TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KEDİLERDE PARANAZAL SİNÜS BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ GÖRÜNTÜLERİNİN YARI-OTOMATİK SEGMENTASYON İLE HACİM ÖLÇÜMÜ VE ÜÇ BOYUTLU YAPILANDIRILMASI

Gonca SÖNMEZ

VETERİNERLİK CERRAHİSİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Ali BUMİN

ANKARA
2023

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KEDİLERDE PARANAZAL SİNÜS BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ GÖRÜNTÜLERİNİN YARI-OTOMATİK SEGMENTASYON İLE HACİM ÖLÇÜMÜ VE ÜÇ BOYUTLU YAPILANDIRILMASI

Gonca SÖNMEZ

VETERİNERLİK CERRAHİSİ ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Ali BUMİN

ANKARA
2023

ETİK BEYAN

Ankara Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Doktora tezi olarak hazırlayıp sunduğum "Kedilerde Paranazal Sinüs Bilgisayarlı Tomografi Görüntülerinin Yarı-Otomatik Segmentasyon ile Hacim Ölçümü ve Üç Boyutlu Yapılandırılması" başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan deneysel çalışma/araştırma tarafımdan yapılmış olup, tüm cümleler, yorumlar bana aittir.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Gonca SÖNMEZ
Tarih:
İmza:

KABUL VE ONAY

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Veterinerlik Cerrahisi Anabilim Dalında

Gonca SÖNMEZ tarafından hazırlanan

“Kedilerde Paranazal Sinüs Bilgisayarlı Tomografi Görüntülerinin Yarı-Otomatik Segmentasyon ile Hacim Ölçümü ve Üç Boyutlu Yapılandırılması”adlı tez çalışması

Aşağıdaki jüri tarafından DOKTORA TEZİ olarak OY BİRLİĞİ/OY ÇOKLUĞU ile kabul/ret edilmiştir

Tez Savunma Tarihi:

İmza
Unvanı Adı ve Soyadı
Üniversitesi
Jüri Başkanı

İmza
Unvanı Adı ve Soyadı
Üniversitesi
Raportör

İmza
Unvanı Adı ve Soyadı
Üniversitesi
Üye

İmza
Unvanı Adı ve Soyadı
Üniversitesi
Üye

İmza
Unvanı Adı ve Soyadı
Üniversitesi
Üye

Tez hakkında alınan jüri kararı, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu tarafından onaylanmıştır.

İmza
Unvanı Adı ve Soyadı
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

İÇİNDEKİLER

Etik Beyan	ii
Kabul ve Onay	iii
İçindekiler	iv
Önsöz	v
Simgeler ve Kısaltmalar	vi
Şekiller	vii
Çizelgeler	x
1.GİRİŞ	1
1.1.Nazal Boşluk ve Paranazal Sinüs Anatomisi	1
1.2.Nazal Boşluk ve Paranazal Sinüs Hastalıkları	4
1.3.Paranazal Sinüs Görüntüleme Yöntemleri	7
1.3.1.Radyografi	7
1.3.2.Rinoskopi	11
1.3.3.Manyetik Rezonans Görüntüleme	12
1.3.4.Bilgisayarlı Tomografi	14
1.3.4.1.Tarihçe	16
1.3.4.2.Bilgisayarlı Tomografi Cihaz Bileşenleri	16
1.3.4.3.Bilgisayarlı Tomografi Cihazının Çalışma Prensibi	17
1.3.4.4.Görüntü Oluşumu	18
1.4.Nazal Boşluk ve Paranazal Sinüs Bilgisayarlı Tomografik Anatomisi	20
1.5.Medikal Görüntü Segmentasyon Yöntemleri ve Yazılımlar	27
2.GEREÇ VE YÖNTEM	32
2.1.Gereç	32
2.2.Yöntem	34
2.2.1.Görüntülerin Seçilmesi	34
2.2.2.Kafatası Genişlik ve Uzunluk Ölçümleri	34
2.2.3.Paranazal Sinüs Hacim Ölçümü	36
2.2.4.Anatomik Yapıların Değerlendirilmesi	41
2.2.5.Paranazal Sinüslerin Sınıflandırılması	41
2.2.5.İstatistiksel Analiz	41
3.BULGULAR	43
3.1.Anatomik Bulgular	45
3.2.Uzunluk ve Hacim Ölçüm Bulguları	55
3.3.Paranazal Sinüslerin Sınıflandırılması	60
4.TARTIŞMA	62
5.SONUÇ VE ÖNERİLER	75
ÖZET	79
SUMMERY	81
KAYNAKLAR	83
EKLER	93
ÖZGEÇMİŞ	95

ÖNSÖZ

Kedilerde sıklıkla izlenen sinonazal hastalıkların klinik bulgularının benzer olması ve bölgenin karmaşık anatomik yapısına bağlı olarak tanısı zordur. Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda kedi paranazal sinüsleri BT olarak 2 boyutlu değerlendirilmiştir. İnsanlarda paranazal sinüs değerlendirilmesinde BT bazlı segmentasyon altın standarttır. Beşeri hekimlikte yapılan güncel çalışmalarda paranazal sinüslerin 3 boyutlu değerlendirilmesinin ve hacim ölçümlerinin önemini vurgulanmakta ve sinonazal hastalıkların tanısında ve sağaltımında yardımı olabileceğini göstermektedir. Kedilerde paranazal sinüslerin karışık anatomik yapısı, 3 boyutlu düzlemde düzensiz uzanımları ve anatomilerinde bireysel farklılıkları yüksek oranda görülmesi nedeni ile bölgenin değerlendirilmesinde; 3 boyutlu hacim ve görünümlerin kullanılması önemlidir. Paranazal sinüsler değerlendirilmelerinde BT bazlı segmentasyonun veteriner hekimliğinde kullanımının sinonazal hastalıkların tanısına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmanın amacı BT görüntüleri kullanılarak kedi paranazal sinüslerinin değerlendirilmesi, morfometrik yapısının 3 boyutlu olarak ortaya koyulması, elde edilen bulgular ile kedilerde referans sinüs hacmi bulunarak hastalıkların rutin tanısında kullanılmasıdır. Çalışmada BT bazlı segmentasyonun kedi paranazal sinsülerinin değerlendrilmesinde rutin kullanım kazanması amaçlanmıştır.

Doktora eğitimimde akademik ve mesleki gelişimime katkıda bulunan, başta danışman hocam Prof. Dr. Ali Bumin olmak üzere Cerrahi Aanablim Dalı öğretim üyelerine, tez çalışmamda emeği geçen tüm arkadaşlarıma, değerli ve sevgili aileme teşekkür ederim.

SİMGELER VE KISALTMALAR

AP	Anterior-posterior
±	Artı-eksi
BT	Bilgisayarlı Tomografi
BMP	Bitmap
>	Büyüktür
DICOM	Digital Imaging and Communications in Medicine
DV	Dorso-ventral
FDA	Food and Drug Administration
FOV	Field of view
FSE	Fast spin echo
GIF	Graphics Interchange Format
HU	Hounsfield units
JPEG	Joint Photographic Experts Group
kV	Kilovolt
Sol	Supraorbital line
Mol	Midorbital line
<	Küçüktür
MRG	Manyetik rezonans görüntüleme
mAs	Miliamper saniye
mm	Milimetre
mm^3	Milimetre küp
PNG	Portable Network Graphics
PET	Pozitron emisyon tomografisi
PGM	Pragmatic General Multicast
SE	Spin echo
ROI	Region of interest
RAW	Research and Analysis Wing
TIFF	Tagged Image File Format
VD	Ventro-dorsal
3D	Üç boyutlu
%	Yüzde

ŞEKİLLER

Şekil 1.1. Kedi kafatası; medial sagittal görünüm 3

Şekil 1.2. Nazal boşluk ve paranazal sinüslerin değerlendirilmesinde kullanılan radyografik pozisyonların şematize çizimleri 9

Şekil 1.3. (A) Kronik rinitli bir kedide D/V radyografik görünüm, (B) granüler hücreli tümörlü bir kedide D/V radyografik görünüm, (C) karsinomlu bir kedide D/V radyografik görünüm 10

Şekil 1.4. T1 ağırlıklı (a) ve T2 ağırlıklı (b) transversal kesit MRG kedi kafa görüntüleri 14

Şekil 1.5. "a", X-ışını kaynağı; "b", hastadaki kitlesel lezyon olarak düşünüldüğünde "c" lezyon olarak görüntülenir 17

Şekil 1.6. Gantri ile aynı anda dönen x-ışını tüpünün şematize görünümü 18

Şekil 1.7. Oluşan bilgisayarlı tomografi görüntüsünde Hounsfield skalası sayıları 20

Şekil 1.8. Köpek kafatası (A) lateral, (B) dorsal ve (C) ventral görünümleri 21

Şekil 1.9. Kedi kafası lateral scout (öncül) görüntüsü, BT transversal kesit kedi kafa görüntüleri ve aynı seviyedeki şematize çizimleri 23

Şekil 2.1. Fujifilm marka Supria model 32 kesit bilgisayarlı tomografi cihazı 33

Şekil 2.2. BT cihazının "Mesured Distance/Angle" menüsü 35

Şekil 2.3. Elde edilen A1 ve A2 noktalarının koordinatları ve iki nokta arasındaki kafatası uzunluklarının sagittal düzlemde ölçümü 36

Şekil 2.4. Elde edilen A1 ve A2 noktalarının koordinatları ve iki nokta arasındaki kafatası genişliklerinin dorsal düzlemde ölçümü 36

Şekil 2.5. 3D Doctor programında görüntü kontrastının ayarlanması 37

Şekil 2.6. 3D Doctor programında "Poligon ROI" seçeneği ve ROI olarak işaretlenmiş frontal sinüs 38

Şekil 2.7. 3D Doctor programıda gri skalaya göre görüntü eşiklerinin ayarlanması 39

Şekil 2.8. 3D Doctor programı "Boundry Editor" menüsü 39

Şekil 2.9. 3D Doctor programı sfenoid (a) ve frontal (b) sinüslerin 3 boyutlu görünümleri 40

Şekil 2.10. 3D Doctor programında sifenoid sinüs hacim ölçümü 40

Şekil 3.1. Olgu no 2'nin sırası ile rostralden kaudale doğru transversal ve krosseksiyonel sagittal kesit BT görüntüleri 46

Şekil 3.2. Olgu no 10 (a),11 (b),12 (c),15 (d) ve 16 (e) frontal sinüs anatomik varyasyonların 3 boyutlu görünümleri 49

Şekil 3.3. Olgu no 2 (a), 3 (b) ve 5 (c) frontal sinüs 3 boyutlu görünümleri 49

Şekil 3.4. Olgu no 19 (a) ve 20 (b) frontal sinüs 3 boyutlu görünümleri 49

Şekil 3.5. Olgu no 2 (a) ve olgu no 17 (b) sırası ile frontal sinüs sola ve sağa median septum deviasyonu 51

Şekil 3.6. Sırası ile olgu no 1, 7 ve 9'un transversal kesit (a,d,g), dorsal kesit (b,e,h) ve 3 boyutlu (c,f,ı) frontal sinüs ve septa görünümleri 51

Şekil 3.7. Olgu no 14'ün transaversal (a) ve sagittal (b) kesit BT görüntüleri 52

Şekil 3.8. Olgu no 4 (a), 6 (b), 7 (c),14 (d),15 (e) ve 16 (f) sfenoid sinüs rostral açıdan 3 boyutlu görünümleri 52

Şekil 3.9. Olgu no 8 (a), 12 (b), 18 (c)ve 20 (d) sfenoid sinüs anterior açıdan 3 boyutlu görünümleri 53

Şekil 3.10. Olgu no 1 transversal kesit BT görüntüsü (a) ve 3 boyutlu (b) rostral simetrik sfenoid sinüs görünümü 53

Şekil 3.11. Olgu no 16 dorsal kesit BT görüntüsü 54

Şekil 3.12. Olgu no 15'in transversal (a) ve dorsal (b) kesit BT görüntüsü 54

Şekil 3.13. Olguların kafatası genişliği kutu grafiği 55

Şekil 3.14. Olguların kafatası uzunluğu kutu grafiği 56

Şekil 3.15. Olguların frontal sinüs hacmi kutu grafiği 57

Şekil 3.16. Olguların sfenoid sinüs hacmi kutu grafiği 58

Şekil 3.17. Olguların frontal sinüs ve sfenoid sinüs hacmi saçılım grafiği 60

ÇİZELGELER

Çizelge 3.1. Olguların; ırk, yaş, cinsiyet, ağırlık ve ölçüm değerleri tablosu 44

Çizelge 3.2. Olguların cinsiyetlerine göre ağırlık ve yaş tablosu 45

Çizelge 3.3. Olguların paranazal sinüs median septum deviasyon yönü ve frontal sinüs septa sayısı tablosu 50

Çizelge 3.4. Olguların cinsiyete göre kafatası uzunluk, kafatası genişlik, frontal sinüs hacmi ve sfenid sinüs hacmi tablosu 56

Çizelge 3.5. Olguların ağırlık, yaş, kafatası genişliği, kafatası uzunluğu, frontal sinüs hacmi, sfenoid sinüs hacmi korelasyon tablosu 59

1. GİRİŞ

1.1. Nazal Boşluk ve Paranazal Sinüs Anatomisi

Nazal boşluk kıkırdak bir plaka aracılığı ile sağ ve sol simetrik iki yarıya ayrılır (Aspinall ve Cappello, 2009). Nazal septum olarak adlandırılan bu plakanın büyük kısmı hiyalin kıkırdak yapıda iken kaudale doğru kemikleşerek devam eder. Nazal boşluğun lateral duvarlarının ve kemik çatısının büyük kısmını maksilla oluştururken birçok fasiyal kemik de bu oluşuma katılır. Bu boşluğun tabanı da kemik yapıda olup; insiziv, maksiller, palatin kemiğin yatay iz düşümlerinden oluşur. Vomerin oluk şeklindeki kısmı nazal boşluğun tabanında bulunurken sığ "V" şeklindeki kısmı nazal boşluğun kıkırdak bölümünü destekler. Kaudale doğru nazal boşluğun dorsal kısmı kemik bölme ile kranial kaviteden ayrılırken kaudo-ventrale doğru nazofarenks ile devam eder (Smith, 2010).

Nazal vestibul olarak isimlendirilen nazal boşluğun rostral kısmı, burun deliklerinin hemen içerisinde bulunan dar ve küçük bir boşluktur. Nazal boşluğun en geniş ve orta kısmı olan alan solunum bölgesi olarak da isimlendirilir. Bu kısım nazal vestibulden kaudale doğru ilerler ve sert damağın sonunda bulunan kemik kenarlı konka olarak isimlendirilen açıklıklar ile sonlanır (Şekil 1.1) (Smith, 2010).

Nazal boşluğun tabanında tüp şeklinde bir yapı olan vomeronazal organ bulunur. Vomeronazal organ büyük çoğunlukla feromonların algılanması ve yorumlanmasından sorumludur (Smith, 2010).

Nazal boşluk nazal konka olarak isimlendirilen ince kemik sarmallarını içerir (Aspinall ve Cappello, 2009; Smith, 2010). Her bir konka nazal boşluğun dış kemik duvarına bağlıdır. Konkalar nazal boşluğun medialine doğru çıkıntı oluşturacak

şekilde kendi içlerine doğru yoğun kıvrımlar oluşturan ve kağıt inceliğinde kemik doku içeren yapılardır. Konkaların kıvrımları, nazal boşluk yüzey alanında muazzam bir atış sağlar (Smith, 2010). Burun boşluğu ve nazal konkalar; kılcal damar yönünden zengin siliar columnar epitel ile kaplıdır (Aspinall ve Cappello, 2009; Smith 2010).

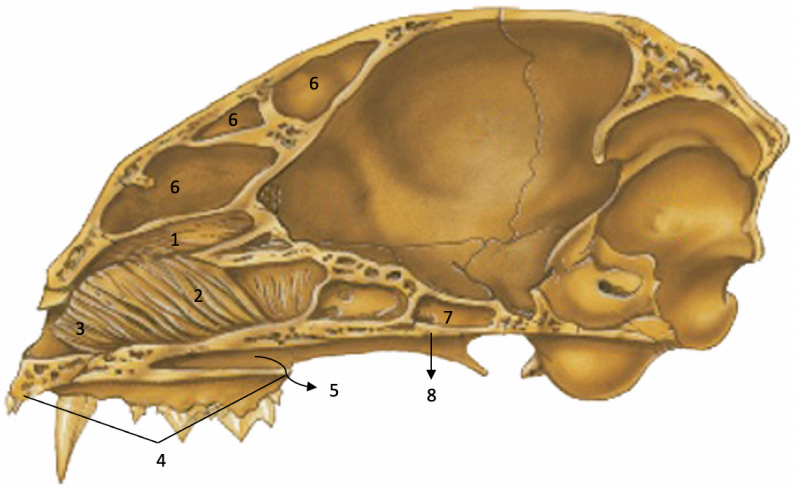
Dorsal nazal konka; en büyük ve en geniş konkadır. Nazal boşluğun dorsolateral duvarından köken alır ve nazal septuma doğru uzanır. Geniş ve düzensiz yapıda olan orta nazal konka etmoid konkanın uzantısıdır ve rostrale doğru uzanım gösterir. Ventral nazal konka en küçük konkadır ve ikinci veya üçüncü premolar diş uzantısından köken alır (Şekil 1.1) (Smith, 2010).

Nazal konkalar; dorsal nazal meatus, orta nazal meatus ve ventral nazal meatus olmak üzere nazal boşluğu 3 bölüme ayırır. Nazal meatus genel olarak dar, dikey bir boşluktur. Nazal septumun sağ ve sol lateralinde yer alır ve diğer 3 meatus ile iştirak halindedir. Dorsal nazal meatus, nazal boşluğun dorsolateral duvarı ve dorsal konka arasında kalan küçük ve kör sonlanan bir boşluktur. Orta nazal meatus, dorsal ve ventral nazal konka arasında yer alan orta büyüklükte ve kör sonlanan bir boşluktur. Ventral nazal meatus ise göreceli olarak daha büyük; nazal kavitenin tabanı ile ventral nazal kavite arasındaki boşluktur ve nazofarenks ile ventral nazal konka aracılığı ile iştirak halindedir (Smith, 2010).

Nazal boşluğun dorsal ve en kaudal kısmında etmoid konka olarak adlandırılan ve etmoid kemiğin eleborasyonuyla oluşan konka seti mevcuttur. Etmoid konka olfaktor epitel ile kaplıdır. Bu epitel olfaktor sinir kollarının sensorik sonlarını içerir. Etmoid konka kaudale doğru kribroform plaka ile devam eder. Olfaktor sinir kolları kribraform plakada bulunan foraminadan geçerek bulbus olfaktorusa ulaşır (Aspinall ve Cappello, 2009; Smith, 2010).

Nazal kavite küçük açıklıklarla daha geniş boşluklar olan paranazal sinüslere açılır (Aspinall ve Cappello, 2009). Paranazal sinüsler nazal boşluk çevresinde, kafatası kemiklerinin iç ve dış laminaları arasında yer alan içi hava dolu boşluklardır (Dursun, 2006; Liebich ve König, 2020). Bulundukları alandaki kemiklere göre isimlendirilirler (Forrest, 2023). Evcil hayvanlarda maksiller, frontal, palatin, sfenoid, lakrimal, dorsal konkal, ventral konkal olmak üzere faklı paranazal sinüsler mevcuttur (Liebich ve König, 2020).

Kedilerde frontal ve sfenoid sinüs olmak üzere 2 farklı paranazal sinüs bulunur (Şekil1.1). Maksiller sinüs (maksiller recess) kedilerde neredeyse görünmeyecek boyuttadır (Conchou ve ark., 2012).



Şekil 1.1. Kedi kafatası; medial sagittal görünüm. Dorsal nazal konka (1), orta nazal konka (2), ventral nazal konka (3), sert damak (4), konka (5), frontal sinüs (6), sfenoid sinüs (7), presfenoid kemik (8) (Hudson ve Hamilton, 2010).

Sfenoid kemik, nörokraniumun tabanının rostral kısmını oluşturur. Presfenoid kemik ve basis sfenoid olmak üzere birbirine benzeyen iki kısımdan oluşur. Presfenoid kemiğin gövdesi ve kanatları rostral kranial fossanın kemik kısmını oluşturur ve kaudalde basis sfenoid ile eklem yapar. Presfenoid kemiğin gövdesi boştur ve sfenoid sinüsü çevreler. Basis sfenoidin gövdesi ve kanatları, medial kranial fossanın kemik kısmını oluşturur. Medial kranial fossa rostralde sella turcica, medialde hipofizeal fossa, caudalde dorsum sella turcicayı içerir (Liebich ve König, 2020).

Kafatası ile yüz arasında yer alan, çift frontal kemik; interfrontal sütürde birleşir. Her frontal kemik türe bağlı olarak farklılık gösteren frontal sinüs olarak isimlendirilen bir veya daha fazla boşluğu çevreler. Frontal kemiğin kaudal sınırı parietal kemiktir (Liebich ve König, 2020).

Paranazal sinüslerin işlevi henüz tam olarak anlaşılmamış olmakla birlikte başlıca; kafatası ağırlığını azaltmak ve kemik-kas bağlantı alanlarına daha geniş yüzey sağlamaktır (Aspinall ve Cappello, 2009).

1.2. Nazal Boşluk ve Paranazal Sinüs Hastalıkları

Kedi ve köpeklerde nazal boşluk ve paranazal sinüslerde değişik primer ya da sekonder nedenlerden dolayı birçok hastalık şekillenmektedir (Choi ve ark., 2012; Lefebvre ve ark., 2005; Saunders ve ark., 2003; Tromblee ve ark., 2006). Nazal yangısal hastalıkların en yaygın nedenleri neoplazi ve aspergillozdur (Cohn, 2020). Nonspesifik, alerjik, hiperplastik, primer ya da sekonder tümörlere bağlı, yabancı cisim kaynaklı nazal yangılar oluşabilir (Choi ve ark., 2012; Cohn, 2020; Lefebvre ve ark., 2005; Saunders ve ark., 2003; Tromblee ve ark., 2006). Eski ve yeni travmalar, dental veya nasofarengeal patolojiler, parazitler, konjenital anomaliler, konkaların idiopatik nekrozu gibi nedenler nazal boşluk ve paranazal sinüslerde nadiren

patolojilere neden olmaktadır (Cohn, 2020; Choi ve ark., 2012; Saunders ve ark., 2003; Tromblee ve ark., 2006).

Non-spesifik rinit; viral, bakteriyel, parazitik veya alerjik nedenlerden kaynaklanan yangısal burun hastalıklarını içeren genel bir terimdir. Rinit ayrıca şiddetli periodontal hastalığa bağlı olarak veya şiddetli dental hastalıklarda da sekonder olarak gözlenebilir. Nazal biyopsilerde en sık karşılaşılan tanı lenfositik plazmositik rinittir. Bilgisayarlı tomografide (BT) kesitsel görüntüleme bulguları minimal ile belirgin arasında değişebilir. Eksüdasyon, burun boşluğunda bilateral olarak bulunur. Nazal konka paterni genellikle etkilenmez, ancak kronik veya şiddetli hastalıklarda genellikle periferde olmak üzere konka atrofisi gözlenebilir. Sıvı ile hiperplastik mukoza ayrımı kontrast BT ile yapılabilir. Mukoza tipik olarak belirgindir. Nazal septum ve nazal kavite marjinleri nadiren etkilenir, ancak kronik olgularda maksiller ve frontal kemiklerde osteofiter üremeler görülebilir (Cohn, 2014; Saunders ve ark., 2003). Köpeklerde kitlesel lezyonlar ve yoğun kemik lizisi dahil olmak üzere neoplazi ile uyumlu çok daha agresif görünen BT bulgularında biyopside eozinofilik rinit tanısı çok nadir olarak konulabilir. Bu nadir olguların, etiyolojileri yangısal olmasına rağmen eozinofilik granülomatöz hastalık ile ilişkili tipik görüntüleme bulguları izlenmez (Foster, 2003; Johnson ve ark., 2019). Nazal poliplere kronik inflamatuvar hastalıkla birlikte periyodik olarak rastlanmaktadır. Polipler konumlarına bağlı olarak, kesitsel görüntülerde tespit edilemeyebilir. Hava dolu nazofarenkse uzanan poliplerin saptanma olasılığı daha yüksektir. Nazal polipler ara sıra kemikleşebilir ve bu görünüm osteosarkoma gibi intranazal neoplazilerle karıştırılabilir (Henderson ve ark., 2004).

Aspergilloz, memeliler ve kuşlar da dahil olmak üzere insan ve hayvan konakçılarının mantarıdır. Dünyadaki en yaygın küfler arasında yer alan *Aspergillus spp.*, öncelikle toprakta ve çürüyen bitki örtüsünde dağılmış durumdadır ve çevresel karbon ve nitrojenin geri dönüştürülmesinde önemli bir role sahiptir. *Feline Aspergillus*, kedilerde Aspergillus türü mantarların neden olduğu bir enfeksiyondur. Bu mantarlar, doğal olarak toprakta ve diğer organik materyallerde bulunur, ancak

havadaki toz veya kir parçacıkları yoluyla solunabilir (Barrs ve ark., 2014; Hızlısoy ve Kılıç, 2011).

Aspergillus fumigatus, kedilerde en sık görülen türdür. Aspergilloz enfeksiyonu genellikle solunum yoluyla bulaşır ve bağışıklık sistemi düşük kedilerde daha sık görülür. Sinonazal aspergillozis kedilerde en yaygın formdur ve oldukça invazivdir. Klinik olarak unilateral egzoftalmus, konjunktival hiperemi, niktitan membran prolapsusu, keratitis, pterigopalatine fossada kitle veya ülser, paranazal yumuşak doku şişkinliği, mandibular lenfadenopati ve sert damakta ülser gibi belirtiler gözlenebilir (Barrs ve ark., 2014; Tomsa ve ark., 2003).

Paranazal yumuşak doku infiltrasyonu ve orbital tutulum gibi invaziv bulgular dahi fiziksel muayenede belirlenemeyebilir. BT görüntüleme ile nazal boşluk ve bu boşlukta bulunan kemik yapıların ayrıntılı görüntülenebilmesi hastalığın tanısında oldukça önemli bir yer tutar. BT ile bölgede kemik yapıda destrüksiyon, kalsifiye, konkresyon büyük boşluklara neden olabilen konka erimeleri, mukozal kalınlaşmalar ve yumuşak doku birikimi belirlenebilir (Saunders ve Zonderland, 2002; Saunders ve ark., 2004; Tomsa ve ark., 2003).

Nazal boşluk ve paranazal sinüs hastalıklarında nedenler farklı olsa da klinik belirtiler benzerlik gösterir. Bunlar; burun akıntısı, hapşırma, öksürme, epistaksis, pati ile burnu kaşımaya çalışma ya da burnu yere sürtme, fasiyal deformite (asimetri, ülserasyon), epifora, egzoftalmi, ağız açık solunum gibi belirtilerdir (Cohn, 2014; Cohn, 2020; Tromblee ve ark., 2006; Windsor ve Johnson, 2006). Burun akıntısı; seröz, muköz, mukopurulent, purulent veya kanla karışık karakterde olabilir. Neoplazi olgularında fasiyal deformiteler daha yaygın gözlenirken enfeksiyöz yangısal olgularda genel durumun etkilenmesi gibi bazı hastalıklara spesifik belirtiler de gözlenebilir (Cohn, 2020).

1.3. Paranazal Sinüs Görüntüleme Yöntemleri

Nazal boşluk ve paranazal sinüs patolojilerinin tanısında iyi bir anamnez ve fiziksel muayene oldukça önemlidir (Cohn, 2014; Cohn; 2020; Windsor ve Johnson, 2006). Ancak klinik bulguların benzer olmasına bağlı olarak bölge hastalıklarının tanısı oldukça güçtür (Tromblee ve ark., 2006). Paranazal sinüs hastalıklarının tanısında; radyografi, bilgisayarlı tomografi, manyetik rezonans görüntüleme ve rinoskopi gibi tanısal görüntüleme teknikleri kullanılmaktadır (Cohn, 2020; Park ve ark., 1992; Saunders ve ark., 2003; Windsor ve Johnson, 2006)**.** Radyografi, bölge patlojilerinin araştırılmasında kullanılan başlıca tanı yöntemlerinden biridir (Lamb ve ark., 2003). Rinoskopi nazal kavite mukozal anormalliklerin değerlendirilmesinde ek bilgiler sağlayabilmektedir (Tromblee ve ark., 2006). Nazal boşluk ve paranazal sinüs patolojilerinin kesin tanısı için bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) gibi ileri görüntüleme yöntemleri, sitoloji ve bakteriyel kültür gereklidir (Choi ve ark., 2012).

1.3.1.Radyografi

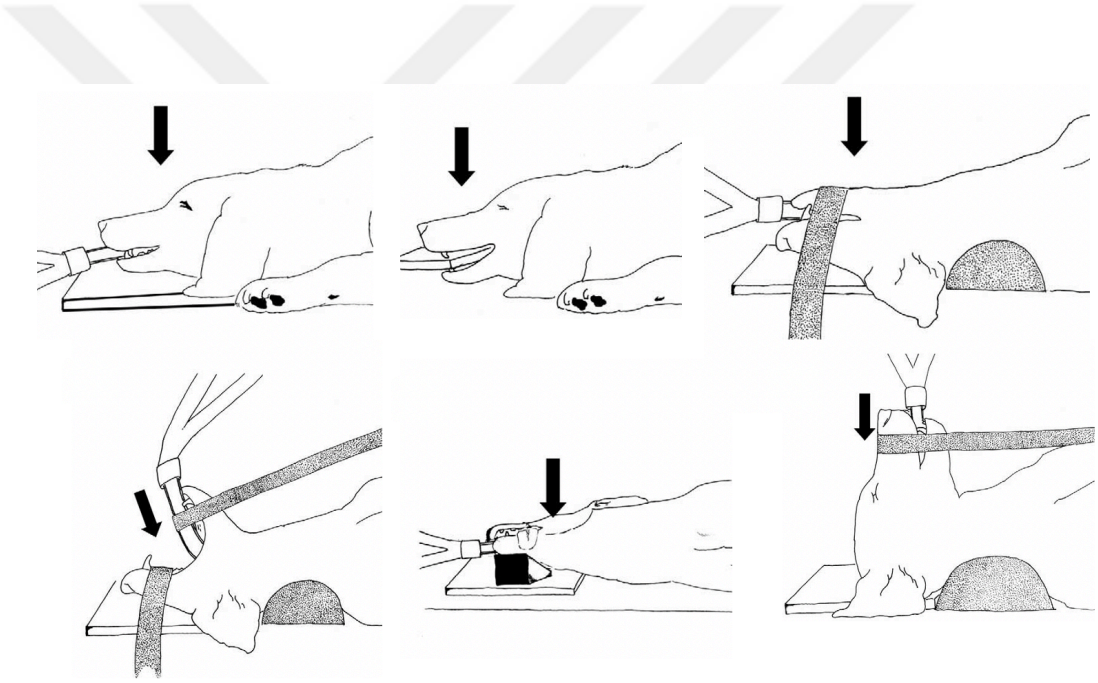
Kedi ve köpeklerin kafatası çok sayıda kemik ve yumuşak doku yapısı içermektedir. Bu nedenle nazal kavite ve paranazal sinüslerin değerlendirilmesinde radyografik çekim için pozisyon verilmesi oldukça zorlayıcıdır (Pownder ve ark., 2006). Bölgenin radyografik değerlendirilmesi anatomik yapısına bağlı olarak şekillenen süperpozisyonlardan dolayı oldukça güçtür (Choi ve ark., 2012; Lefebvre ve ark., 2005; Saunders ve ark., 2003; Tromblee ve ark., 2006). Hastanın doğru şekilde pozisyonlandırılması, nazal boşluk ve paranazal sinüs radyografilerin tanı başarısını doğrudan etkilemektedir. Radyografik pozisyonların doğru şekilde verilebilmesi için hasta genel anesteziye alınmalıdır (Pownder ve ark., 2006; Thrall ve ark., 1989).

Nazal boşluk ve paranazal bölge radyografilerinde uygun teknik, pozisyon kadar önemlidir. Kemik ve yumuşak doku arasındaki ayrımın iyi şekillenebilmesi için göreceli olarak düşük kV (65-70 kV) ve uygun mAs kullanılmadır. Kullanılan cihaza göre bu ayarlar değişkenlik göstermektedir. Doğru ayarda çekim yapılmış olan radyografilerde; dudak gibi yumuşak dokular ve nazal ve etmoid konkalar kolaylıkla görülebilmedir. Yüksek doz belirgin olmayan hafif bulguların görünmesini engellerken düşük doz normal olan alanlarda ekojenite artışı olarak gözlemlenebilir. Kafatası görüntülemede kullanılan dozlar kafatasının kalın kısımlarında penetrasyon şekillenmesi için ayarlanmış olup nazal boşluğun görüntülenmesinde kV biraz düşürülmelidir. kV ayarlanmasında ırklar arasındaki anatomik farklılıklarda önemlidir. Brakiosefalik ırklarda kemik dokunun daha kalın olması nedeni ile kV ayarının arttırılması görüntü kalitesini arttıracaktır. Beagle ırkı gibi ırklarla kıyaslandığında Alman Çoban köpeği olağan dışı kalın parietal ve temporal kemiklere sahiptir. İran ırkı kedilerin kafatası kemikleri Siyam kedisi gibi diğer oriental ırk kedilere göre daha kalındır. Bu tarz ırk varyasyonlarında kV'nin %10-15 arttırılması görüntü kalitesini iyileştirir (Pownder ve ark., 2006).

Nazal boşluk ve paranazal sinüslerin değerlendirilmesinde; dorso-ventral (DV), ağız içi DV, ventro-dorsal (VD), açık ağız VD, lateral ve frontal pozisyonda çekilmiş radyografiler kullanılır (Pownder ve ark., 2006; Thrall ve ark., 1989).

DV radyografilerde; sert damak masaya paralel olacak şekilde hayvan sternal rekümbent pozisyonda yatırılır. X-ışını masaya dik gelecek şekilde gözlerin hafif rostraline ve orta hatta odaklanır. Hayvan aynı pozisyondayken dil kasetin ventralinde kalacak şekilde kasetin köşesi ağız boşluğuna yerleştirilerek ağız içi DV grafi elde edilebilir. Kribroform plakanın görünebilmesi için kasetin yeterince kaudale yerleştirilmesi önemlidir. VD radyografilerde hayvan dorsal rekümbent pozisyonda sert damak masaya paralel olacak şekilde yatırılır. Rotasyonu engellemek amacıyla burun altına bir sünger yerleştirilir. Bu pozisyonda kafa oksipital kemik üzerinde dengededir. X-ışını masaya dik, mandibulanın ortasına ve gözlerin rostraline gelecek şekilde odaklanır. Açık ağız VD radyografilerde hayvan benzer şekilde yatırılır. Alt

ve üst kanin dişlerin çevresinden bir gazlı bez geçirilerek ağız mümkün olduğu derecede geniş açılır. X-ışını $10\text{-}20^0$ rostro-kaudal yönde açılandırılarak nazal septumun ortasına odaklanır. Lateral radyografiler için hayvan görüntülenmek istenilen bölge tarafına yatırılır. Nazal septum masaya paralel şekilde konumlandırılır. Boyun altına ve burun altına yerleştirilen süngerler pozisyon vermeyi kolaylaştırırken ramus mandibula süperpozisyonunu engeller. X-ışını lateral kantus hizasında gözlerin hemen ventraline odaklanır. Frontal radyografiler için hayvan dorsal rekümbent pozisyonda yatırılır. Nazal septumun kısa ekseni masa yüzeyine paralel ve sert damağa dik gelecek şekilde pozisyon verilir. X-ışını masaya dik olacak şekilde iki göz arasına odaklanır (Şekil 1.2.) (Pownder ve ark., 2006).

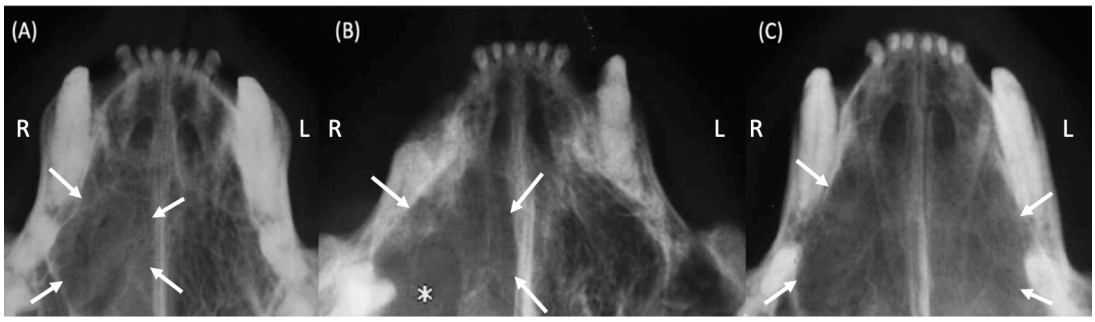


Şekil 1.2. Nazal boşluk ve paranazal sinüslerin değerlendirilmesinde kullanılan radyografik pozisyonların şematize çizimleri. Sırası ile DV, ağıziçi DV, VD, açık ağız VD, lateral ve frontal radyografik pozisyonlar (Pownder ve ark., 2006).

Genellikle nazal boşluğun görüntülenmesi için ventro-dorsal açık ağız çekilen radyografiler kullanılırken, dorso-ventral kafa grafisinde frontal sinüs değerlendirilebilir. Kaudal nazal boşluk ve kribroform plakanın değerlendirilmesi için

ventro-dorsal açık ağız radyografilerde nazal boşluğun mümkün derecede kaudalinin de çekilmesi gereklidir (Ogilvie ve LaRue, 1992).

Nazal boşluk ve paranazal sinüs hastalıkları; hafif opasite artışından kemik dokuda lizis ve geniş kitlesel lezyonlara kadar değişebilen radyografik görünümler sergiler. Bu bulgular unilateral veya bilateral tutulum ve konumu açısından değerlendirilmelidir (Lamb ve ark., 2003; Pownder ve ark., 2006). Nazal konka paterninde kaybolma, nazal boşluk ve frontal sinüste opasite artışı, deviasyon, vomer kemiğinde deformite, kemik dokuda destrüksiyon, periostal yeni kemik formasyonu, eksternal yumuşak doku varlığı gibi bulgular sıklıkla nazal tümörlerde görülen bulgulardır (Ogilvie ve LaRue, 1992). Ancak radyografilerde görülen; opasite artışı, kemik dokuda lizis gibi bulgular nazal neoplazi veya kronik rinit gibi birçok hastalıkta birbirine benzer radyografik görünüme sahiplerdir (Tromblee ve ark., 2006) (Şekil 1.3). Bu nedenle; direkt radyografik muayene ile kedi ve köpeklerde nazal bölge veya sinüs neoplazileri ile rinit, sinusitis ayrımı çoğunlukla mümkün değildir (Lamb ve ark., 2003; Tromblee ve ark., 2006).



Şekil 1.3. (A) Kronik rinitli bir kedide D/V radyografik görünüm, sağ nazal boşlukta opasite artışı ve detay kaybı (beyaz oklar); (B) granüler hücreli tümörlü bir kedide D/V radyografik görünüm, sağ nazal boşlukta opasite artışı, detay kaybı (beyaz oklar) ve (*) kemik destrüksiyonunu gösteren lokal radyolusent bölge; (C) karsinomlu bir kedide D/V radyografik görünüm, bilateral opasite artışı ve detay kaybı (beyaz oklar) (Lamb ve ark., 2003).

Kedi ve köpeklerde nazal boşluk ve paranazal sinüs hastalıklarının erken tanısı ve uygun sağaltım yöntemlerinin belirlenmesi ve hastalığın prognozu hakkında hekime önemli bilgiler sağlamaktadır (Tromblee ve ark., 2006). Nazal boşluk ve paranazal sinüslerin değerlendirilmesinde kesitsel görüntüleme sağlayan BT ve MRG;

geleneksel radyografi ile kıyaslandığında çok daha üstün radyolojik görüntüleme yöntemleridir (Bouyssou ve ark., 2021; Choi ve ark., 2012; Saunders ve ark., 2004).

1.3.2. Rinoskopi

Rinoskopi, fleksible bronkoskop veya rijit sistoskop yardımı ile nazal kavitenin doğrudan görüntülenmesini ve histopatolojik inceleme için biyopsi örneklerinin toplanmasını sağlar; bu, nazal hastalıkların tanısında ve evrelemesinde yardımcı olabilir (Codner ve ark., 1993; Johnson ve ark., 2006; McCarthy, 2005; Ogilvie ve LaRue, 1992; Windsor ve Johnson, 2006). BT görüntülemede mukozal anormallik tespit edilmeyen veya belirgin mukozal anormaliği olmayan olgularda mukozal anormalliklerin tespitinde önemli rol oynar (Choi ve ark., 2012). Konkalarda şekillenen tümörlerin (Tromblee ve ark., 2006), nazal parazitlerin hızlı teşhisinde, yabancı cisimlerin çıkarılması veya burun tümörlerinin küçültülmesi gibi sağaltım amaçlı girişimlere rehberlik etmek için de kullanılabilir (Codner ve ark., 1993; Johnson ve ark., 2006; McCarthy, 2005; Ogilvie ve LaRue, 1992; Windsor ve Johnson, 2006). Fleksible endoskop kullanıldığı durumlarda, ağız boşluğundan geçilip yumuşak damak üzerinde retrofleksiyon yapılarak kaudal nazofarenks kitlesel lezyon açısından değerlendirilmelidir (Ogilvie ve LaRue, 1992).

Rinoskopi ile kemik dokunun görüntülenmesi mümkün değildir. Şiddetli konka destrüksiyonu olan olgularda rinoskopi ile frontal sinüs ve kribroform plakanın görüntülenebilir (Saunders ve ark., 2004). Rinoskopi sedasyon veya genel anestezi gerektirir ve bazı hayvanlarda rahatsızlığa veya kanamaya neden olabilir. Ayrıca özellikle şiddetli iltihaplanma veya burun geçişini tıkayan tümörlerde burun boşluğunun tam olarak görülmesi mümkün olmayabilir (Codner ve ark., 1993; Johnson ve ark., 2006; McCarthy, 2005; Windsor ve Johnson, 2006). Rinoskopi sırasında kanama şekillenmesi en sık izlenen komplikasyondur ve bu nedenle radyografi, BT ve MRG gibi görüntüleme yöntemlerinin rinoskopi işlemi öncesinde

yapılması önerilmektedir (Cohn, 2020; Park ve ark., 1992; Saunders ve ark., 2003; Windsor ve Johnson, 2006).

1.3.3. Manyetik Rezonans Görüntüleme

Manyetik rezonans görüntüleme, bilgisayarlı tomografi gibi kesitsel bir görüntüleme yöntemi olmakla birlikte, temel çalışma prensipleri farklıdır. BT kontrast oluşturmak için yüksek enerjili fotonları kullanırken, MRG protonların güçlü bir manyetik alan içindeki yönelim esasına dayanır. MRG'de incelenen dokudaki hidrojen atomunun protonlarının uyarılması ile ortaya çıkan sinyaller ile görüntü oluşturulur. MRG, özel yüksek hızlı protokoller kullanılmadığı sürece (ki bu protokollerde genellikle görüntü kalitesi düşüktür) görüntü elde etmek için BT'den çok daha fazla zaman gerektirir. Bu nedenle; MRG ekipmanı, tarayıcı donanımı ve buna bağlı olarak yüksek tekrarlayan bakım maliyetleri yüksektir. Bununla birlikte, MRG tarayıcıları çok yüksek tanısal değere sahip görüntüler sağlar ve MRG bazı fizyolojik süreçleri (örneğin; su difüzyonu, kan oksijenizasyonu) izlemek için kullanılabilir. MRG radyasyon içermeyen bir yöntem olduğundan, gönüllülerle yapılan klinik çalışmalarda sıklıkla kullanılmaktadır (Haidekker, 2013).

Nazal boşluk ve paranazal sinüs patolojilerinin tanımlanması ve sınırlarının belirlenmesinde BT ve MRG üstün tanısal görüntüleme yöntemleridir (Codner ve ark., 1993; Thrall ve ark., 1989). MRG, BT'den üstün olarak yumuşak dokuların daha yüksek çözünürlükte görüntülenmesini sağlar, sıvı ve yumuşak dokunun ayrımının yapılmasına olanak verir ve hayvanlar iyonize radyasyona maruz kalmaz (Conchou ve ark., 2012). MRG, hastanın yeniden konumlandırmadan multiplanar görüntü oluşturmasına olanak tanır. BT ise hastanın yeniden konumlandırılmasını gerektirir. Hastayı yeniden konumlandırmadan multiplanar BT görüntüleri elde etmenin alternatif bir yöntemi, kaliteleri doğal görüntülerden daha düşük olmasına rağmen

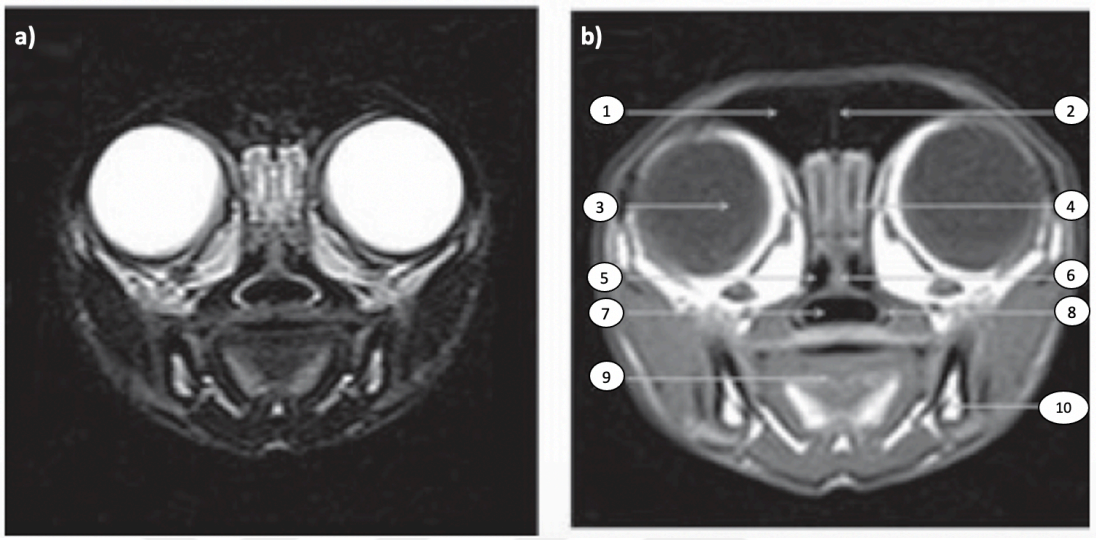
üçüncü nesil bir tarayıcıdaki, dorsal ve sagittal rekonstrüksiyonlardır (De Rycke, 2007).

MRG, beyin dahil olmak üzere burun boşluğunu ve çevresindeki yapıları değerlendirmek için en hassas görüntüleme tekniğidir. MRG, lezyonların kapsamı ve yeri ile ilişkili yangı veya ödemin varlığı hakkında ayrıntılı bilgi sağlayabilir (Park ve ark., 1992; Saunders ve ark., 2004; Windsor ve Johnson, 2006). MRG primer bakteriyel yangısal sinonazal hastalıklarla, patolojilere bağlı şekillenen sekonder yangıların ayrımında oldukça kullanışlıdır (Choi ve ark., 2012; Saunders ve ark., 2004).

Paranazal sinüs lezyonlarının doğru tanısında BT ve MRG duyarlılıklarının benzer oranda olduğu bildirilmiştir. Transversal, dorsal ve sagittal kesitlerde kontrast madde kullanmadan, paranazal sinüslerde benign lezyonların tanısının mümkün olduğu bildirilmiştir. Yapılan klinik çalışmalar paranazal sinüs hastalıklarının tanısında ve sinüs cerrahisinin planlanmasında MRG ve BT görüntülerinin ayrıntılı incelenmesi gerektiğini vurgulamaktadır. MRG ve BT sonuçlarına göre yapılan preoperatif planlama bir sinüs cerrahisinin temelini oluşturmaktadır (Fischetti ve ark., 2012; Hamid ve ark., 2007; Kaya, 2017; Koç, 2005).

Manyetik rezonans görüntüleme, kedi ve köpeklerde paranazal sinüslerin görüntülenmesinde kullanılan non-invaziv yöntemlerdendir. Fungal rinit, nazal tümörler, yabancı cisimler ve non-spesifik rinit gibi birçok hastalığın tanısında kullanılır. Radyografiye kıyasla lezyonun yaygınlığını ve karakterini belirleme konusunda oldukça üstün bir tekniktir (De Rycke, 2007). Nonenfeksiyöz rinit, neoplazi, travma, diş hastalıkları ve nazofarenks hastalıkları kedilerde paranazal sinüsleri etkileyen patolojileridir ve MRG ile tanı oldukça başarılıdır. Klinik olarak sağlıklı kedilerde burun boşluğu ve paranazal sinüslerin MRG ile görüntülendiği bir çalışmada T1 ve T2 ağırlıklı kesitler spin-eko (SE) ve hızlı spin-eko (FSE) sekansları

kullanılarak elde edilmiştir (Şekil 1.4). Bununla birlikte, MRG'nin olfaktor mukoza ve nazal mukozanın ayırt edilemediğini bildirmişlerdir (Conchou ve ark., 2012).



Şekil 1.4. T1 ağırlıklı (a) ve T2 ağırlıklı (b) transversal kesit MRG kedi kafa görüntüleri. Frontal sinüs kaudal kısmı (1), frontal sinüs median septumu (2), göz küresi (3), bulbus olfaktorus (4),nazal boşluk (5), kemik nazal septum (6), nazofarenks (7), palatin kemiği (8), dil (9), mandibula (10) (Conchou ve ark., 2012).

1.3.4. Bilgisayarlı Tomografi

Bilgisayarlı tomografi, sinonazal bölgenin ve hastalıklarının değerlendirilmesinde kabul görmüş ve altın standart olarak kabul edilen bir radyolojik görüntüleme yöntemidir (Bouyssou ve ark., 2021; Choi ve ark., 2012; Saunders ve ark., 2004). Kedi ve köpeklerde yapılan çalışmalar geleneksel radyografik görüntüleme ile bilgisayarlı tomografik görüntüleme karşılaştırıldığında; BT görüntülemenin kesit görüntü alması ve süperpozisyonları ortadan kaldırmasından dolayı radyografik muayeneye göre çok daha üstün bir radyolojik görüntüleme yöntemi olduğunu göstermektedir (Choi ve ark., 2012; Codner ve ark., 1993; Losonsky ve ark., 1997). Yapılan çalışmalar köpeklerde nazal aspergilloz olgularında, kronik sinonazal hastalıklarda BT ve MRG'nin görüntülenin geleneksel radyografi ve rinoskopiden daha üstün bir teknik olduğunu göstermektedir (Saunders ve ark., 2003;

Saunders ve ark., 2004). Köpeklerde kronik sinonazal hastalıkların tanısı ve nazal rinit ile neoplazilerin ayrımında BT'nin önemini belirten birçok çalışma mevcuttur (Codner ve ark., 1993; Lefebvre ve ark., 2005; Park ve ark., 1992; Thrall ve ark., 1989). Klinik olarak sağlıklı köpeklerde nazal boşluğun BT anatomisinin değerlendirildiği ve kafatası yapısına bağlı anatomik farklılıkların ortaya koyulduğu çalışmalar mevcuttur (Lee ve ark., 2011; Oechtring ve ark., 2007). BT kedilerde nazal boşluk ve paranazal sünüslerin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Barrs ve ark., 2014; Bouyssou ve ark., 2021; Choi ve ark., 2012; Reetz ve ark., 2006; Schoenborn ve ark., 2003; Tomsa ve ark. 2003; Tromblee ve ark., 2006).

BT ve diğer diagnostik teknikler arasındaki seçim, spesifik klinik olgu, ekipman ve uzmanlık mevcudiyeti ve veteriner ekibinin tercihi gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Bazı durumlarda, her iki tanı aracı, birbirinin güçlü yanlarını tamamlamak ve daha doğru bir tanı ve sağaltım planı sağlamak için birlikte kullanılabilir. Yapılan çalışmalar, doğru tanı oranları (>%90) göz önünde bulundurulduğunda BT'nin paranazal hastalıkların tanısı için mükemmel bir araç olduğunu göstermektedir. BT ile nazal aspergillozis, yabancı cisim kaynaklı rinit, neoplazi veya nonspesifik rinit olguları kolaylıkla ayırt edilebilmektedir (Barrs ve ark., 2014; Codner ve ark., 1993; Cohn, 2020; Saunders ve ark., 2003; Tomsa ve ark., 2003). BT ile konkaların ve nazal septumun yıkımlanma düzeyi, anormal yumuşak doku miktarı ve vomer kemik lizisi ayrıntılı olarak belirlenebilmektedir (Codner ve ark., 1993; Park ve ark., 1992; Saunders ve ark., 2003). Nazal boşluk ve paranazal sinüslerin BT ile görüntülenmesi; tümör evre ve sınırlarının belirlenmesinde, radyoterapi ve cerrahi planlamada sıklıkla kullanılan bir tekniktir (Bakıcı ve ark., 2020; Brinkschulte ve ark., 2013; Tromblee ve ark., 2006).

Paranazal sinüs hastalıkları tanısında BT ile, yumuşak doku değişiklikleri, kemik dokuda lizis ve komşu yapılarda tutulum olup olmadığı değerlendirilebilir. Yumuşak doku kitleleri, kemik erimesi veya yıkımı ve nazal bölge, gözler ve beyin gibi komşu yapılarda olabilecek invazyonlar da görüntülenebilir. Paranazal sinüs hastalıkları tanısı için BT kullanmanın avantajları, değişiklikleri tespit etmede artan hassasiyet ve

doğruluğun yanı sıra lezyonların kapsamını ve ciddiyetini, komşu yapıların tutulumunu değerlendirme becerisini içerir (Cohn, 2020; Johnson ve ark., 2006; Park ve ark., 1992; Saunders ve ark., 2003).

1.3.4.1. Tarihçe

Bilgisayarlı tomografinin 1970'ten günümüze sürekli teknolojik gelişmeler ve iyileştirmelerle klinik tıpta yaygın kullanım alanı bulmaktadır. İlk olarak fizikçiler ve mühendisler tarafından kullanılan BT kısa sürede tıp alanında da kullanıma girmiştir. İlk BT cihazları, görselleştirilmesi imkansız olan beyin ve diğer organların görüntülenmesine imkan sağlıyordu. BT, 1980'lerin sonunda beşeri tıp kurumlarında ilk olarak hayvanların taranmasıyla tanıtılmıştır. Veteriner Hekimlikte ilk kez kullanımı; 1989 yılında Paris'te École Nationale Vétérinaire d'Alfort kampüsüne kurulan BT ile olduğu düşünülmektedir. İlk başlarda kedi ve köpeklerde, nörolojik ve nazal hastalıkların tanısında kranium taranmalarında kullanılmıştır (Ohlerth ve Scharf, 2007). BT'nin ilk kullanılmaya başlandığı dönemlerde bir kesit için 5 dakika gibi bir süre gerekirken; bu süre günümüzde 300.000 kat daha hızlanmıştır (Tang ve Xie, 2018). BT, Veteriner Hekimlikte, nörolojik, onkolojik, ortopedik ve hepatobilier hastalıklar başta olmak üzere, pek çok hastalığın tanısında sıklıkla kullanılan görüntüleme yöntemlerinden biridir (LeBlanc ve Daniel, 2007; Randall, 2016).

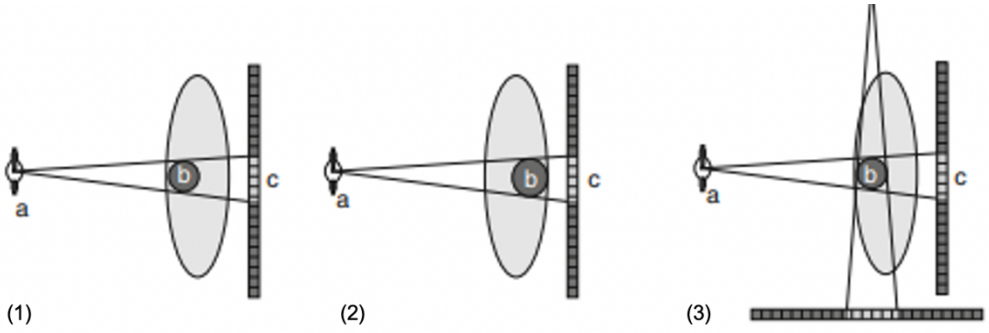
1.3.4.2. Bilgisayarlı Tomografi Cihaz Bileşenleri

BT ünitesi; tarama bölümü, görüntünün işlendiği bilgisayar ünitesi ve operatör odasından oluşur. X-ışını tüpü, kolimatör ve dedektörlerin içinde bulunduğu gantri BT cihazının en önemli bileşenidir. X-ışını tüpü ise elektronların bulunduğu katot ve elektronların ilerleyeceği anot bölümlerinden oluşur. Belirli bir akımla harekete geçen elektronlara maruz kalan anotta enerji açığa çıkar. Bu enerjinin %1'i x-ışınlarına dönüşür. Geriye kalan enerji ise ısı enerjisine dönüşür. Oluşan x-ışınları dedektörler

tarafından alınır. BT cihazına yarım daire şeklinde yerleştirilmiş olan; tüp ve dedektörler aynı anda dönerek çok sayıda kesit görüntünün çok hızlı bir şekilde oluşmasını sağlar. Hasta ile tüp ve dedektör arasında kolimatörler bulunur. Kolimatör, x-ışını fotonlarını yönlendirerek hastanın daha az ışın almasını ve yüksek görüntü kalitesi sağlar (Haidekker, 2013; Kalender, 2005).

1.3.4.3. Bilgisayarlı Tomografi Cihazının Çalışma Prensibi

Radyografide olduğu gibi BT; x-ışınının, objelerden farklı oranlarda geçmesi ve emilmesi prensibine dayanmaktadır. Görüntüleme sırasında hastaya, x-ışını demetinin gönderilmesi ve bir dizi kesit görüntünün alınması için bilgisayarlar vasıtasıyla sinyaller üreten bir prensip ile çalışmaktadır. Standart bir x-ışını ile görüntülenmek istenen yapının tam lokalizasyonu belirlenemez, bu nedenle en az iki yönlü kesit gereklidir (Şekil 1.5). BT ile hastanın kesitsel görüntüleri alınarak tam bir harita çıkarılır. "Tomografi" kelimesi Yunanca kesmek ve grafiklendirmek anlamına gelen iki kelimeden türetilmiştir, yani BT ile herhangi bir diseksiyon işlemi yapılmadan hastanın kesit görüntüleri alınabilir (Haidekker, 2013).



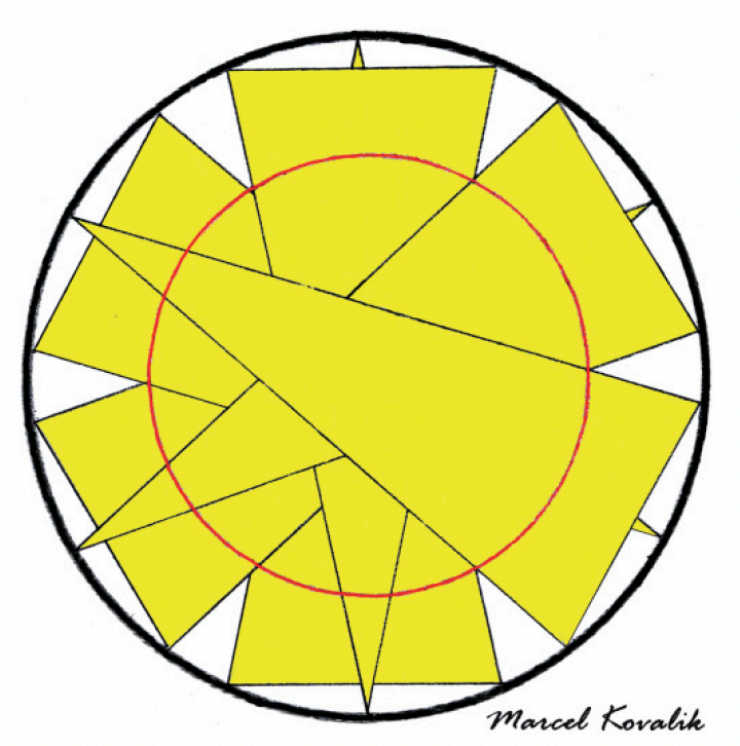
Şekil 1.5. "a", X-ışını kaynağı; "b", hastadaki kitlesel lezyon olarak düşünüldüğünde "c" lezyon olarak görüntülenir. (1) ve (2) olgularında, görüntüler neredeyse aynı olurken (3) lezyonun yerine ilişkin net bilgi verir (Haidekker, 2013).

Dar açılı ve tek dedektörlü ilk nesil BT ile tarama sürelerinin oldukça uzun olması nedeniyle daha geniş açılı x-ışını sağlayan ikinci nesil tarayıcılar üretilmiştir.

Üçüncü ve dördüncü nesil tarayıcıların geliştirilmesiyle BT taramalarında alınan verim yüksek oranda artmıştır. Üçüncü nesil tarayıcılarda x-ışını tüpü hastanın etrafında 360 derece dönerken dördüncü nesil tarayıcılarda daire şeklinde dedektör ve dönen x-ışını tüpü mevcuttur (Ford Carleton ve ark., 2016; Kalender, 2005; Ohlerth ve Scharf, 2007).

1.3.4.4. Görüntü Oluşumu

Bilgisayarlı tomografi, konvansiyonel radyografiden özellikle görüntü oluşum şekli açısından oldukça farklıdır. BT ile görüntü oluşumu kapsamlı bir süreçtir. Görüntü oluşumu tarama ile başlar. Bu aşamada görüntülenen kesitten geçen x-ışınlarının izdüşümü alınır. Tek bir yönden gelen ışın ile sadece bir izdüşümü alınabilir, 360^0 dönerek çok sayıda izdüşümü alınır ve bilgisayara aktarılır (Ohlerth ve Scharf, 2007) (Şekil 1.6).

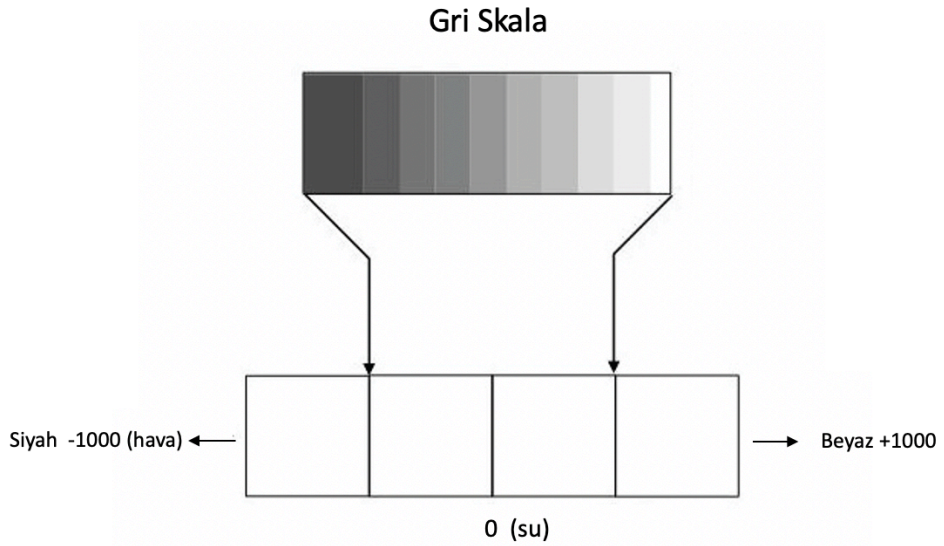


Şekil 1.6. Gantri ile aynı anda dönen x-ışını tüpünün şematize görünümü; sarı üçgenler gantri ve x-ışını tüpünün hareketi süresince elde edilen yansımalar. Kırmızı daire FOV (field of view) içinde

yer alan alanlardan elde edilen görüntüler tekrar yapılandılarak tam kesitsel görüntü oluşumu (Saunders ve Schwarz, 2011).

X-ışını kaynağından yönlendirilen ışınlar, dokulara nüfuz eder ve primer ışın absorbe olurken sekonder ışın yansır. X-ışınlarının dokular tarafından absorbsiyonu ilerlediği dokuya ve kalınlığına göre değişkenlik gösterir. Kaynaktan çıkan primer x-ışını yoğunluğu ve hastadan yansıyan ışın arasındaki fark belirlenir, tüpden dedektöre kadar ışınların zayıflama değeri hesaplanabilir (Ohlerth ve Scharf, 2007). Yüksek kV değerli ışınların lineer absorbsiyonu doku yoğunluğu ya da daha doğrusu elektron yoğunluğundan kaynaklanır. Kemik gibi yüksek elektron yoğunluklu dokular; sıvı veya yağ gibi düşük elektron yoğunluklu dokulara kıyasla daha yüksek bir lineer absorpsiyona sahiptir. Farklı projeksiyonlardan elde edilen zayıflama verileri matematiksel bir işlem kullanılarak hesaplanır. Bu, incelenen doku kesitindeki matrisin her bir hacim öğesindeki (kısa voksel) ortalama x-ışını absorpsiyonlarının bir matrisini üretir. Bu matrisin her öğesindeki ortalama zayıflama değerleri iki boyutlu dijital görüntü matrisinde gri tonlarda resim elemanları (pikseller) olarak gösterilir. Piksellerin birleşmesiyle, üç boyutlu kübik vokseller matris oluşturarak bir doku kesitinin görüntüsünü meydana getirir (Kalender, 2005; Ohlerth ve Scharf, 2007).

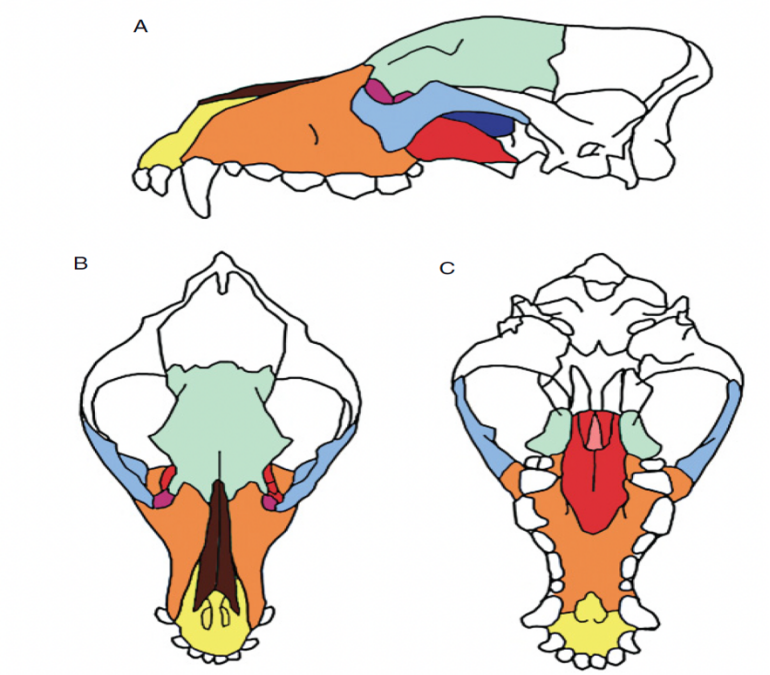
Sir Godfrey Hounsfield, tomografi çekimlerinde radyolojik ölçeklendirme birimi olarak Hounsfield Birimi (HU) değerini ortaya koymuştur. Dokuların değerlendirilmesinde kullanılan bu değer ile bir skala oluşturmuştur. Bu skalada her voksele bir sayı verilir. Bu sayı yoğunluğu sudan yüksek olanlarda artı değer alırken düşük olanlarda eksi değer alır. Kaydedilen değerler Hounsfield skalası kullanılarak siyah, beyaz ve gri tonlarında görüntü oluşturur (Şekil 1.7) (Hathcock ve Stickle, 1993; Ohlerth ve Scharf, 2007).



Şekil 1.7. Oluşan bilgisayarlı tomografi görüntüsünde Hounsfield skalası sayıları; gri bir skalaya dönüştürülür. Hounsfield skalasında +1000 kortikal kemiğe, -1000 havaya ve 0 suya denk gelir. Merkezi gri renk (pencere seviyesi) ve bu seviyenin altındaki ve üstündeki aralık (pencere genişliği) seçilebilir (De Rycke, 2007).

1.4. Nazal Boşluk ve Paranazal Sinüs Bilgisayarlı Tomografik Anatomisi

Nazal boşluk; insiziv, maksiller, lakrimal, zigomatik, palatinal, vomer, presfenoid ve etmoid kemikler tarafından bilateral olarak sarılıdır (Şekil 1.8). Rostral sınırda burun deliklerine kadar uzanan nazal boşluk kaudalde kribroform plaka ve nazofarenkse kadar uzanır. Kribroform plaka nazal boşluk ve kranial boşluk arasında yer alan elek benzeri bir bölmedir. Yaklaşık olarak 300 foramina tarafından delinerek nervus olfaktorus dallarınına geçiş alanı sağlar. Kribroform plakanın bütünlüğü bilgisayarlı tomografik görüntülemede en iyi dorsal kesitlerde değerlendirilir (Saunders ve Schwarz, 2011).



Şekil 1.8. Köpek kafatası (A) lateral, (B) dorsal ve (C) ventral görünümleri. Nazal boşluk ve frontal sinüsü çevreleyen kemikler; insiziv kemik sarı, lakrimal kemik mor, maksiller kemik turuncu, nazal kemik kahverengi, palatinal kemik kırmızı, presfeniod kemik koyu mavi, vomer pembe, zygomatik kemik gökmavisi, frontal kemik yeşil (Saunders ve Schwarz, 2011).

Sağ ve sol nazal boşluk nazal septum ile ayrılmıştır. Nazal septumun rostral kısmı, kıkırdaksal ve zarımsı yapıda; kaudal kısmı ise kemikleşmiş yapıdadır. Kedilerde nazal septum, bilgisayarlı tomografide genellikle kıvrımlı görünümdedir (Şekil 1.9) (Saunders ve Schwarz, 2011). Konkalar nazal boşlukta bulunan ince kıvrımlı etrafı mukoza ile çevrili ince kemiklerdir. Konkaların simetrik yapısı anormaliklerin tespitinde önemli bir rol oynar (Wisner ve Zwingenberger, 2015).

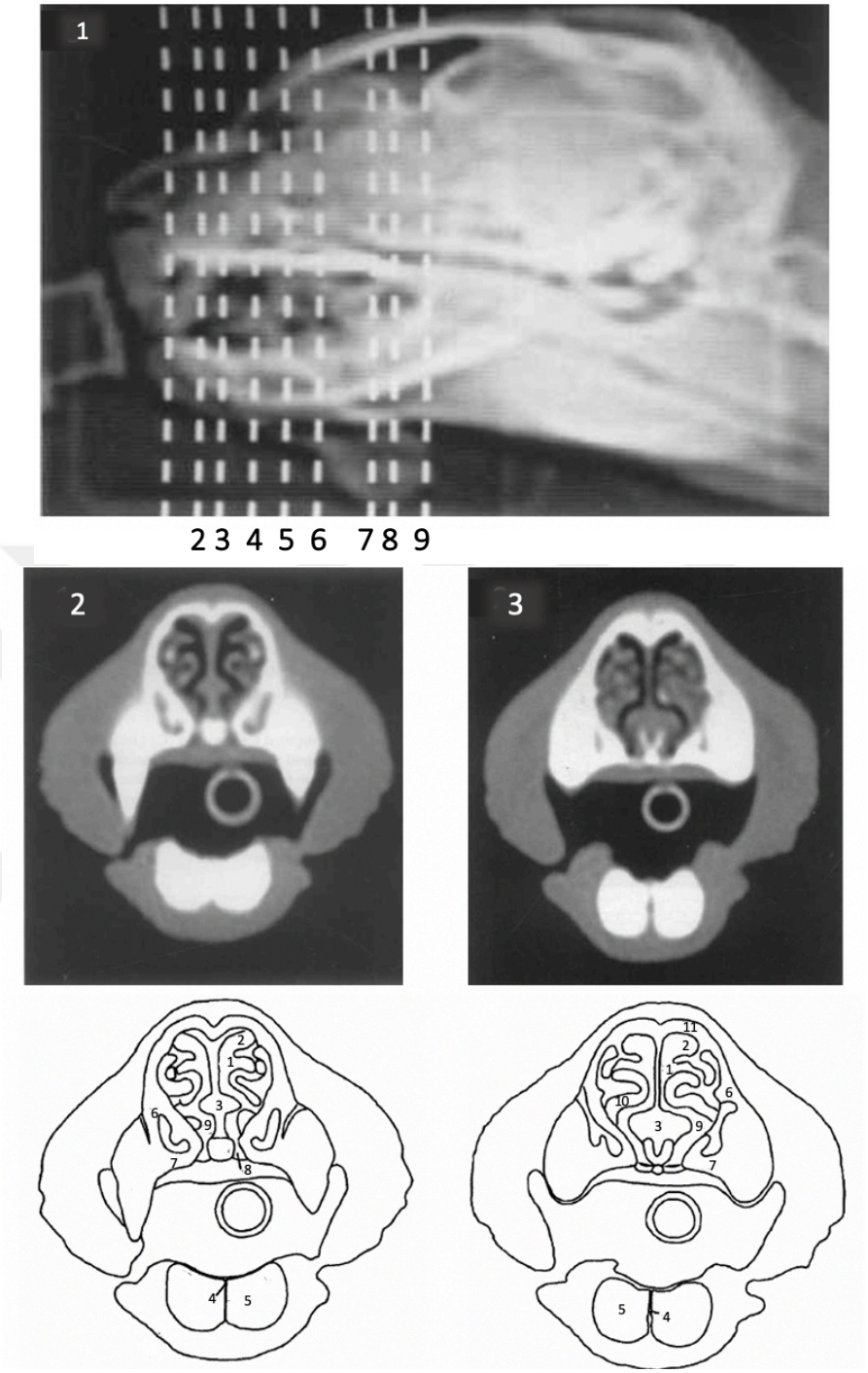
Nazal konkalar, nazal boşluğun rostral kısmında daha yoğun bir şekilde yapılanmışken kaudale doğru kalınlaşarak aralarında bulunan hava boşlukları daha belirginleşir. Konkaların BT ile yapılarının değerlendirilebilmesi için ince kolimasyon gereklidir (Wisner ve Zwingenberger, 2015).

Etmoid konkalar, nazal boşluğun kaudal yarısının büyük kısmı kaplar. Etmoid konkalar kaudalde kribroform plakaya bağlıdır ve etmoid kemiğin orbital tabakası (orbital lamina) ile çevrilidir. Frontal sinüsün alt kısmını istila eden etmoid konkalar

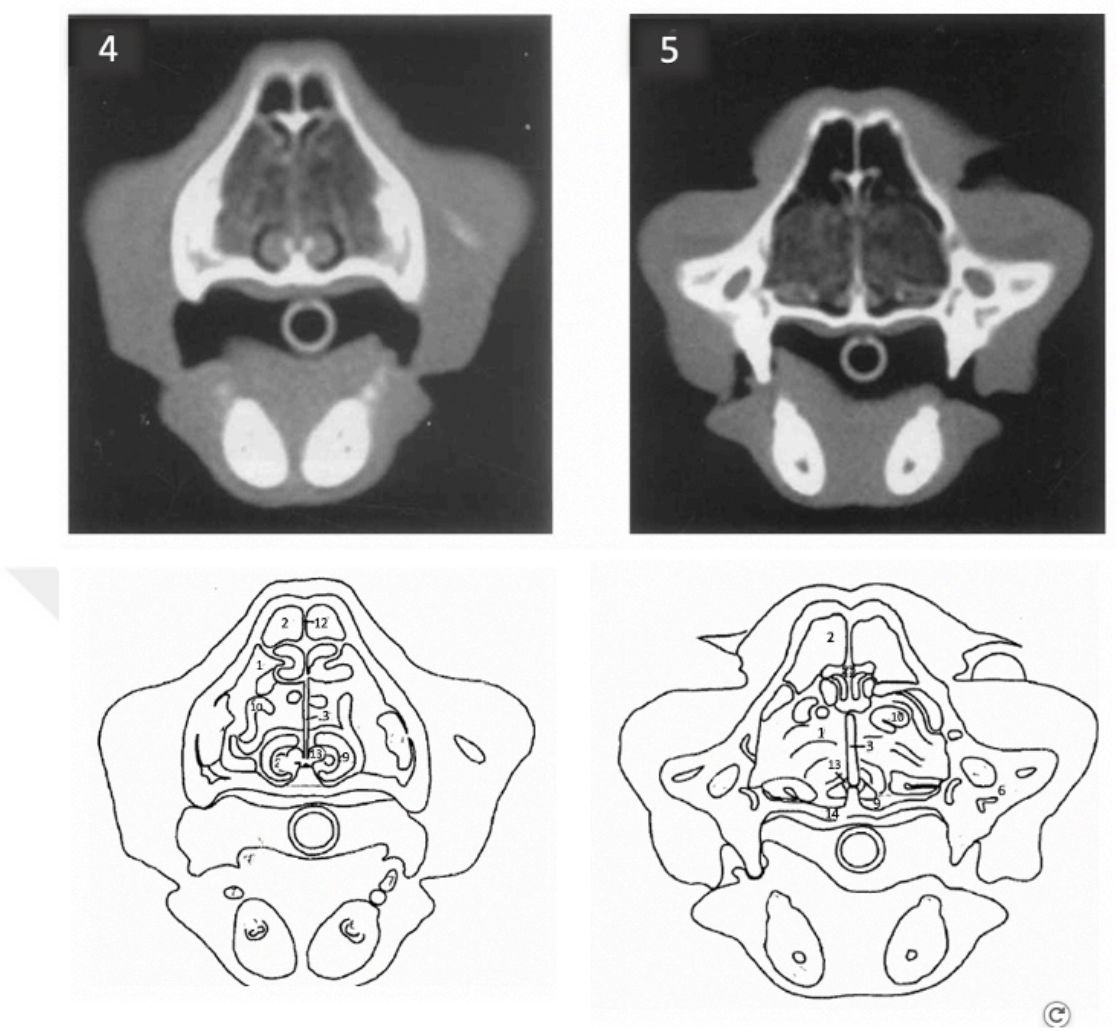
oldukça yaygındır. Etmoid konkalar dört uzun iç konka (I-IV) ve altı küçük dış konkadan oluşur. Dış ve iç konkaların ayrımı konumlarına göre yapılmıştır. Her etmoidal yapı, etmoid kemiğin orbital laminasına bağlı olan temel kemiksel bir yaprak içerir (Saunders ve Schwarz, 2011).

Genellikle nazal konka olarak isimlendirilen nazal boşluğun rostral yarımı, dorsal ve ventral nazal konkaya saplanmıştır. Kedilerde ventral konka köpeklerden farklı olarak kısa ve oldukça kalındır. Nazal kemikten köken alan ve birinci iç konkanın uzantısı olan dorsal nazal konkalar pürüzsüz kıvrımlı tabakalardır. Kalın ve kısa yapıda olan ventral nazal konka nazal boşluğun rostral 2/3'ünü kaplar. Maksilladan köken alır ve ikinci iç konkanın uzantısıdır. Uzunlamasına birçok kıvrımlı parşomen benzeri yapıya ayrılarak genişleyen ventral nazal konka damarsal açıdan zengin bir mukoza ile kaplıdır ve rostrale doğru alar kıvrım ile devam eder. Bilgisayarlı tomografide etmoidal konkaların yapısal birçok varyasyonu izlenir (Saunders ve Schwarz, 2011).

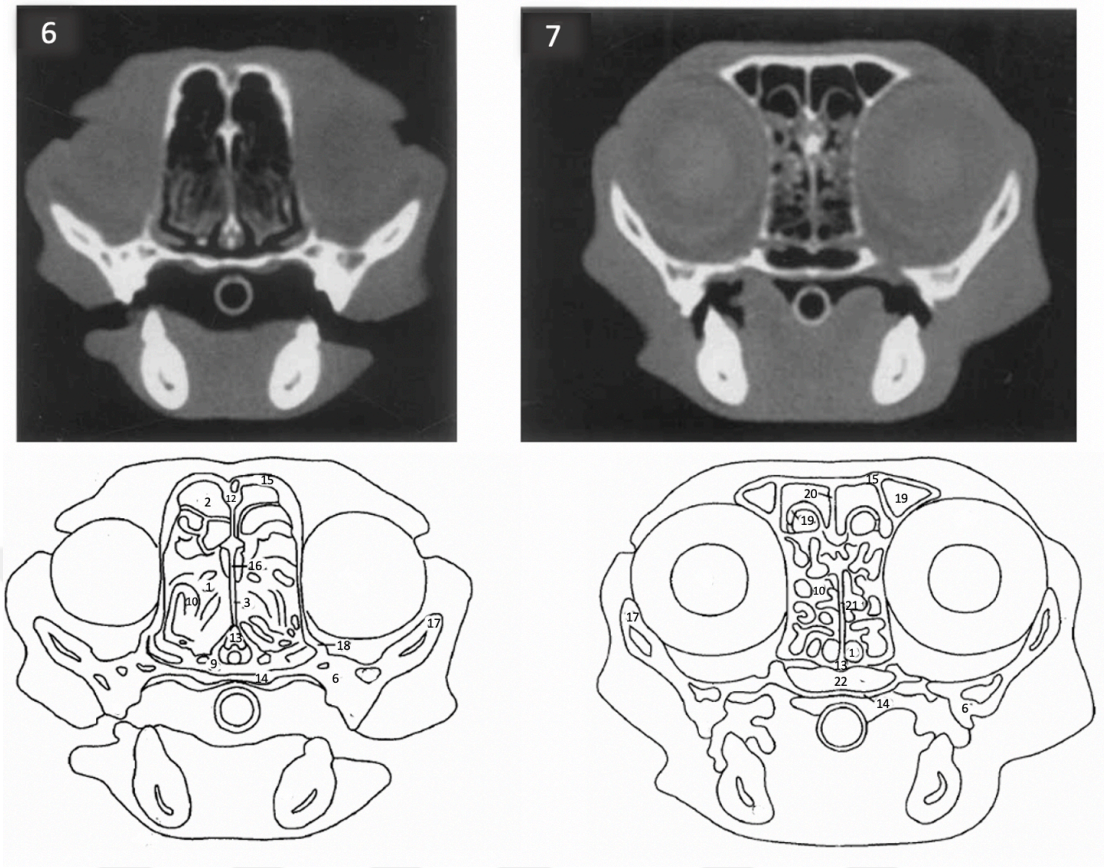
Paranazal sinüsler ince veya tespit edilemeyen mukozal uzanımları olan çevresi kemikler ile sınırlandırılmış hava dolu alanlardır (Saunders ve Schwarz, 2011; Wisner ve Zwingenberger, 2015). Frontal sinüs, maksiller uzantı (maksiller recesses) ve nazal fundus köpeklerde paranazal sinüsleri oluşturur. Kedilerde farklı olarak maksiller uzantı oldukça küçüktür ve nazal fundus yerine kıvrımlı septumu olan gerçek sfenoid sinüs mevcuttur (Şekil 1.9). Paranazal sinüsler nazal boşluk ile ilişki halindedir. Köpeklerde rostral, medial ve lateral olmak üzere 3 bölümden oluşan frontal sinüs kedilerde bölümlere ayrılmamıştır. Erkek kedilerde belirgin şekilde büyük olan frontal sinüs kafatasının karakteristik yapısını oluşturur (Saunders ve Schwarz, 2011).



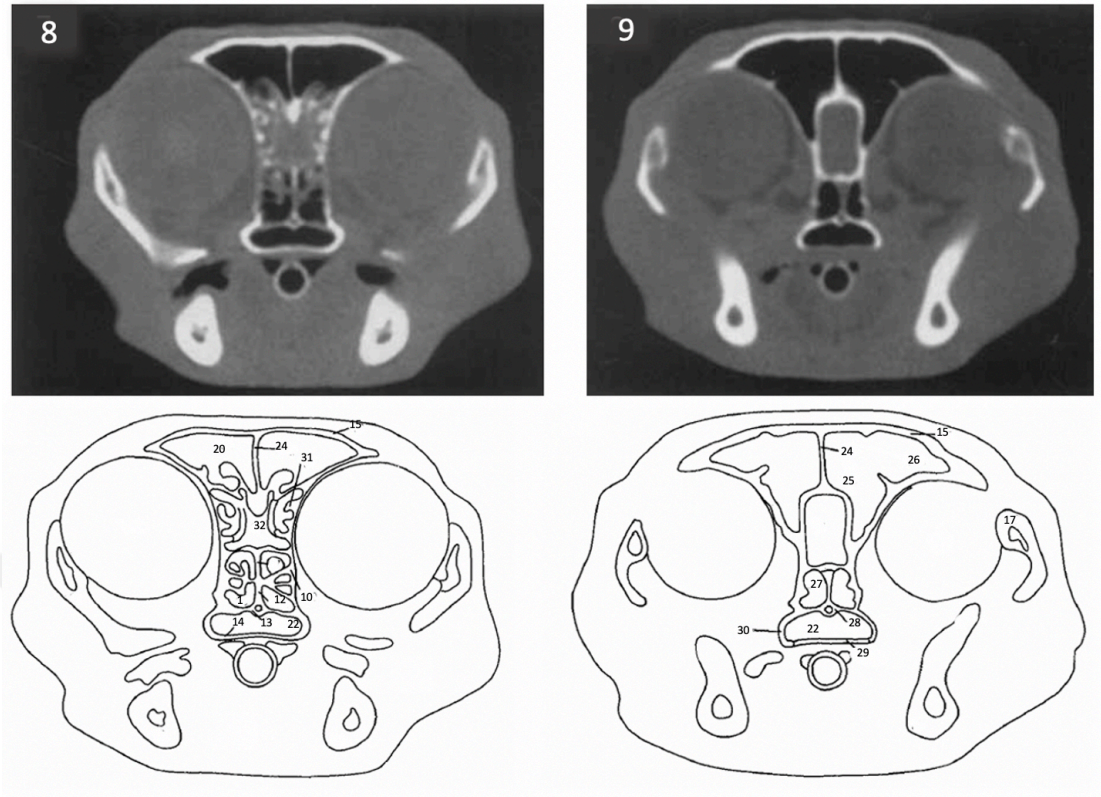
Şekil 1.9. (1) Kedi kafası lateral scout (öncül) görüntüsü; beyaz noktalarla işaretlenmiş ve numaralandırılmış (2-9) çizgiler transversal kesit görüntülerdeki seviyeleri gösterir. (2-9) BT transversal kesit kedi kafa görüntüleri ve aynı seviyedeki şematize çizimleri. Numaralandırılmış anatomik yapılar; 1: nazal boşluk, 2: dorsal nazal meatus, 3: kıkırdak nazal septum, 4: symphysis mandibula, 5: mandibula, 6: maksilla, 7: insiziv kemik, 8: insiziv foramen, 9: ventral nazal meatus, 10: etmoid konkalar, 11: nazal kemik (Losonsky ve ark., 1997).



Şekil 1.9. Devam. (1) Kedi kafası lateral scout (öncül) görüntüsü; beyaz noktalarla işaretlenmiş ve numaralandırılmış (2-9) çizgiler transversal kesit görüntülerdeki seviyeleri gösterir. (2-9) BT transversal kesit kedi kafa görüntüleri ve aynı seviyedeki şematize çizimleri. Numaralandırılmış anatomik yapılar; 1: nazal boşluk, 2: dorsal nazal meatus, 3: kıkırdak nazal septum, 6: maksilla, 9: ventral nazal meatus, 10: etmoid konkalar, 11: nazal kemik, 12: kemik nazal septum, 13: vomer kemiği, 14: sert damak (palatin kemiği) (Losonsky ve ark., 1997).



Şekil 1.9. Devam. (1) Kedi kafası lateral scout (öncül) görüntüsü; beyaz noktalarla işaretlenmiş ve numaralandırılmış (2-9) çizgiler transversal kesit görüntülerdeki seviyeleri gösterir. (2-9) BT transversal kesit kedi kafa görüntüleri ve aynı seviyedeki şematize çizimleri. Numaralandırılmış anatomik yapılar; 1: nazal boşluk, 2: dorsal nazal meatus, 3: kıkırdak nazal septum, 6: maksilla, 9: ventral nazal meatus, 10: etmoid konkalar, 12: kemik nazal septum, 13: vomer kemiği, 14: sert damak (palatin kemiği), 15: frontal kemik, 16: kemik nazal septum ventral kısmı, 17: zigomatik kemik, 18: lakrimal kemik, 19: dorsal nazal konka, 20: frontal sinüs median septum, 21: kemik nazal septum ventral kısmı (Losonsky ve ark., 1997).



Şekil 1.9. Devam. (1) Kedi kafası lateral scout (öncül) görüntüsü; beyaz noktalarla işaretlenmiş ve numaralandırılmış (2-9) çizgiler transversal kesit görüntülerdeki seviyeleri gösterir. (2-9) BT transversal kesit kedi kafa görüntüleri ve aynı seviyedeki şematize çizimleri. Numaralandırılmış anatomik yapılar; 1: nazal boşluk, 10: etmoid konkalar, 12: kemik nazal septum, 13: vomer kemiği, 14: sert damak (palatin kemiği), 15: frontal kemik, 17: zigomatik kemik, 20: frontal sinüs median septum, 22: nazofarenks, 24: frontal sinüs median septum, 25: frontal sinüs medial kısmı, 26: frontal sinüs lateral kısmı, 27: sfenoid sinüs, 28: presfenoid kemik, 29: yumuşak damak, 30: palatin kemiği, 31: kribroform plaka, 32: bulbus olfaktorus (Losonsky ve ark., 1997).

İnsanlarda sfenoid sinüsler, sfenoid sinüs içinde yer alan çift hava dolu boşluklardır. Doğumda küçük boşluklar şeklinde olan sfenoid sinüslerin esas gelişimi ergenlikten sonra şekillenir. Erken yaşamda sfenoid sinüsler, presellar bölgenin içine posterior yönde gelişerek sella turcicanın alt ve arka kısmına doğru genişler ve ergenlik dönemi boyunca tam boyutuna ulaşır (Nejaim ve ark., 2019).

İnsanlarda frontal sinüs gelişimi gebeliğin 4-5. haftasında başlayıp intrauterin ve postnatal dönemde devam eder. Uzunluk, genişlik ve derinliğine gelişimi devam eden frontal sinüs yapısı 20 yaşından itibaren; kırık, tümör, ciddi enfeksiyonlar gibi durumlar dışında değişim göstermez. Frontal sinüs anatomisi yaşam boyunca sabit kalır ancak ileri yaşlarda atrofik değişimlere bağlı olarak kademli pnömatizasyon

şekillenebilir (Park ve ark., 2022; Uthman ve ark., 2010). Şekil, simetri ve gelişim yönünden çok farklılık gösteren frontal sinüsler pnömatik paranazal sistemin en zorlu yapısıdır. Bireyler arasında yüksek oranda varyasyon izlenmekle birlikte bireysel olarak kafatasında farklı pozisyonlarda varyasyonlar gözlemlenir (Uthman ve ark., 2010).

1.5. Medikal Görüntü Segmentasyon Yöntemleri ve Yazılımlar

Son otuz yılda, bilgisayar destekli görüntü analizi teknolojisi hızla gelişmiştir ve araştırmalar için güçlü yeni araçlar sunmuştur. Bilimde geniş bir uygulama alanı bulan bu teknoloji, görüntü verilerinin elde edilmesi, işlenmesi ve ölçüm tekniklerinin çeşitliliğine yol açmıştır. Bu tekniklerin geliştirilmesi, bilim insanlarına 3 boyutlu nesnelerin 2 boyutlu ölçümlerinde elde edilen hassasiyetle ilgili sınırları aşma imkanı sağlamıştır. Tıp alanı; 3D Doctor (Able Software Corp., Lexiton, MA, USA) gibi 3 boyutlu yeniden yapılandırma yazılımlarının hızlı gelişim göstermesine en çok katkıda bulanan alandır (Galli ve ark., 2007).

Segmentasyon görüntüleri meydana getiren alt bölgelerin ayırılması işlemidir. Manuel segmentasyon öznel değişkenlik gösterebilen ve fazla zaman alan bir işlemdir. Manuel segmantasyonun tekrar yapılması zordur ve buna bağlı olarak güvenilirlik düzeyi düşüktür. Bu nedenle otomatik segmentasyon daha çok tercih edilen bir yöntemdir (Clarke ve ark., 1995; Withey ve Koles, 2007). Ancak otomatik segmentasyon işleminde şekillenebilen kayda değer problemlerin çözülmesi için araştırmalar hala devam etmektedir (Clarke ve ark., 1995; Duncan ve Ayache, 2000; Withey ve Koles, 2007).

Medikal görüntü segmentasyonunda 3 temel problem vardır. Görüntülerde şekillenen gürültü piksel yoğunluğunu etkileyerek ve kesin sınıflandırılmayı

engelleyebilir. Görüntü uzanımı tek bir dokunun yoğunluğu kademeli olarak değişebilir, düzensiz bir yoğunluk sergileyebilir. Görüntülerin piksel boyutu sınırlıdır ve kısmı hacim ortalaması etkisine tabidir yani tek bir piksel hacmi doku karışım sınıflarını içerebilir ve görüntünün piksel yoğunluğu herhangi bir sınıf ile uyumlu olmayabilir (Withey ve Koles, 2007). Segmentasyon sonuçları aynı kişinin tekrar segmentasyonunda veya farklı kişi tarafından yapılan segmentasyonlarda farklılık gösterir. Bu problemler ve insan doku dağılımındaki bireysel dağılım; segmentasyon sonuçlarına belirli bir derece belirsizlik eklenmesi gerekliliğini getirir. Ancak tıbbi uzmanlar in-vivo görüntüleme için yapılan segmentasyon sonuçlarını genel anlamda mevcut doğru olarak kabul ederler (Clarke ve ark., 1995; Withey ve Koles, 2007).

Literatürde medikal görüntü segmentasyonu; her biri yeni bir algoritmik gelişim düzeyini temsil eden 3 jenerasyona ayrılmıştır. Bu jenerasyonlar otomatik segmentasyona yönelik ilerlemeyi gösterir. Birinci jenerasyon; en eski ve en düşük seviye işleme yöntemleri kapsar. İkinci jenerasyon; görüntü modelleri, optimizasyon yöntemleri ve belirsizlik modellerini içeren algoritmalardan oluşur. Üçüncü jenerasyon bilgileri birleştirebilen bir algortimaya sahiptir (Withey ve Koles, 2007).

Otomatik segmentasyon yöntemleri; denetimli ve denetimsiz olarak sınıflandırılmıştır (Bezdek ve ark., 1993). Denetimli segmentasyon sürecinde operatör etkileşimi gerektirirken; denetimsiz segmentasyon işlemi tamamlandıktan sonra operatör müdahalesi gerektirir (Withey ve Koles, 2007). Tekrarlanabilir sonuçların elde edilmesi için denetimsiz segmentasyon tercih edilmekle birlikte (Clarke ve ark., 1995; Withey ve Koles, 2007); yetersiz sonuçlarda hataların düzeltilebilmesi için hala operatör etkileşimi gereklidir (Olabarriaga ve Smeulders, 2001).

3D Doctor programı vektörel tabanlı segmentasyon teknolojisine sahip hacimsel işleme (volumetric rendering software) yazılımıdır (Sönmez ve ark., 2008). Bu yazılım 3 boyutlu modelleme, görüntü işleme ve ölçüm için MRG, BT, PET, mikroskopi, bilimsel ve endüstriyel gibi alanlarda kullanım alanına sahiptir. 3D Doctor gri skala ve

renkli görüntülerin DICOM, TIFF, GIF, JPEG, PNG, BMP, PGM, RAW gibi birçok fortmatta kullanımını destekler (Pena ve Foote, 2008). Yazılım ile 2 boyutlu kesitsel görüntülerden istenilen alanın manuel, yarı-otomatik veya otomatik segmentasyonu ile 3 boyutlu görünümleri yapılabilir (Sönmez ve ark., 2008).

3D Doctor ile cerrahi planlama, simülasyonlar, kantitatif analizler ve hızlı prototip uygulamaları için mesh modelleri çıkarılabilir; 3 boyutlu hacim analizi ve kantitatif analizler için farklı 3 boyutlu ölçümler yapılabilir. İstenilen bölgenin yüzey ölçümü, hacim ölçümü, histogram analizine olanak sağlar ve detaylı analiz raporu verir. İki farklı kesit görüntü arasında veya BT ve MRG görüntüleri arasında 4 veya daha fazla kontrol noktası ile görüntülerin füzyonunu sağlayarak görüntüleme başarısını artırır. 3D Doctor programı, medikal ve 3 boyutlu görüntüleme uygulamalarında FDA (US Food and Drug Administration 510K Clearance) onaylıdır. Harvard, Stanford, Johns Hopkins gibi birçok üniversite, endüstriyel ve askeri alanlarda 3 boyutlu görüntüleme uygulaması olarak kullanım alanı bulmuştur (Able Software Corp., 2023).

Nazal boşluk ve paranazal sinüslerin değerlendirilmesinde BT bazlı segmentasyon kullanışlı bir yöntemdir (Cellina ve ark., 2021, Pirner ve ark., 2009). Paranazal sinüs analizlerinde hacim ölçümü en kolay ve en önemli indekstir. Segmentasyonla oluşturulmuş 3 boyutlu modeller hastaların bireysel anatomisini gösterir. Bununla birlikte rekürent sinusite neden olan az sayıda anatomik varyasyon mevcuttur (Pirner ve ark., 2009). Paranazal sinüs segmentasyonunda manuel, yarı otomatik ve otomatik yöntemler kullanılabilir. Manuel segmentasyon işleminde tecrübe oldukça önemlidir ve çok zaman alır. Bu nedenle günlük uygulamalarda uygun bir yöntem değildir. Yarı otomatik segmentasyonda iki farklı işleyiş şekli mevcuttur. Birincisi önceden ayarlanmış bir yoğunluk eşiğine göre komşu vokselleri içerir diğeri ise gri tonlaması gibi spesifik kriterlere göre görüntüleri bölümlere ayırır. Otomatik segmentasyon; otomatik kontür başlatma ve aktif kontür segmentasyonundan oluşur (Cellina ve ark., 2021).

Adli tıpta kalıntılardan kimlik tanımlanmasında, ölüm öncesi ve ölüm sonrası frontal sinüs röntgenlerinin kıyaslanması kabul görmüş bir yöntemdir. Frontal sinüsler, parmak izi gibi oldukça bireysel yapılardır. İki bin çocukta yapılan bir çalışmada hiçbirinde aynı görüntü elde edilmemiştir. Tek yumurta ikizlerinde dahi frontal sinüsler farklı gelişim gösterir (Uthman ve ark., 2010).

Beşeri hekimlikte görüntüleme teknolojilerinin ilerlemesi ve fonksiyonel endoskopik sinüs cerrahilerinin geliştirilmesi ile paranazal sinüs ve özellikle de sfenoid sinüslerin anatomisi artarak önem kazanmıştır. Fonksiyonel endoskopik sinüs cerrahisi, sfenoid sinüsten geçilerek hipofiz bezine ulaşım olanağı sağlar. Ancak sfenoid sinüs pnömatizyonunda görülen varyasyonlar cerrahi zorluklara yol açabilmektedir. Bu nedenle sfenoid sinüslerin morfolojik ve metrik analizleri, transsfenoideal cerrahilerde risk düşürülmesi açısından oldukça önemlidir (Gibelli ve ark., 2018).

Kedilerde oldukça sık rastlanan sinonazal hastalıkların tanısı bölgenin karmaşık anatomisinden dolayı güçtür. Paranazal sinüslerin anatomik yapılarının bilinmesi ve hacimlerindeki değişimlerin saptanabilmesi hastalığın erken ve doğru tanısı hastalığın sağaltım yönteminin belirlenmesi, cerrahisi ve prognozu açısından önemlidir. Bilgisayarlı tomografik görüntüleme bazlı segmentasyon ile sinüs hacim ölçümleri ve 3 boyutlu yapılandırma teknikleri beşeri hekimlikte artarak önem kazanmış ve bu alanda çalışmalar hala devam etmektedir. Yapılan çalışmalarda segmentasyon teknikleri kıyaslanarak paranazal sinüslerin tam anatomik görünümleri ve hacimleri; yaş, ırk, cinsiyet gibi faktörlerinde etkisi araştırılmaktadır. Farklı hastalıklarda, nazal septal deviasyonlarda, dental patolojilerde sinüslerin hacim ölçümleri ve 3 boyutlu yapılandırılması yapılarak normal hacimlerle kıyaslanmaktadır. Çıkarılan 3 boyutlu anatomik haritalar operasyon öncesi simülasyonlar da kullanılarak cerrahi başarı oranları artırılmaya çalışılmaktadır.

Bu çalışmada paranazal sinüs patolojisi olmayan kedilerin paranazal bölge anatomisi değerlendirilerek, anatomik varyasyonlar tespit edilmesi amaçlanmıştır. Paranazal sinüslerin, BT bazlı yarı otomatik segmentasyon ile hacim ölçümleri ve 3 boyutlu yapılandırılması yapılacaktır. Kafatası uzunluk ve genişlik ölçümü yapılarak bu ölçümler ile hacim ölçümleri istatistiksel olarak değerlendirilecektir. Elde edilen bulgular ile kedilerde referans sinüs hacmi bulunarak hastalıkların rutin tanısında kullanılması amaçlanmıştır.

2.GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Gereç

Bu çalışmanın gerecini 2022-2023 yılları arasında Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Hastanesi Cerrahi Kliniği 'ne getirilen; farklı ırk, yaş (12 ay ve üzeri) ve cinsiyette, 20 paranazal sinüs patolojisi olmayan kediye ait bilgisayarlı tomografi görüntüleri oluşturdu.

Bu çalışma, Ankara Üniversitesi Rektörlüğü Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'nun 22.03.2023 tarih, 2023-6 toplantı no, 2023-36 dosya no, 2023-6-40 sayılı kararı ile onaylandı (Ek-1).

Çalışmada, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Cerrahi Anabilim Dalı Radyodiagnostik Ünitesinde'nde bulunan Fujifilm marka 32 kesit Supria model (Fujifilm Healthcare Corporation, Japonya, 2021) bilgisayarlı tomografi cihazı kullanılarak elde edilen görüntüler kullanıldı (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Fujifilm marka Supria model 32 kesit bilgisayarlı tomografi cihazı.

Anatomik yapıların değerlendirilmesi, kafatası uzunluk ve genişlik ölçümleri Fijifilm marka Supria model bilgisayarlı tomografi cihazında bulunan yazılım kullanılarak yapıldı. Değerlendirme ve ölçümlerde 20.1 inch 1920*1080 çözürünürlükte NDS marka Dome GX2mp model (California, USA) medikal diagnostik monitör kullanıldı.

Paranazal sinüs hacim ölçümleri ve 3 boyutlu yapılandırılması lisanslı 3D Doctor (Able Software Corp., Lexiton, MA, USA) programı kullanılarak yapıldı.

2.2. Yöntem

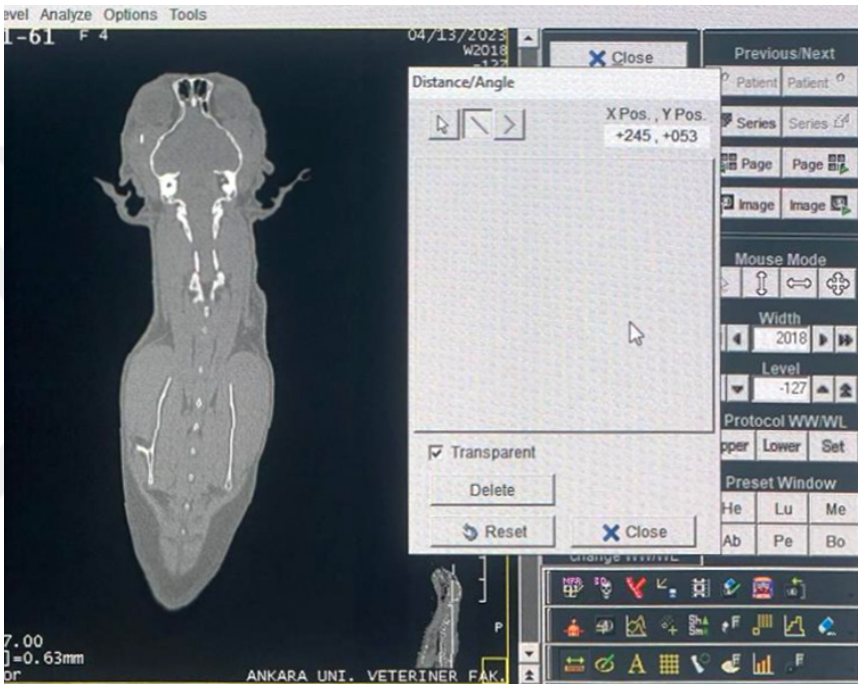
2.2.1. Görüntülerin Seçilmesi

Çalışmada Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Hastanesi Radyodiagnostik Birimi bünyesinde bulunan Fijifilm marka Supria model 32 kesit bilgisayarlı tomografi cihazı kullanılarak elde edilmiş 20 kediye ait kafa bölgesi bilgisayarlı tomografi görüntüleri kullanıldı. Bilgisayarlı tomografi işleminden 12 saat önce hastalar aç bırakıldı. Anestezi için 4 mg/kg dozda propofol (propofol 10mg/ml, Fresenius Kabi İlaç Sanayi ve Tic. Ltd. Şti., İstanbul, Türkiye) intravenöz olarak verildi. Hastanın entübasyonu yapıldı. Olguların BT görüntüleri rostralden kaudale sternal rekümbent pozisyonda 1,25 mm kesit kalınlığında, 120 kV, 180 mAs değerlerle alındı. Görüntülerin değerlendirilmesinde BT cihazının kendi yazılımları kullanıldı. Elde edilmiş olan transversal kesit paranazal sinüs BT görüntülerinden multiplanar reformat; 1,25 mm kesit kalınlığında sagittal ve dorsal kesit görüntüler oluşturuldu. Transversal, sagittal ve dorsal kesitler ayrı ayrı incelendi. İncelenen kesitsel görüntülerde paranazal sinüslerde patoloji tespit edilen olgular çalışma dışı bırakıldı.

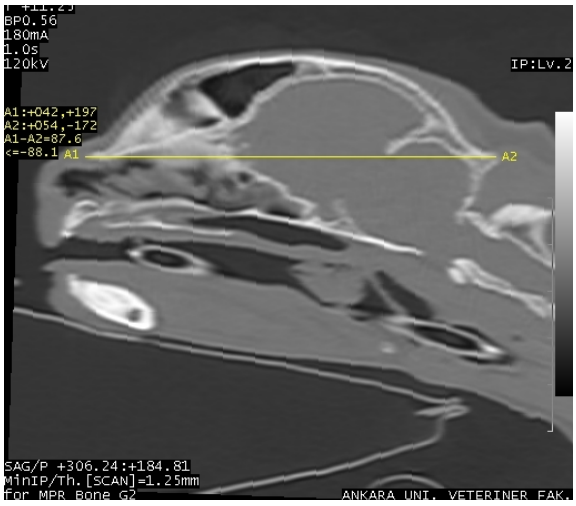
2.2.2. Kafatası Genişlik ve Uzunluk Ölçümleri

Kafatası uzunluk ölçümlerinde sagittal kesitsel görüntüler kullanıldı. Nazal kemiğin rostral sınırı başlangıç; protuberantia occipitalis externa bitiş noktası olarak referans alındı. Referans noktalarının görüntülendiği sagittal kesit görüntünün seçilmesini takiben BT cihazın kendi yazılımının “Analyze” sekmesinden “Mesured

Distance/Angle” seçeneği seçildi (Şekil 2.2). Çıkan menüde “Between 2 Points” tuşu tıklanarak olgulara ait sagittal kesit görüntülerde başlangıç noktası nazal kemiğin rostral sınırı (A1) bitiş noktası protuberantia occipitalis externa (A2) olacak şekilde işaretleme yapıldı. Elde edilen A1 ve A2 noktalarının koordinatları ve iki nokta arasındaki kafatası uzunluk ölçümü JPEG formatında dijital olarak kayıt altına alındı (Şekil 2.3). Elde edilen uzunluk mm cinsinden istatiksel analiz için kaydedildi.

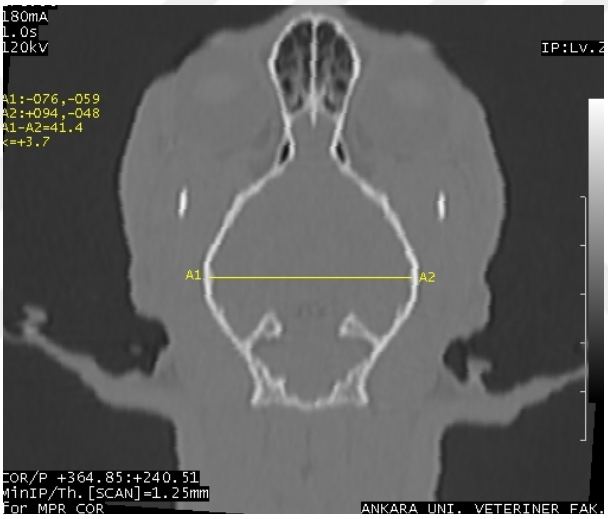


Şekil 2.2. BT cihazının “Mesured Distance/Angle” menüsü.



Şekil 2.3. Elde edilen A1 ve A2 noktalarının koordinatları ve iki nokta arasındaki kafatası uzunluklarının sagittal düzlemde ölçümü.

Kafatası genişlik ölçümü için dorsal kesitte kraniumun en lateral uç iki noktası referans olarak kullanıldı. Seçilen kesitsel görüntüde BT cihazının kendi yazılımında "Between 2 Points" sekmesi kullanılarak kafatasının en uç iki noktasından sağ taraf başlangıç noktası (A1) sol taraf bitiş noktası (A2) şeklinde seçilerek A1 ve A2 noktalarının koordinatları ve iki nokta arasındaki kafatası genişlik ölçümü JPEG formatında dijital olarak kayıt altına alındı (Şekil 2.4). Elde edilen genişlik mm cinsinden istatiksel analiz için kaydedildi.

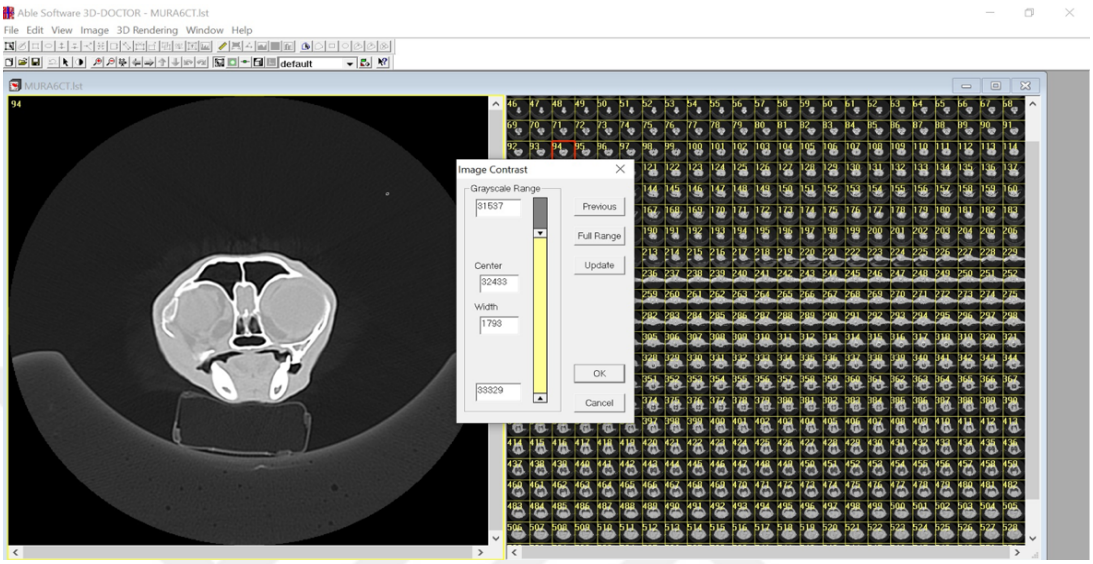


Şekil 2.4. Elde edilen A1 ve A2 noktalarının koordinatları ve iki nokta arasındaki kafatası genişliklerinin dorsal düzlemde ölçümü.

2.2.3. Paranazal Sinüs Hacim Ölçümü

Bilgisayarlı tomografi cihazı kullanılarak elde edilen kesitsel görüntüler DICOM dosya formatında bilgisayara aktarılarak transversal kesitsel görüntüler 3D Doctor programında açıldı. 3D Doctor programı; ardışık transversal kesit görüntülerde medio-lateral yönde frontal ve sfenoid sinüslerin ayrı ayrı segmentasyonun yapılmasına

olanak sağladı. Görüntülerin kontrastı 31000-33400 gri skala aralığında olacak şekilde ayarlandı (Şekil 2.5).



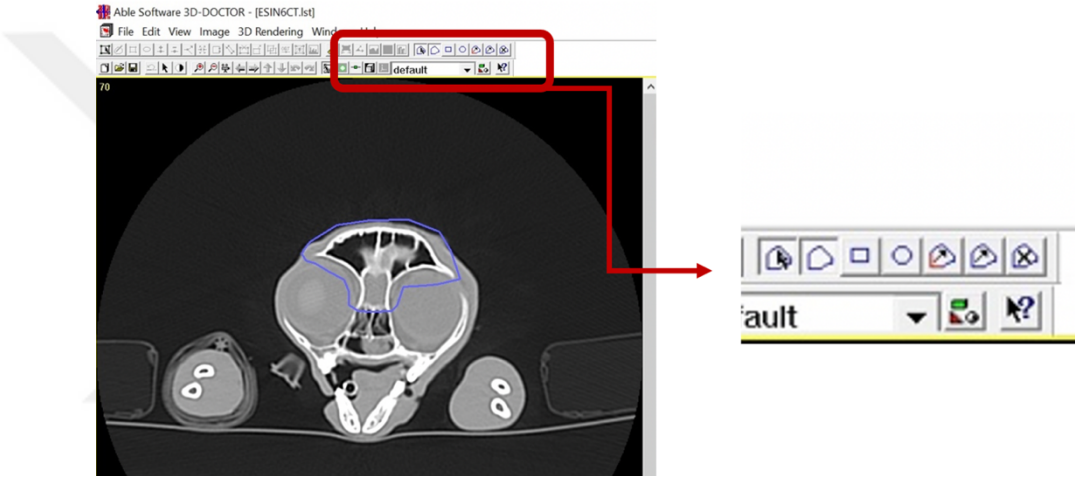
Şekil 2.5. 3D Doctor programında görüntü kontrastının ayarlanması.

Frontal sinüs segmentasyonunda sınırların belirlenmesi için; olgulara ait transversal kesit ve reformat sagittal kesit görüntüler kullanıldı. Olguların frontal sinüs segmentasyounda; her olguya ait kros-seksiyonel görüntülerde frontal sinüsün başladığı, en geniş olduğu ve bittiği transversal kesit görüntüler tespit edildi.

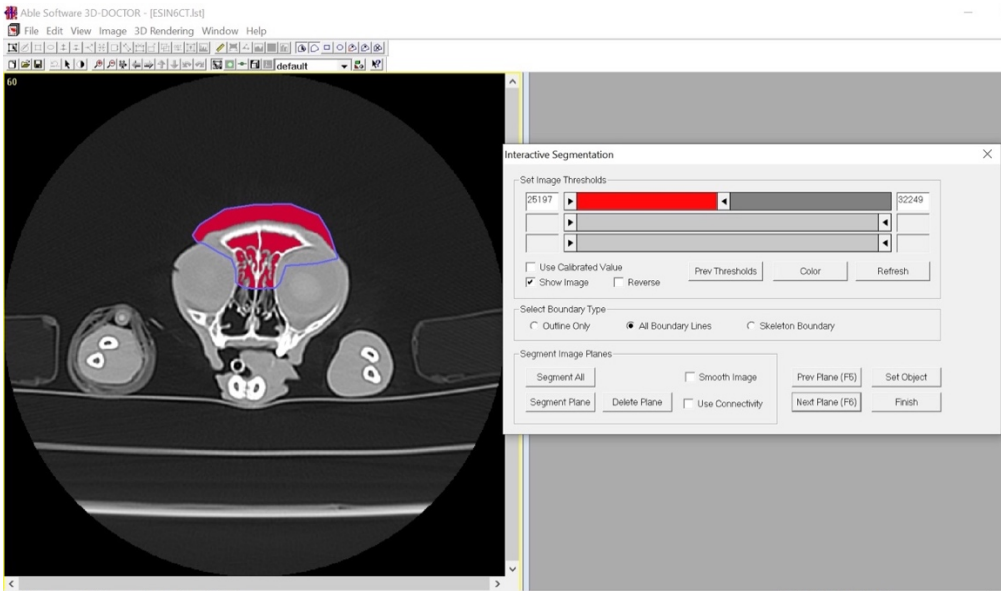
Sfenoid sinüs segmentasyonu için başlangıç noktası presfenoid kemiğin ilk görüldüğü transversal kesit görüntü olarak kabul edildi. Sfenoid sinüsün bitiş noktası ise sagittal kesit görüntülerde kolaylıkla tespit edilebilen sella turcica olarak belirlendi. Her olgu için ayrı ayrı transversal ve sagittal kesit görüntülerde sfenoid sinüsün başlangıç, en geniş olduğu ve bittiği kesitsel görüntüler tespit edildi.

Frontal ve sfenoid sinüslerin segmentasyonu ayrı ayrı yapıldı. Bu amaçla istenilen sinüsün en geniş olduğu kesitsel görüntüye gelerek “ROI (region of interest) Editor” menüsünden “Poligon ROI” seçilerek fare yardımı ile istenilen sinüsün tümünü içine alacak ROI işaretlendi (Şekil 2.6). Sinüs sınırlarını içeren tüm kesitsel

görüntülerde ilgili sinüsün ROI içerisinde olduğu kontrol edildi. “3D Rendering” menüsünden açılan “interactive segmentation” penceresinde BT görüntüsünde hava ile dolu alanlar işaretlenecek şekilde görüntü eşikleri, gri skalaya göre ayarlandı (Şekil 2.7). Yapılan ayarlamanın kontrolü sağlamak amacıyla “prev plane” ve “next plane” seçenekleri kullanılarak tüm istenilen kesitler kontrol edildi. “Segment all” sekmesinde belirlenen sinüsün başladığı ve bittiği kesitsel görüntü numaraları yazılarak sinüsü içeren kesitler arasında ROI olarak seçilen bölgede ayarlanan görüntü eşiklerine göre otomatik sınır işaretlenmesi yapıldı.

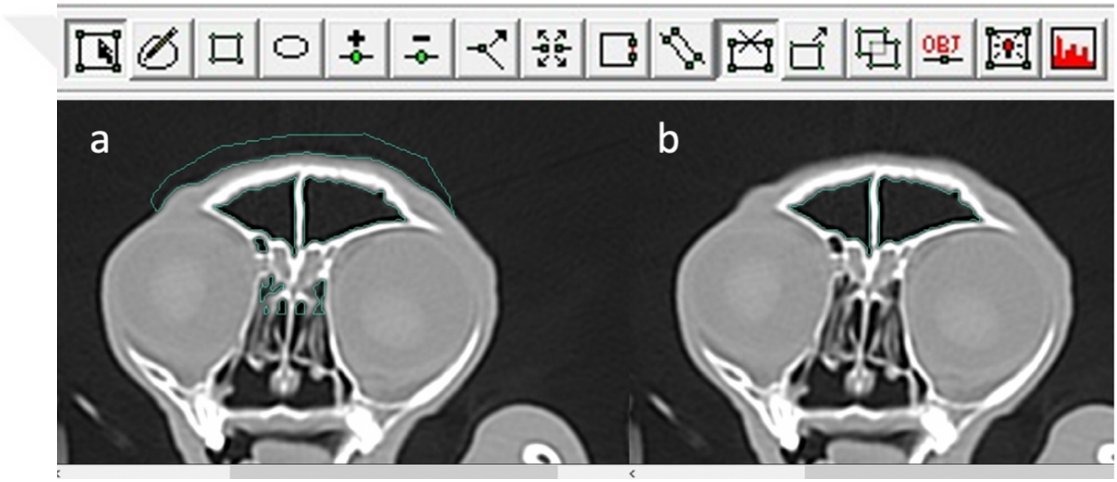


Şekil 2.6. 3D Doctor programında “Poligon ROI” seçeneği ve ROI olarak işaretlenmiş frontal sinüs.

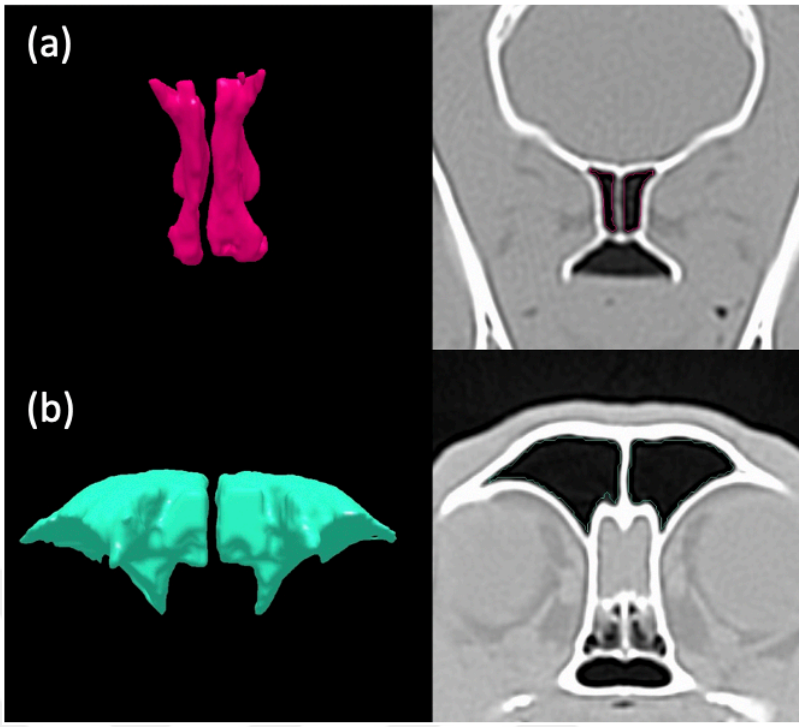


Şekil 2.7. 3D Doctor programında gri skalaya göre görüntü eşiklerinin ayarlanması.

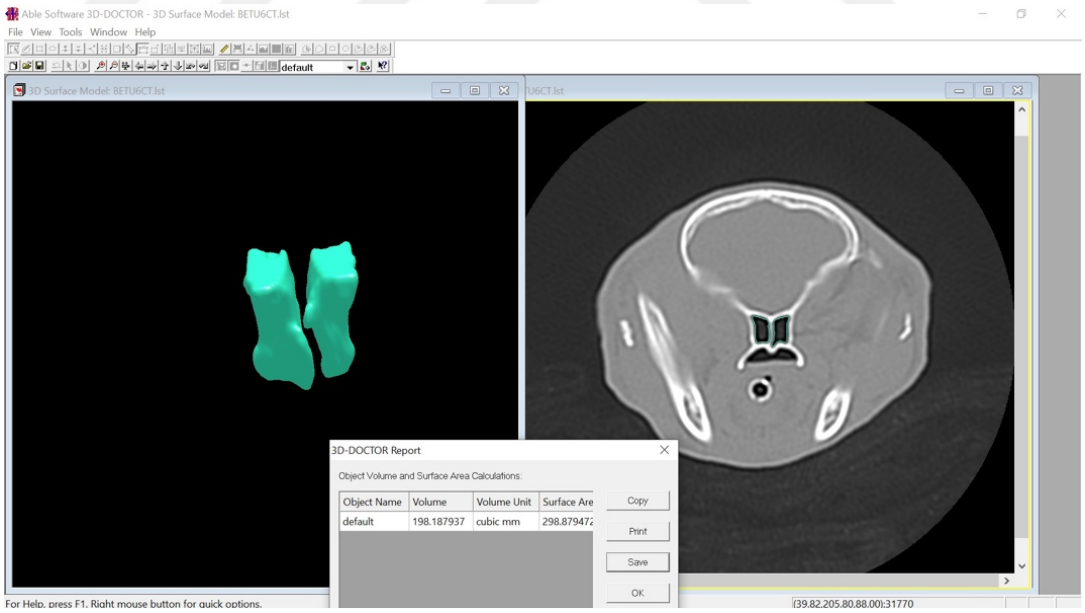
Otomatik olarak sınır işaretleme yapılan kesitler tek tek kontrol edildi. Anatomik yapıya uygun olmayan sınırlar "Boundry Editor" menüsü kullanılarak mouse yardımı ile düzeltildi (Şekil 2.8). İşaretlenen tüm sınırların anatomik yapıya uygunluğunun sağlanmasını takiben "3D Rendering" menüdünden "Complex Surface Rendering" seçilerek işaretlenen alanlara ait 3 boyutlu görünüm elde edildi (Şekil 2.9). "Tools" menüsünden "calculate volume" seçilerek 3 boyutlu görüntüsü oluşturulmuş olan sinüsün hacim ölçüm değerleri mm^3 cinsinden elde edildi (Şekil 2.10).



Şekil 2.8. 3D Doctor programı "Boundry Editor" menüsü; otomatik segmentasyon ile işaretleniş sınırlar (a), anatomik yapıya uygun olmayan sınırların düzenlenmiş görünümü (b).



Şekil 2.9. 3D Doctor programı sfenoid (a) ve frontal (b) sinüslerin 3 boyutlu görünümleri.



Şekil 2.10. 3D Doctor programında sifenoid sinüs hacim ölçümü.

2.2.4. Anatomik Yapıların Değerlendirilmesi

Olguların frontal ve sfenoid sinüs anatomik görünümleri 3 boyutlu görüntülerden değerlendirildi.

Frontal sinüslerin 3 boyutlu görünümlerine ek olarak transversal kesit BT görüntülerinde her kesit tek tek incelenerek median septumları değerlendirildi. Frontal sinüs içerisinde bulunan vertikal septaların değerlendirilmesinde, transversal ve sagittal kesit görüntüler kullanıldı. Horizontal septaların değerlendirilmesi ise transversal ve dorsal kesit BT görüntüleri kullanılarak yapıldı.

Sfenoid sinüs septum değerlendirilmesinde transversal ve dorsal kesit BT tomografi görüntüleri kullanıldı.

2.2.5. Paranazal Sinüslerin Sınıflandırılması

Paranazal sinüslerin 3 boyutlu hacim ölçüm değerlerine göre frontal ve sfenoid sinüs pnömatizasyon sınıflandırılması yapıldı. Sınıflandırma, kutu grafiklerinde alt sınır için dişli olguların Q1 değeri; üst sınır için erkek olguların Q3 değeri baz alınarak yapıldı.

2.2.6. İstatistiksel Analiz

Çalışma süresince elde edilmiş olan ağırlık, yaş, kafatası genişliği, kafatası uzunluğu, frontal sinüs hacmi ve sfenoid sinüs hacmi verilerine ait tanımlayıcı

istatistikler; ortalama, standart hata, medyan, birinci çeyrek, üçüncü çeyrek, minimum ve maksimum ölçütleri ile özetlendi. Bununla birlikte kutu grafikleri ile verilerin dağılımı incelendi. Hipotez testlerine geçmeden önce; çalışmada elde edilen verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk, varyansların homojenliği ise Levene testleri ile incelendi. Yapılan bu varsayım kontrolleri sonrasında kafatası genişliği, kafatası uzunluğu, frontal sinüs hacmi ve sfenoid sinüs hacimlerinin dişi ve erkek gruplarına göre karşılaştırılmasında bağımsız örneklem t testi (Student's t test); ağırlık ve yaş verilerinde ise Mann-Whitney U testi kullanıldı. Pearson korelasyon analizi ile sürekli değişkenler arasında olası ilişkiler incelendi. Çalışmanın yönü için önemlilik arz eden ilişkilerin daha detaylı açıklanması amacıyla korelasyonun grafiksel gösteriminde saçılım grafiği (Scatter Plot) kullanıldı. Kullanılan tüm istatistiksel analizlerde anlamlılık kriteri olarak $p<0,05$ kabul edildi. Analizlerin uygulanmasında The Statistical Package for the Social Sciences (SPSS 26.0, IBM) programından yararlanıldı.

3. BULGULAR

Çalışma olgularını farklı ırk, yaş ve cinsiyetteki 20 kediye ait bilgisayarlı tomografi görüntüsü oluşturdu. Olguların yaşı 12 ay ile 169 ay arasında olup ortalama ay 69,7±11,16'dır. Olguların ağırlıkları 3 ile 6 kg arasındadır ve ağırlık ortalamaları 3,96±0,21'dir. Çalışmayı oluşturan görüntülerin 11'i (%55) dişi, 9'u (%45) erkek kediye aittir. Olguların 1'i (%5) Ankara, 1'i (%5) Siyam, 1'i (%5) British Shorthair, 1'i (%5) Scottish Fold,1'i (%5) Brazilian Shorthair ırkı 15'i (%75) ise melez kedidir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Olguların; ırk, yaş, cinsiyet, ağırlık ve ölçüm değerleri tablosu.

Olgu no	Ağırlık (kg)	Yaş (ay)	Cinsiyet	Irk	Kafatası Genişliği (mm)	Kafatası Uzunluğu (mm)	Frontal Sinüs Hacmi (mm3)	Sfenoid Sinüs Hacmi (mm3)
1	4	110	Dişi	Brazilian Shorthair	38,5	89,4	4002,08	444,28
2	4	30	Erkek	British Shorthair	40,6	89,9	2916,19	459,91
3	3	71	Dişi	Melez	39,2	88,7	1419,76	253,50
4	3,5	120	Dişi	Melez	39,7	92,2	3065,53	429,66
5	3	24	Dişi	Melez	40,8	89,3	2290,61	382,49
6	3	12	Dişi	Scottish Fold	38,3	75,8	1529,16	141,63
7	6	33	Erkek	Melez	41,4	91,6	2823,77	340,37
8	3	113	Dişi	Ankara	39,7	87,3	2564,48	302,36
9	5	13	Erkek	Melez	40,4	90,5	2727,48	405,98
10	4	32	Erkek	Siyam	38,1	81,9	3167,18	445,52
11	4	18	Dişi	Melez	42,3	81,8	1054,44	131,92
12	3	45	Dişi	Melez	40,6	85,1	2555,40	225,38
13	3,20	96	Dişi	Melez	41	80,9	1990,24	303,40
14	4	148	Erkek	Melez	38,9	98,2	4319,75	530,18
15	5	139	Erkek	Melez	39,8	97,1	2718,64	171,55
16	4,5	50	Dişi	Melez	39,7	96,2	2205,32	216,71
17	4	97	Erkek	Melez	40,4	85,7	3756,45	542,39
18	4	169	Erkek	Melez	40,8	92,2	3425,91	538,31
19	3	48	Dişi	Melez	41,5	84,7	674,30	98,37
20	6	26	Erkek	Melez	39,8	93,1	2377,89	241,09

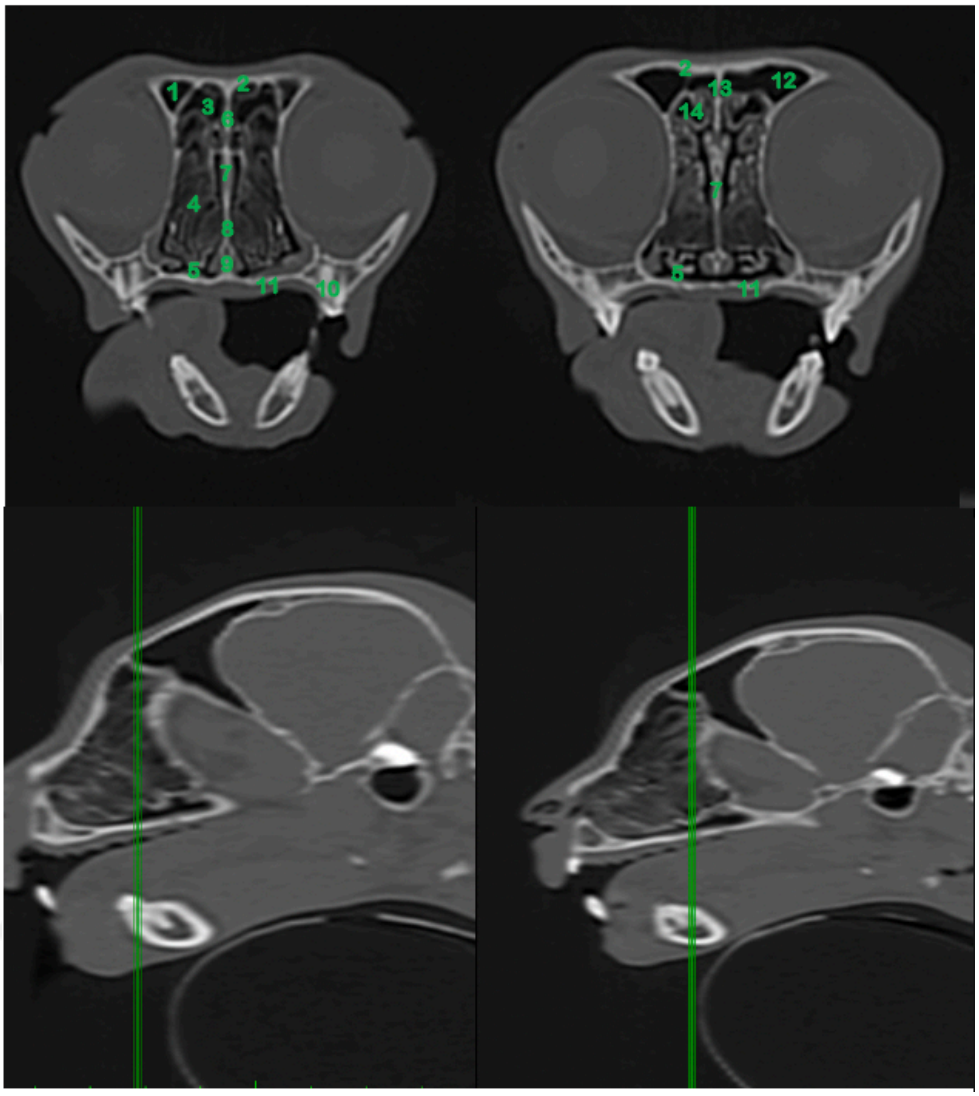
Dişi kedilerin yaş aralığı 12 ay ile 120 ay arasında olup ortalama ay 64,27±1,2; erkek kedilerin 13 ay ile 169 ay arasında olup ortalama 76,33±20,6 aydır. Dişi olguların ağırlıkları 3kg ile 4,5 kg arasındadır; ortalama ağırlıkları 3,38±0,2 kg'dır. Erkek olguların ağırlıkları 4kg ile 6 kg arasında olup ortalama ağırlık 4,67±0,3'tür. Dişi ve erkeklerin yaşları arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmamış olup ağırlıkları arasında istatiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,05$) (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Olguların cinsiyetlerine göre ağırlık ve yaş tablosu.

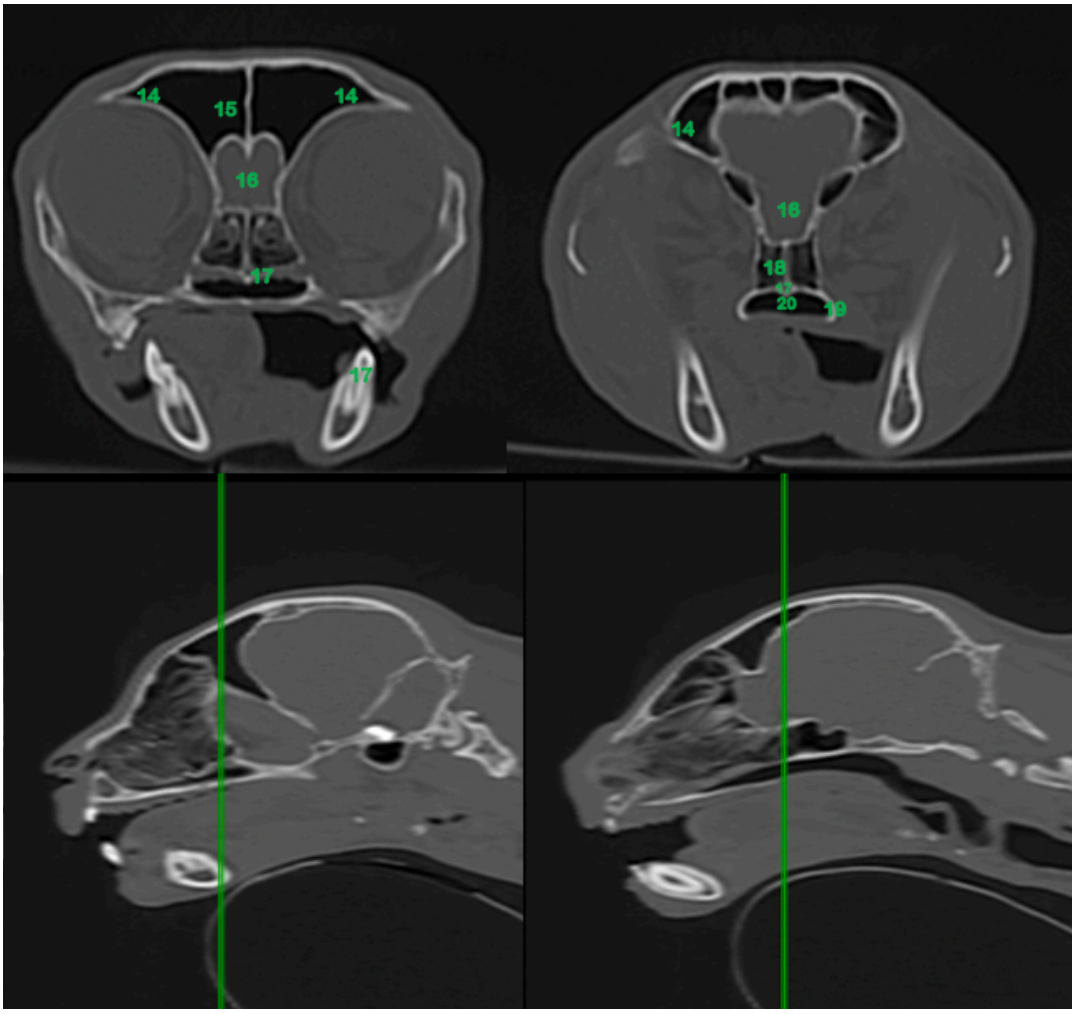
	Cinsiyet	N	Mean±SE	Min-Max	p
Ağırlık	Dişi	11	3,38±0,2	3-4,5	0,002
	Erkek	9	4,67±0,3	4-6	
Yaş	Dişi	11	64,27±12	12-120	0,766
	Erkek	9	76,33±20,6	13-169	

3.1. Anatomik Bulgular

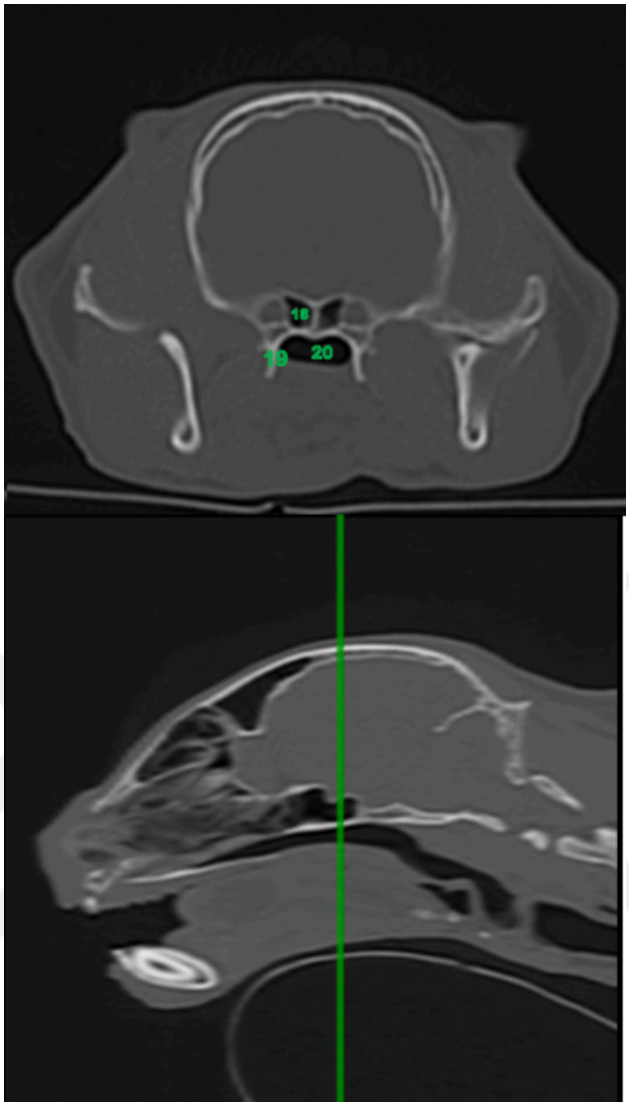
Anatomik yapıların işaretlenmesi olgu no 2'ye ait transversal kesit BT görüntüleri üzerinden yapıldı (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Olgu no 2'nin sırası ile rostralden kaudale doğru transversal ve krosseksiyonel sagittal kesit BT görüntüleri. Frontal Sinüs rostral kısmı (1), frontal kemik (2), dorsal nazal meatus (3), nazal konka (4), ventral nazal metaus (5), kemik nazal septum dorsal kısmı (6), kemik nazal septum ventral kısmı (7), kıkırdak nazal septum (8), vomer (9), maksilla (10), sert damak (11), frontal sinüs (12), frontal sinüs medain septumu (13), frontal sinüs lateral kısmı (14).

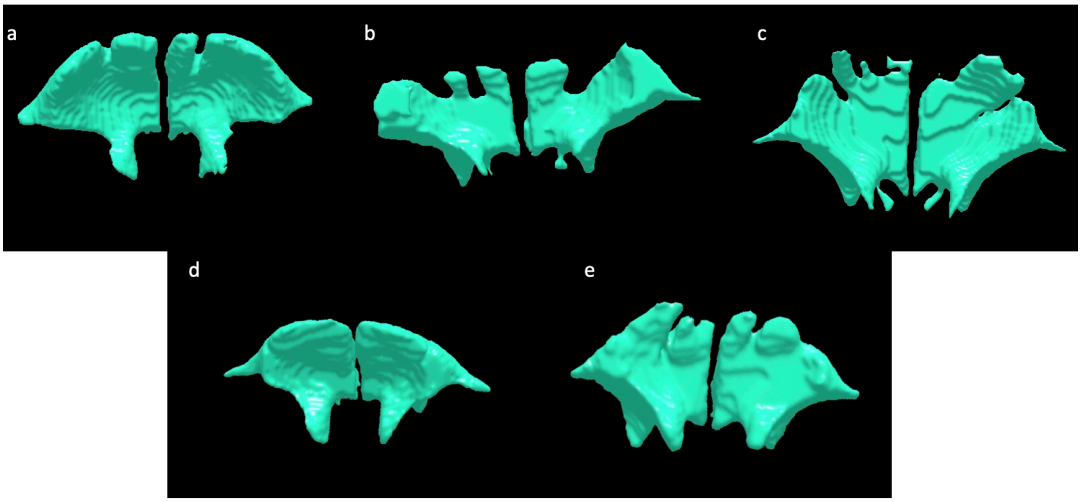


Şekil 3.1. Devam. Olgu no 2'nin sırası ile rostralden kaudale doğru transversal ve krosseksiyonel sagittal kesit BT görüntüleri. Frontal sinüs lateral kısmı (14), frontal sinüs medial kısmı (15), bulbus olfaktorus (16), presfenoid kemik (17), sfenoid sinüs (18), palatin kemiği (19), nazofarenks (20).

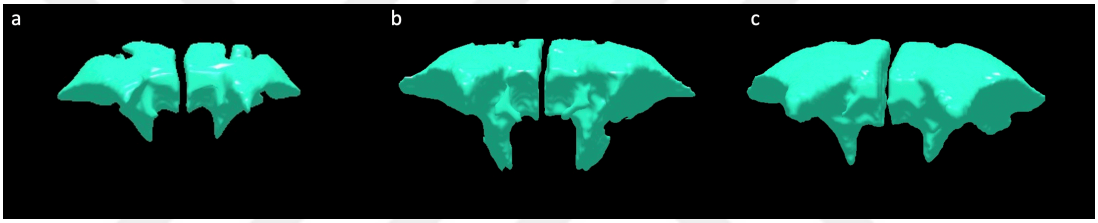


Şekil 3.1. Devam. Olgu no 2'nin sırası ile rostralden kaudale doğru transversal ve krosseksiyonel sagittal kesit BT görüntüleri. Sfenoid sinüs (18), palatin kemiği (19), nazofarenks (20).

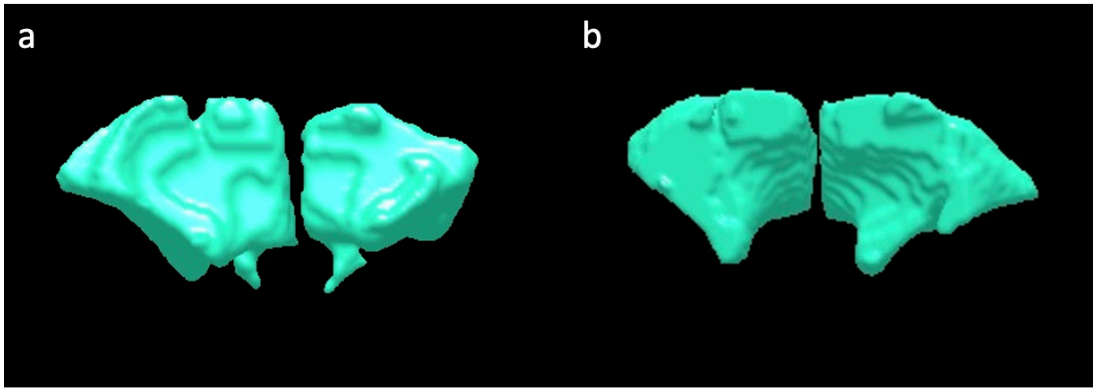
Olgularda frontal sinüste anatomik yapı açısından farklı varyasyonlar gözlendi (Şekil 3.2). Olguların %90'nında frontal sinüs sağ ve sol kaviteleri arasında belirgin fark görülmedi (Şekil 3.3). Olgu no 19 ve olgu 20'de (%10) frontal sinüs sağ ve sol kısımları arasında belirgin asimetri tespit edildi (Şekil 3.4).



Şekil 3.2. Olgu no 10 (a),11 (b),12 (c),15 (d) ve 16 (e) frontal sinüs anatomik varyasyonların 3 boyutlu görünümleri.



Şekil 3.3. Olgu no 2 (a), 3 (b) ve 5 (c) frontal sinüs 3 boyutlu görünümleri, simetrik sağ ve sol kaviteler.



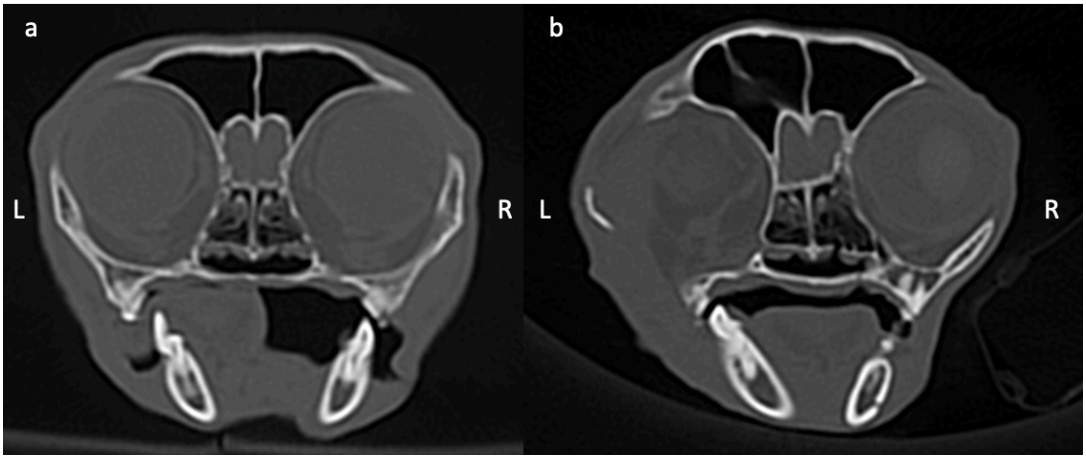
Şekil 3.4. Olgu no 19 (a) ve 20 (b) frontal sinüs 3 boyutlu görünümleri. Sağ ve sol kaviteler arasındaki belirgin asimetrinin 3 boyutlu görünümü.

Olguların 8'inde (%40) frontal sinüs median septumunda deviasyon tespit edilmemiş olup 8 olguda (%40) sola, 4 olguda (%20) sağa hafif derece deviasyon tespit edildi (Şekil 3.5). Frontal sinüste horizontal ve vertikal olmak üzere 2 farklı yönde septa değerlendirildi. Tüm olgularda vertikal septa tespit edilmiş olup; olguların 16'sında (%80) 1'den fazla vertikal septa (Şekil 3.6), 4 olguda (%20) 1 vertikal septa

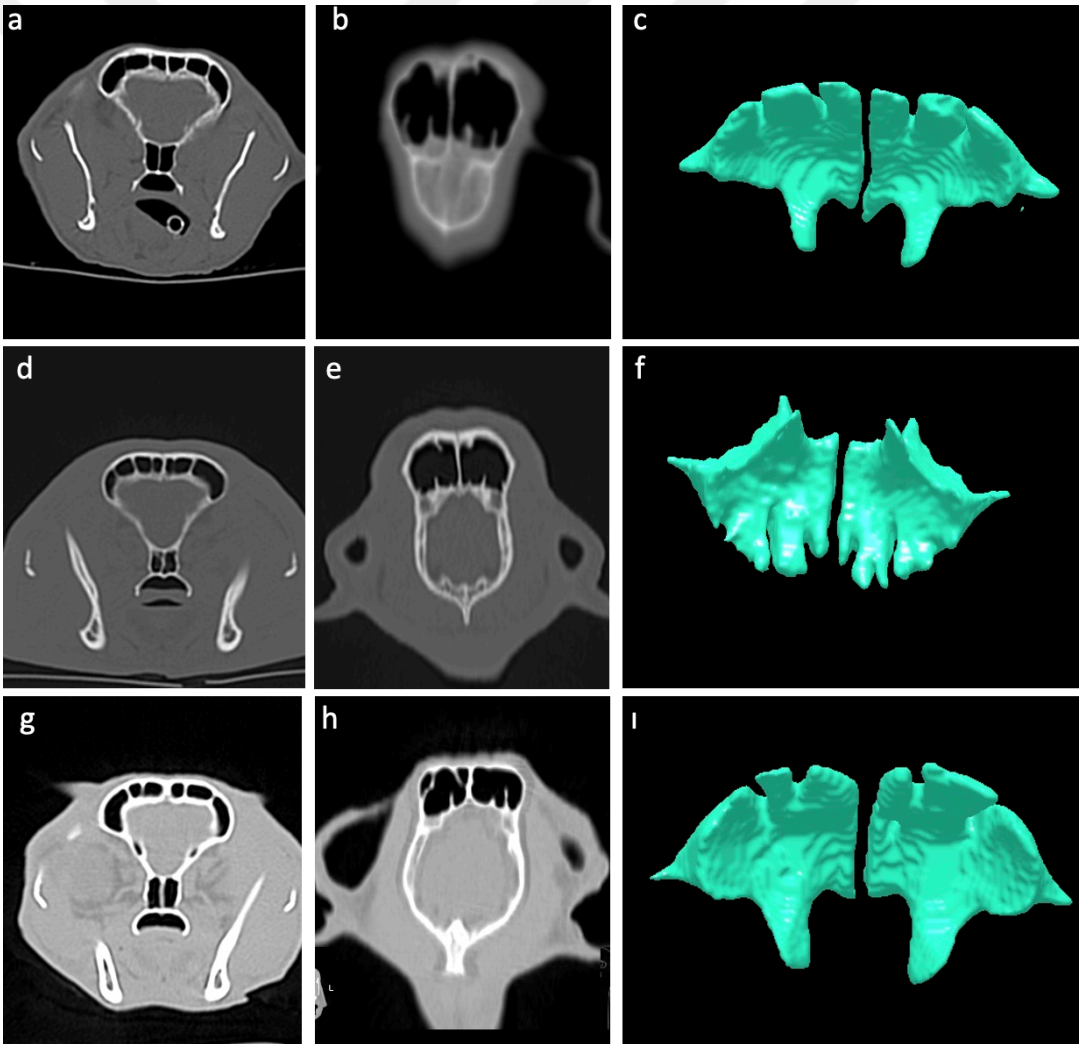
tespit edildi (Şekil 3.6). Olguların 13'ünde (%65) horizontal septa tespit edilmedi. Olgu no 2 ve 10'da (%10) 1'den fazla horizontal septa, 5 olguda 1 horizontal septa (%25) tespit edildi (Şekil 3.7) (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3. Olguların paranazal sinüs median septum deviasyon yönü ve frontal sinüs septa sayısı tablosu.

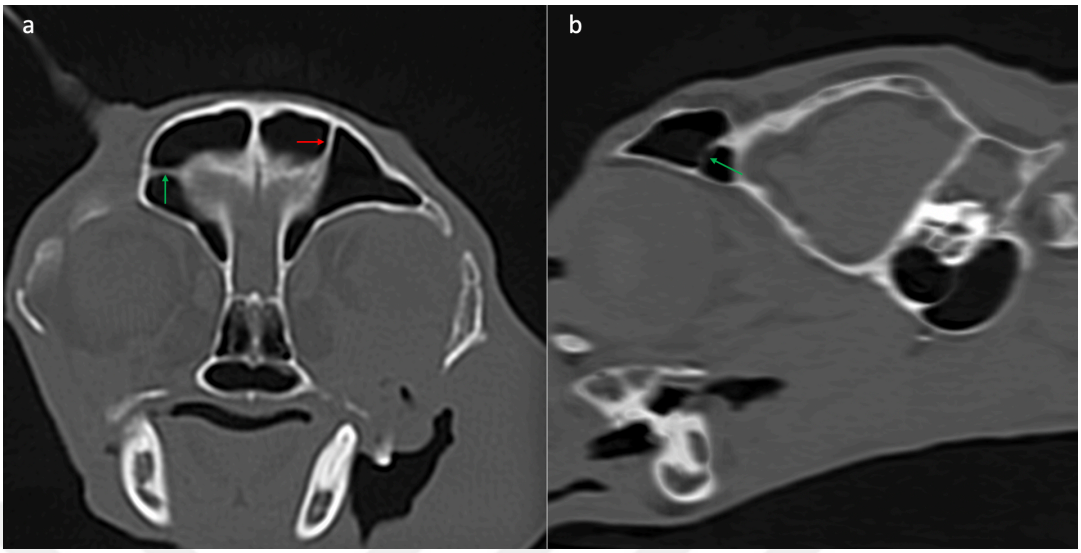
	Frontal Sinüs			Sfenoid Sinüs Septum Deviasyon Yönü
Olgu No	Vertikal Septa Sayısı	Horizontal Septa Sayısı	Median Septum Deviasyon Yönü	
1	4	-	sağ	-
2	4	3	sol	Sağ
3	4	1	sağ	Sol
4	3	1	sol	Sağ
5	1	1	-	Sol
6	1	-	-	İki yönlü
7	5	-	-	Sol
8	3	-	-	Sol
9	5	-	-	Sol
10	2	2	-	Sağ
11	3	-	-	Sağ
12	5	-	sol	İki yönlü
13	4	-	sol	Sol
14	1	1	sol	Sol
15	2	-	sağ	Sağ
16	3	-	sol	-
17	3	-	sağ	Sağ
18	3	1	sağ	Sağ
19	1	-	-	Sağ
20	2	-	sol	Sol



Şekil 3.5. Olgu no 2 (a) ve olgu no 17 (b) sırası ile frontal sinüs sola ve sağa median septum deviasyonu.

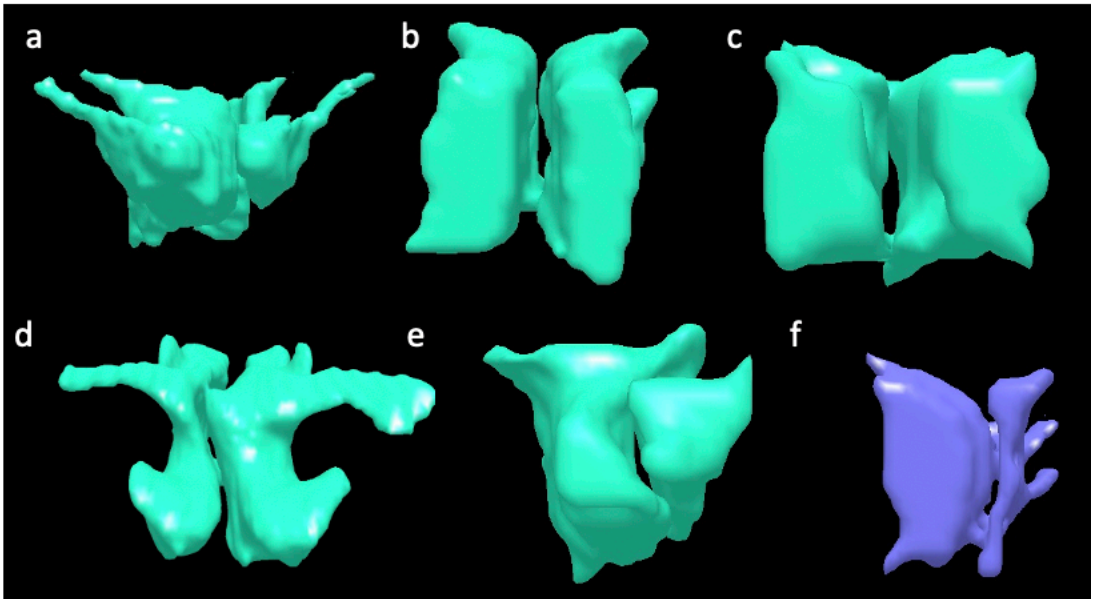


Şekil 3.6. Sırası ile olgu no 1, 7 ve 9'un transversal kesit (a,d,g), dorsal kesit (b,e,h) ve 3 boyutlu (c,f,ı) frontal sinüs ve septa görünümleri.

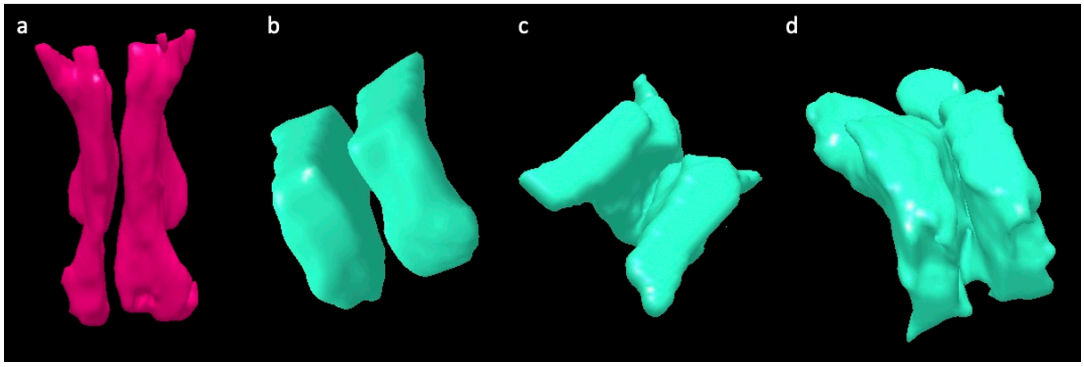


Şekil 3.7. Olgu no 14'ün transaversal (a) ve sagittal (b) kesit BT görüntüleri. Kırmızı ok vertikal septa, yeşil ok horizontal septa.

Olguların kros-seksiyonal BT ve 3 boyutlu sfenoid sinüs değerlendirmelerinde belirgin anatomik varyasyon tespit edildi (Şekil 3.8, şekil 3.9).

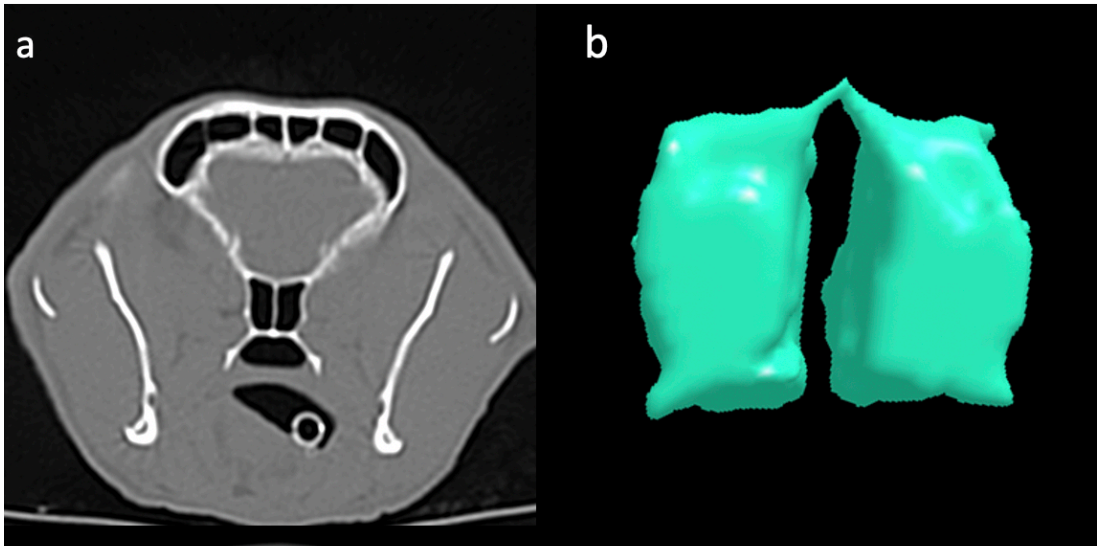


Şekil 3.8. Olgu no 4 (a), 6 (b), 7 (c),14 (d),15 (e) ve 16 (f) sfenoid sinüs rostral açıdan 3 boyutlu görünümleri ve anatomik varyasyonlar.

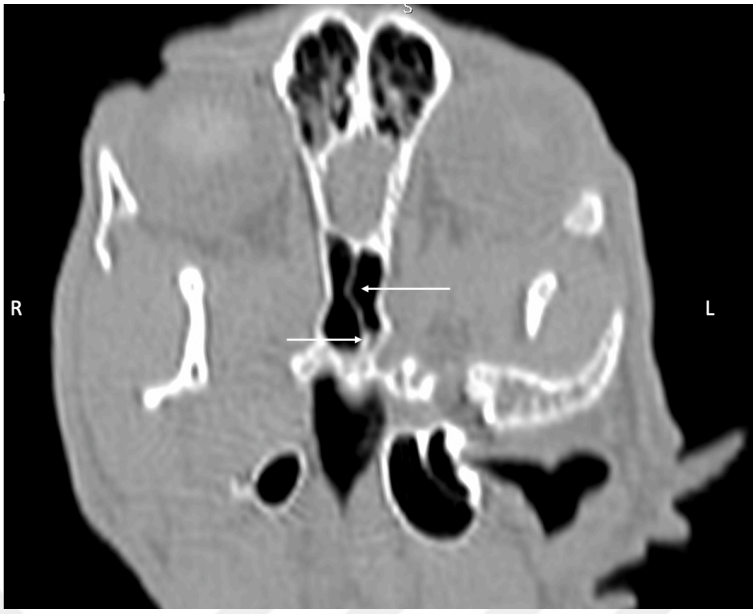


Şekil 3.9. Olgu no 8 (a), 12 (b), 18 (c)ve 20 (d) sfenoid sinüs anterior açıdan 3 boyutlu görünümleri ve anatomik varyasyonları.

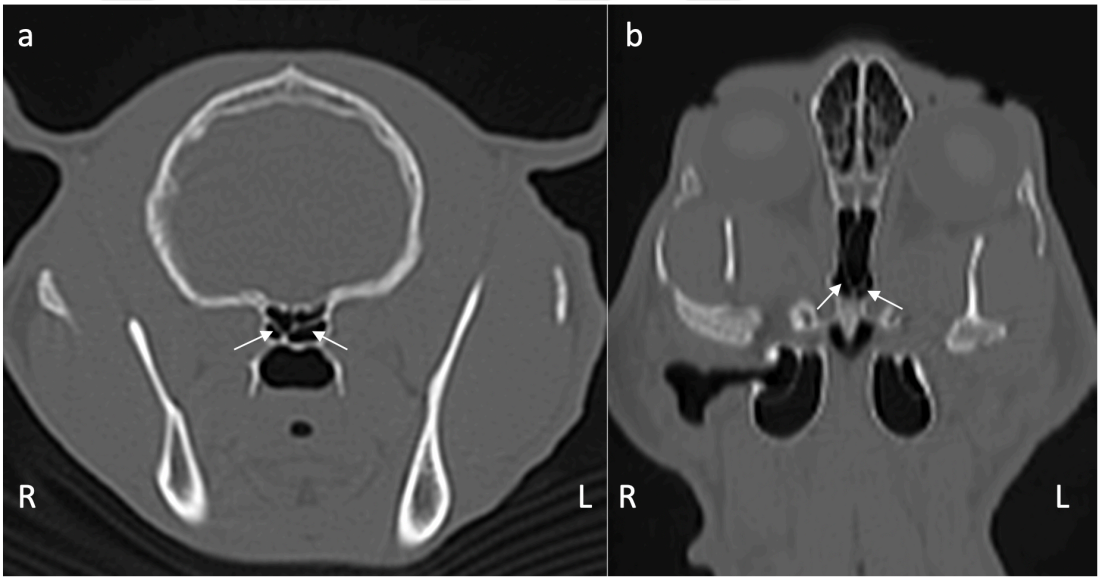
Olguların 18'inde (%90) sfenoid sinüs septum deviasyon tespit edilmiş olup buna bağlı olarak sfenoid sinüs sağ ve sol kısımlarında belirgin asitmeri olduğu gözlendi. İki olguda (%10) sfenoid sinüsün sağ ve sol kısımlarının simetrik olduğu ve septum deviasyonu olmadığı tespit edildi (Şekil 3.10). Olguların 8'inde (%40) sağa, 8'inde (%40) sola, 2'sinde (%10) ise iki yönlü septum deviasyonu tespit edilmiştir (Şekil 3.11) (Çizelge 3.3). Sağ yönde septum deviasyonu olan olgu no 15'de sfenoid sinüs kaudal kısmında 1 septa tespit edildi (Şekil 3.12).



Şekil 3.10. Olgu no 1 transversal kesit BT görüntüsü (a) ve 3 boyutlu (b) rostral simetrik sfenoid sinüs görünümü.



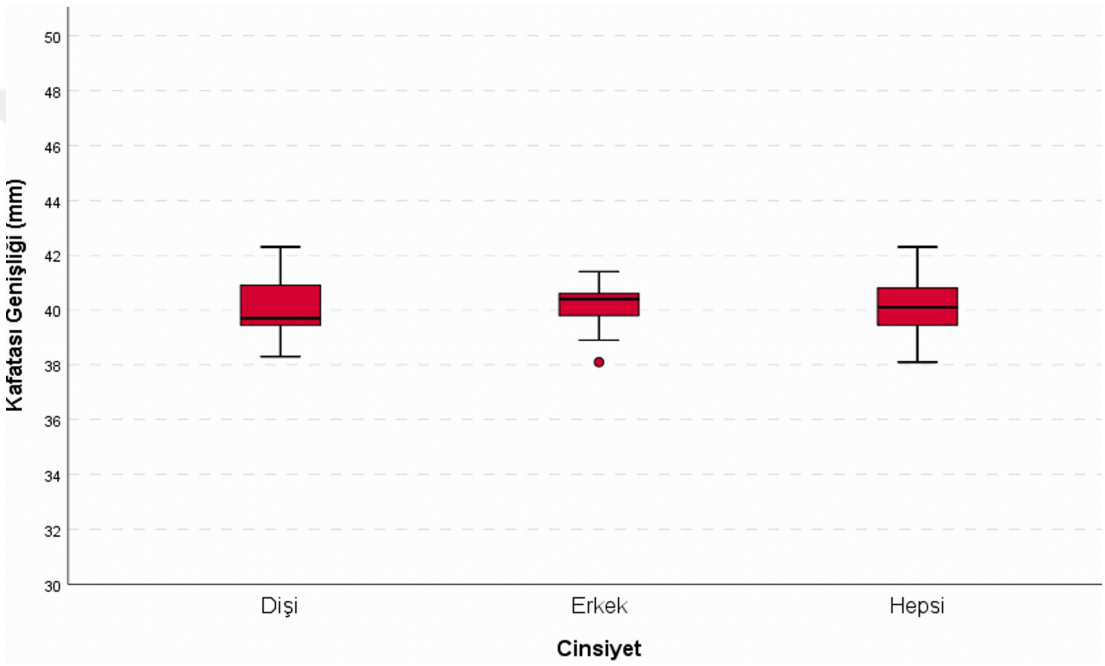
Şekil 3.11. Olgu no 16 dorsal kesit BT görüntüsü, iki yönlü septum deviasyonu (beyaz ok).



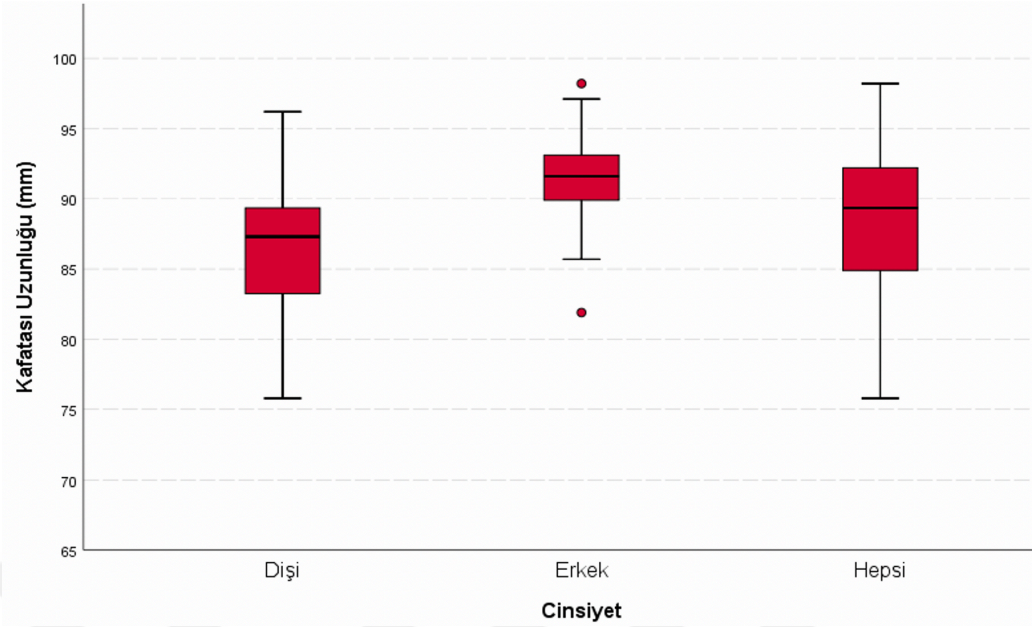
Şekil 3.12. Olgu no 15'in transversal (a) ve dorsal (b) kesit BT görüntüsü; median septum ve septa (beyaz ok).

3.2. Uzunluk ve Hacim Ölçüm Bulguları

Çalışmayı oluşturan olguların kafatası genişlikleri en kısa 38,1mm, en uzun 42,3mm'dir (Şekil 3.13). Ortalama kafatası genişliği 40,08±0,25mm'dir. Kafatası uzunlukları en kısa 75,8mm, en uzun 98,2 mm uzunluğunda olup ortalama kafatası uzunluğu 88,58±1,29 mm'dir (Şekil 3.14).



Şekil 3.13. Olguların kafatası genişliği kutu grafiği.



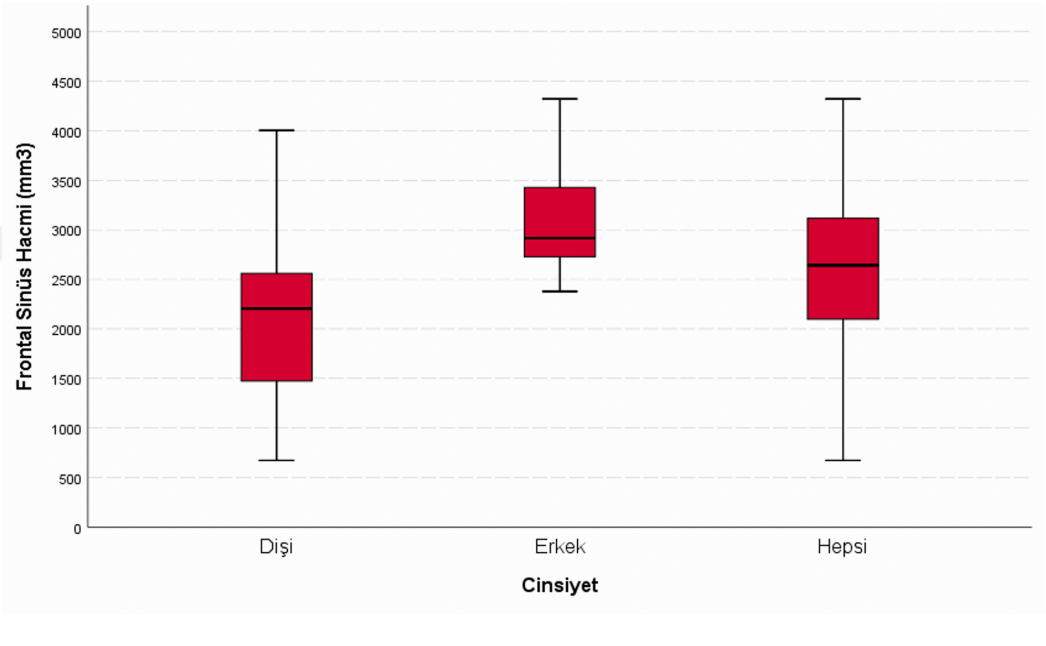
Şekil 3.14. Olguların kafatası uzunluğu kutu grafiği.

Dişi ve erkek olgulara ait kafatası uzunluk ve kafatası genişlik; minimum-maksimum değerleri, ortalamaları ve standart hataları çizelge 3.4'te verilmiştir. Kafatası uzunluk ve genişlik ölçümlerinde dişi ve erkek olgularda anlamlı istatistiksel fark bulunamamıştır (Çizelge 3.4).

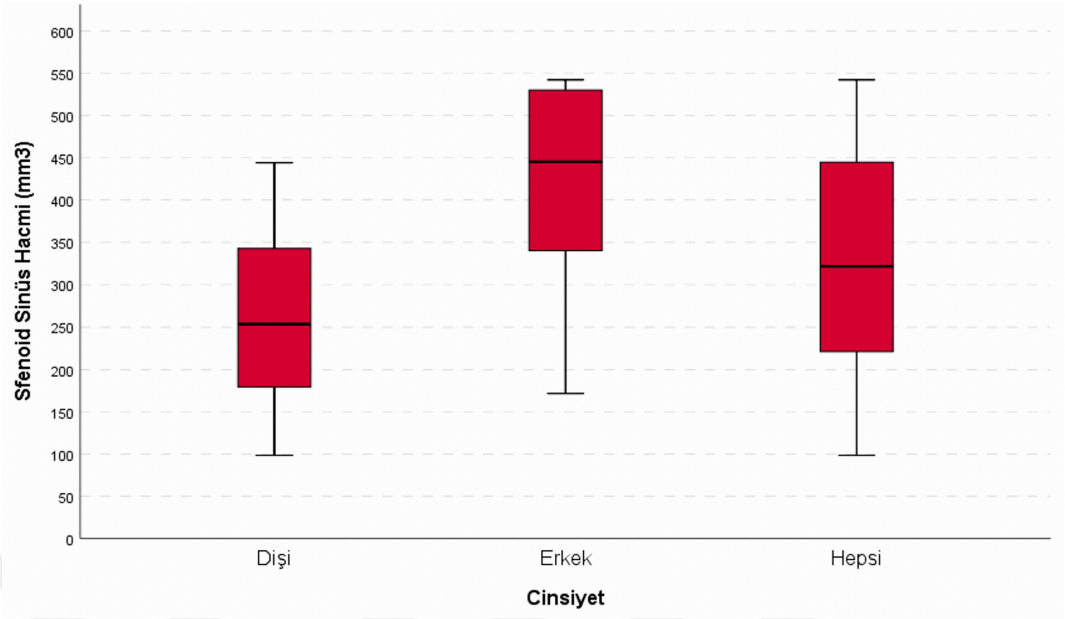
Çizelge 3.4. Olguların cinsiyete göre kafatası uzunluk, kafatası genişlik, frontal sinüs hacmi ve sfenid sinüs hacmi tablosu.

	Cinsiyet	N	Ortalama ± Std. Hata	Minimum - Maksimum	p
Kafatası genişlik (mm)	Dişi	11	40,12±0,4	38,3-42,3	0,854
	Erkek	9	40,02±0,3	38,1-41,4	
Kafatası Uzunluk (mm)	Dişi	11	86,49±1,7	75,8-96,2	0,073
	Erkek	9	91,13±1,7	81,9-98,2	
Frontal Sinüs Hacmi (mm^3)	Dişi	11	2122,85±285,1	674,3-4002,1	0,012
	Erkek	9	3137,03±201,8	2377,9-4319,8	
Sfenoid Sinüs Hacmi (mm^3)	Dişi	11	266,34±35,8	98,4-444,3	0,021
	Erkek	9	408,37±44,5	171,6-542,4	

En düşük frontal sinüs hacmi 674,3mm^3, en yüksek frontal sinüs hacmi 4319,75mm^3, ortalama frontal sinüs hacmi 2579,23±211,3mm^3'tür (Şekil 3.15). Olgulara ait en düşük sfenoid sinüs hacmi 98,37mm^3, en yüksek 542,39 mm^3, ortalama sfenoid sinüs hacmi ise 330,25±31,74mm^3'tür (Şekil 3.16).



Şekil 3.15. Olguların frontal sinüs hacmi kutu grafiği.



Şekil 3.16. Olguların sfenoid sinüs hacmi kutu grafiği.

Dişi ve erkek olgulara ait minimum-maksimum frontal sinüs ve sfenoid sinüs hacimleri Çizelge 3.6'da verilmiştir. Dişi olguların ortalama frontal sinüs hacmi 2122,85±285,1mm^3, sfenoid sinüs hacmi 266,34±35,8mm^3; erkek olguların ise sırası ile 3137,03±201,8mm^3 ve 408,37±44,5mm^3'tür. Dişi ve erkek olguların frontal ve sfenoid sinüs hacimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,05$).

Olguların yaşları ile kafatası genişliği arasında anlamlı istatistiksel korelasyon bulunamamıştır. Kafatası uzunluğu ve ile olguların yaşları arasında pozitif anlamlı korelasyon bulunmuştur. Olguların yaşları ile sfenoid sinüs hacmi arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunamamıştır. Frontal sinüs hacmi ve ile olguların yaşları arasında pozitif anlamlı korelasyon bulunmuştur ($p <0,05$) (Çizelge 3.5).

Olguların ağırlıkları ile kafatası genişliği, frontal sinüs hacmi ve sfenoid sinüs hacmi arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunamamış olup, olguların ağırlık

ile kafatası uzunluğunda istatistiksel olarak anlamlı pozitif korelasyon bulunmuştur (p <0,05) (Çizelge 3.5).

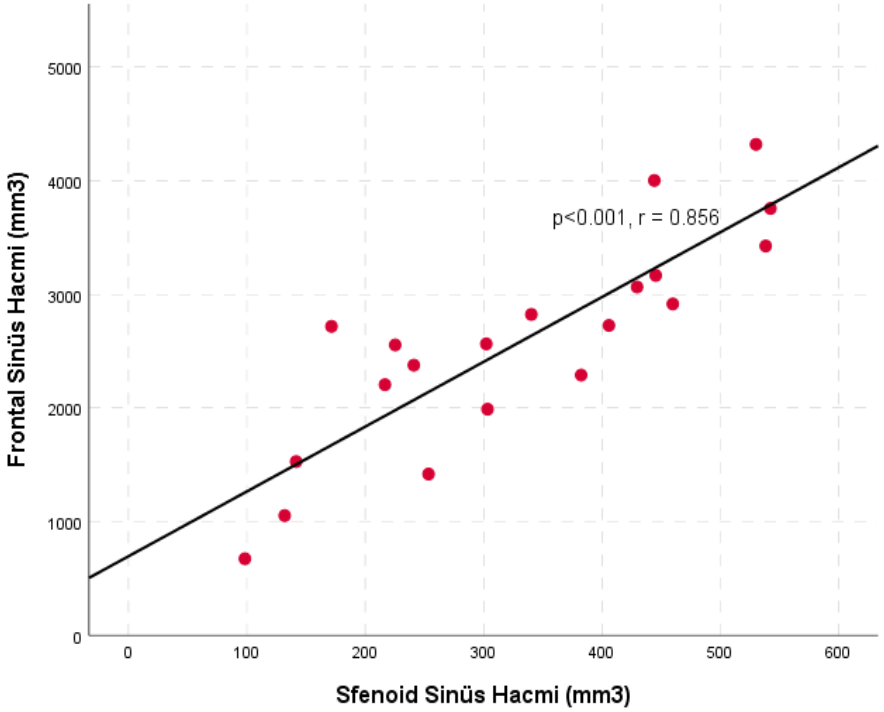
Olguların kafatası uzunlukları ile sinüs hacimleri değerlendirildiğinde; frontal sinüs hacmi ile kafatası uzunluğunda anlamlı pozitif korelasyon bulunmuş olup (p<0.05); sfenoid sinüs hacmi ile kafatası uzunluğu arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon bulunamamıştır. Kafatası genişliği ile paranazal sinüs hacimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon bulunamamıştır (Çizelge 3.5).

Olguların frontal sinüs hacmi ile sfenoid sinüs hacmi arasında anlamlı yüksek pozitif korelasyon bulunmuştur (Çizelge 3.5; Şekil 3.17).

Çizelge 3.5. Olguların ağırlık, yaş, kafatası genişliği, kafatası uzunluğu, frontal sinüs hacmi, sfenoid sinüs hacmi korelasyon tablosu.

		Ağırlık	Yaş	Kafatası Genişliği	Kafatası Uzunluğu	Frontal Sinüs Hacmi
Ağırlık	Pearson's r	—				
	p-value	—				
Yaş	Pearson's r	-0,11	—			
	p-value	0,653	—			
Kafatası Genişliği	Pearson's r	0,087	-0,179	—		
	p-value	0,723	0,45	—		
Kafatası Uzunluğu	Pearson's r	0.52*	0,445*	-0,05	—	
	p-value	0,022	0,049	0,833	—	
Frontal Sinüs Hacmi	Pearson's r	0,285	0,54*	-0,395	0,479*	—
	p-value	0,236	0,014	0,085	0,033	—
Sfenoid Sinüs Hacmi	Pearson's r	0,099	0,424	-0,214	0,305	0,856***
	p-value	0,688	0,063	0,365	0,19	< ,001

Not. * p < ,05, ** p < ,01, *** p < ,001



Şekil 3.17. Olguların frontal sinüs ve sfenoid sinüs hacmi saçılım grafiği.

3.3. Paranazal Sinüslerin Sınıflandırılması

Hacmi 1474,5 mm^3'ün altında olan frontal sinüsler hipoplazik, 1474,5-3425,9 mm^3 arası orta büyüklükte pnömatize frontal sinüs, 3425,9 mm^3'ün üstündekiler ise hiperplazik frontal sinüs olarak değerlendirilmiştir.

Olguların; 3'ü (%15) hipoplazik, 14'ü (%70) normal pnömatize, 3'ü (%15) ise hiperplazik frontal sinüse sahiptir. Hipoplazik frontal sinüslerin hepsi dişi olgulara aittir. Normal pnömatize frontal sinüslerin 7'si dişi, 7'si erkek olguya aittir. Hiperplazik frontal sinüs ise 2 erkek, 1'i dişi olguya aittir.

Sfenoid sinüslerin sınıflandırılmasında 179,2 mm^3'ün altındaki değerler hipoplazik, 179,2-530,2 mm^3 arası orta büyüklükte pnömatize sfenoid sinüs, 530,2 mm^3'ün üstündekiler ise hiperplazik sfenoid sinüs olarak değerlendirilmiştir.

Olguların 4'ü (%20) hipoplazik sfenoid sinüse sahiptir ve bu olguların 3 dişi 1'i erkektir. Olguların 13'ü (%65) orta büyüklükte pnömatize sfenoid sinüse sahip olarak sınıflandırılmıştır. Bunların 5'i erkek, 8'i dişi olgudur. Hiperplazik sfenoid sinüsü olan 3 (%15) olgu vardır ve bu 3 olgu erkektir.

4. TARTIŞMA

Kedi ve köpeklerde; aspergilloz, yangı, nazal tümör gibi kronik sinonazal hastalıklarla sıklıkla karşılaşılır ve klinik bulgularının benzer olması nedeni ile ayırıcı tanıları oldukça güçtür (Choi ve ark., 2012; Lefebvre ve ark., 2005; Tromblee ve ark., 2006). Neoplazi, enfeksiyöz ve nonenfeksiyöz yangılar, travma, dental ve nazaofarengeal hastalıklar kedilerde nazal boşluk ve paranazal sinüslerde izlenen patolojilerdir (Choi ve ark., 2012). Sinonazal hastalıklarda, erken ve doğru tanı; uygun medikal ve cerrahi sağaltım yöntemlerinin belirlenmesi hastanın prognozu açısından oldukça önemlidir (Pownder ve ark., 2006; Tromblee ve ark.,2006). Burun akıntısının türü ve konumu ayırıcı tanı açısından yardımcı olabilir ancak kesin tanı için radyodiagnostik görütüleme, rinoskopi, sitoloji ve kültür gibi tamamlayıcı muayenelere ihtiyaç duyulmaktadır (Choi ve ark., 2012). Radyodiagnostik görüntüleme yöntemleri nazal boşluk ve paranazal sinüs değerlendirilmesi ve hastalıkların tanısında önemli yer tutar (Choi ve ark., 2012; Pownder ve ark., 2006). Bu çalışmada kedi paranazal sinüsleri BT olarak değerlendirilerek kedi paranazal sinüs morfolojik yapıları ve anatomik farklılıkları ortaya koyuldu. Çalışma bulguları, ileride yapılacak çalışmalarda patolojik ve fizyolojik oluşumların ayırt edilmesine ve kesin tanısı güç olan kedi sinonazal hastalıklarının BT değerlendirilmesine katkı sağlayacak niteliktedir.

Radyografi; erişilebilirliği, kullanım kolaylığı ve düşük maliyeti nedeniyle (Lamb ve ark., 2003) kedi ve köpeklerde sinonazal hastalıklarının değerlendirilmesinde en sık kullanılan görüntüleme yöntemidir (Conchou ve ark., 2012; Lamb ve ark., 2003, Park ve ark., 1992; Saunders ve ark., 2004; Windsor ve Johnson, 2006). Radyografi, sinonazal klinik bulgusu olan olgularda; lezyonun yerinin ve uzanımının belirlenmesi için kullanılabilir (Ogilvie ve LaRue, 1992). Yapılan çalışmalarda, sinonazal hastalıkların radyografik görünümleri tanımlanmıştır (Choi ve ark., 2012; Saunders ve ark., 2003) ancak bölgenin anatomik yapısına bağlı şekillenen süperpozisyonlar ve nazal konkaların karmaşık yapısı nedeniyle; boşluk ve

paranazal sinüslerin radyografik değerlendirilmesinde elde edilen bilgiler sınırlıdır (Conchou ve ark., 2012; Park ve ark., 1992; Saunders ve ark., 2004; Tromblee ve ark., 2006; Windsor ve Johnson 2006). Bu duruma ek olarak kedi ve köpeklerde bölgenin radyografik değerlendirilmesinde izlenen opasite artışı, kemik dokuda lizis gibi bulgulardan yararlanılarak nazal tümörler ile kronik riniti birbirinden ayırmak genelde mümkün değildir (Park ve ark., 1992; Tromblee ve ark., 2006). Kedi ve köpeklerde nazal boşluk ve paranazal sinüs hastalıklarında yapılan çalışmalar göz önüne alındığında radyografik bulgular kesin tanı için yeterli değildir (Choi ve ark., 2012; Codner ve ark., 1993; Park ve ark., 1992). BT ve MRG nazal boşluk ve paranazal sinüslerin görüntülenmesinde radyografiden daha üstün görüntüleme yöntemleridir (Codner ve ark., 1993; Choi ve ark., 2012; Saunders ve ark., 2003; Saunders ve ark., 2004) ve altın standart olarak kabul edilir (Pownder ve ark., 2006). Amerikan Kanser Ortak Komitesi (The American Joint Committee on Cancer) insanlarda malignant sinüs tümörlerinin sağaltım öncesi evrelendirilmesinde kesitsel görüntüleme sağlayan BT ve MRG'yi zorunlu olduğunu kabul eder (Schoenborn ve ark., 2003). BT paranazal sinüslerin değerlendirilmesi için mükemmel bir görüntüleme yöntemidir. Paranazal sinüslerin, kraniofasiyal kemiklerin ve paranazal sinüs pnömatizasyon sınırlarının kesin olarak değerlendirilmesini sağlar (Uthman ve ark., 2010). Bölge patolojilerinin sınırları, karakteri ve çevre doku tutulumları ile ilgili daha detaylı bilgiler vererek hastalığın yaygınlığının ve ciddiyetinin daha kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesine olanak tanır (Codner ve ark., 1993; Choi ve ark., 2012; Johnson ve ark., 2006; Lamb ve ark., 2003; Losonsky ve ark., 1997; McCarthy, 2005; Windsor ve Johnson, 2006). BT de kontrast çözünürlük artar ve süperpozisyonlar büyük ölçüde ortadan kalkar (Schoenborn ve ark., 2003). BT radyografi ile kıyaslandığında yumuşak doku çözünürlüğü daha yüksektir; kemik lizisleri, tümör sınırlarının belirlenmesi, çevre doku tutulumları ve bölgesel metastaz ile ilgili daha kesin bilgiler verir (Choi ve ark., 2012; Gendler ve ark., 2010; Olgilvie ve LaRue, 1992; Pownder ve ark., 2006; Schoenborn ve ark., 2003; Tromblee ve ark., 2006). BT, özellikle nazal kavitenin rostral kısmında, etmoid konkalarda ve kribroform plakada yer alan lezyonların teşhisinde radyografiden daha duyarlıdır (Park ve ark., 1992; Saunders ve ark., 2004; Windsor ve Johnson, 2006). BT frontal sinüs ve kemik yıkımlanmalarının değerlendirilmesinde en iyi görüntüleme tekniğidir (Choi ve ark., 2012; Saunders ve

ark., 2004). BT, sinonazal kavite ile bitişik kemik yapılarındaki yıkıcı lezyonların değerlendirilmesinde genellikle MRG'den üstündür (Barrs ve ark., 2014). Bu tez çalışmasında kemik doku ile sınırlandırılmış kaviteli yapıda olan kedi paranazal sinüsleri altın standart olarak kabul edilen BT ile değerledirildi. Çalışmada BT görüntülerinin kullanılması kafatasının anatomik yapısına bağlı olarak paranazal sinüslerin radyografik görüntülenmesinde şekillenen süperpozisyonları ortadan kaldırdı. Çalışma materyalini oluşturan BT görüntüleri karmaşık anatomik yapıya sahip paranazal sinüslerin kros-seksiyonel olarak farklı kesitlerde detaylı ve karşılaştırmalı değerlendirilerek kedi paranazal sinüs morfometrik yapısının ve bireysel farklılıkların anlaşılabilmesine olanak sağladı.

Veteriner hekimliğinde kedi ve köpeklerde nazal boşluk ve paranazal sinüslerin BT ile değerlendirildiği birçok çalışma mevcuttur (Barrs ve ark., 2014; Bouyssou ve ark., 2021; Choi ve ark., 2012; Reetz ve ark., 2006; Schoenborn ve ark., 2003; Tomsa ve ark. 2003; Tromblee ve ark., 2006). Sinonazal patolojilerin değerlendirildiği bu çalışmalar BT görüntülemenin radyografi ve rinoskopiden daha üstün bir görüntüleme yöntemi olduğunu göstermektedir (Barrs ve ark., 2014; Bouyssou ve ark., 2021; Choi ve ark., 2012; Codner ve ark., 1993; Lefebvre ve ark., 2005; Park ve ark., 1992; Reetz ve ark., 2006; Saunders ve ark., 2003; Saunders ve ark., 2004; Schoenborn ve ark., 2003; Thrall ve ark., 1989; Tomsa ve ark. 2003; Tromblee ve ark., 2006). Kedilerde nazal boşluk ve paranazal sinüslerin BT olarak değerlendirildiği çalışmalarda BT görüntüleri rostralden kaudale doğru transeversal kesitler alınacak şekilde sternal rekümbent pozisyonda (Bouyssou ve ark., 2021; Karnik ve ark., 2009; Reetz ve ark., 2006; Schoenborn ve ark., 2003) veya ventral rekümbent pozisyonda elde edilmiştir (Choi ve ark., 2012). Bu çalışmada BT görüntülerinin elde edilmesinde, olgulara sternal rekümbent pozisyon verildi. BT çekimleri rostralden kaudale doğru 1,25 mm transversal kesitler alınacak şekilde yapıldı. Kedilerde yapılan çalışmalarda BT görüntülerinin kesit kalınlıkları 1mm (Bouyssou ve ark., 2021), 3 mm (Schoenborn ve ark., 2003), 1 veya 3 mm (Karnik ve ark., 2009), 2 veya 5mm'dir (Choi ve ark., 2012). Kedilerde sinonazal bölge BT görüntülerini Bouyssou ve ark. (2021) 130 kV, 65-100 mAs; Reetz ve ark. (2006) 120 kV, 130-160 mAs; Karnik ve ark. (2009) 120 kV, 100-

180 mAs değerlerle almışlardır. Bu çalışmada olguların BT görüntüleri 120 kV, 180 mAs değerlerle alındı.

Sinonazal hastalıklarda paranazal sinüslerde patoloji sıklıkla gözlenmektedir. Üst solunum yolu aspergillozu olan kedilerin BT görüntülerinin değerlendirildiği bir çalışmada, olguların %81,25'inde frontal sinüs; %56,25'inde sfenoid sinüste yumuşak doku atenüasyonu izlenmiştir (Barrs ve ark., 2014). Schoenborn ve ark. (2003) ise nazal aspergilloz olgularında frontal sinüs etkilenme oranını %50 bulmuşlardır. Bouyssou ve ark. (2021) nazal kitlesel lezyonu olan 79 kediyi BT olarak değerlendirilmiş, nazal karsinomlar ve nazal sarkomlarda yüksek oranda kitlenin frontal sinüslere uzanımı olduğu tespit etmiştir. Choi ve ark. 2012 yılında yaptıkları bir çalışmada rinit tanısı konulan olan 2 kedinin BT görüntülerinde frontal sinüslerde sıvı tespit etmiştir. Tromblee ve ark. (2006) tarafından yapılan çalışma; frontal ve/veya sfenoid sinüslerde anormal yumuşak doku veya sıvının tespit edilmesinin nazal neoplazilerde (%87) yüksek oranda rinitte ise daha düşük oranda (%39) görüldüğünü ortaya koymuştur. Aynı çalışmada; sfenoid neoplazi olgularında %87 oranında; neoplazik olmayan rinit olgularında ise %32 parsiyel veya total oklüzyon görülmüş olup; unilateral olgularda sfenoid sinüslerde anormal yumuşak dokunun nazal neoplazilerle istatistiksel olarak anlamlı ilişkisi olduğu tespit edilmiştir. Schoenborn ve ark. (2003) ise nazal neoplazi ile neoplazik olmayan rinit olgularında paranazal sinüs tutulum oranlarını benzer bulmuştur. Kedilerde sinonazal hastalıklarda patognomomik bulgular henüz ortaya koyulamamıştır. Paranazal sinüs patolojisi olamayan kedi paranazal sinüslerinin değerlendirildiği bu çalışma sinonazal hastalıkların tanısına katkı sağlaması amaçlanmış bir ön çalışmadır. Hastalıkların tanısında, sağaltım planlamasında ve hastalıkların prognozu açısından bölge anatomisinin bilinmesi oldukça önemlidir. Bu nedenle tez çalışmasında paranazal sinüs patolojisi olmayan kedilerin paranazal sinüs anatomik görünümleri ve olabilecek anatomik varyasyonlar BT ve 3 boyutlu olarak değerlendirildi; kafatası uzunluk ve genişlik ölçümleri yapıldı. Elde edilen frontal sinüs ve sfenoid sinüs 3 boyutlu görünümlerinin karmaşık yapıya sahip paranazal sinüslerin anlaşılamasına katkı sağladı.

Olguların kafatası genişlikleri en kısa 38,1 mm, en uzun 42,3 mm, ortalama kafatası genişliği 40,08±0,25 mm'dir. Olguların kafatası uzunlukları en kısa 75,8 mm, en uzun 98,2 mm uzunluğunda olup ortalama kafa tası uzunluğu 88,58±1,29 mm'dir. Dişi olguları kafatası genişlik ortalaması 40,12±0,4 mm, kafatası uzunluk ortalaması 86,49±1,7 mm; erkek olguların ise sırasıyla 40,02±0,3 mm, 91,13±1,7 mm'dir. Dişi ve erkek olguların kafatası uzunluğu ve genişliği arasındasın istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır ($p<0,05$). Bu çalışmaya benzer olarak Ramos ve ark. (2021), European Shorthair ırkı kedilerin BT görüntüleri üzerinde kafatası ölçümlerinin değerlendirdiği çalışmada kafatası genişliği minimum 41,9 mm maksimum 43,61 mm ve ortalama 42,75 mm; kafatası uzunlukları minimum 87,9 mm maksimum 90,94 mm ortalama 89,42 mm'dir. Dişi olguların kafatası genişliği 42,68 mm, kafatası uzunluğu 85,93 mm erkek olguların ise sırası ile 42,83 ve 93,12 mm'dir. Ramos ve ark. (2021), çalışmasında ve bu güncel çalışmada dişi ve erkek kediler için tespit edilen kafatası uzunluk ve genişlik ortalamalar mm cinsinden birbirine benzer ve cinsiyete bağlı olarak erkeklerdeki ortalama kafatası genişliği ve uzunluğu dişilerden büyüktür. Bu durum erkek kedilerinin karakteristik kafatası yapılarının daha hantal/geniş görünümlü olmasına bağlı olabilir.

İnsanlarda paranazal sinüslerin gelişiminin tamamlanması çoğunlukla erişkin yaşta şekillenir. Bu gelişim kemik rezorbsiyonu ve septasyonu sonucunda şekillenir. Frontal sinüsler genel olarak 1 yaşından itibaren görünür hale gelir ve gelişimi 20 yaşına kadar devam eder (Yüksel Aslier ve ark., 2016). Kedilerde kafatası morfometrisinin değerlendirildiği bir çalışmada iskelet gelişiminin 12 aya kadar devam ettiği kabul edilmiş ve çalışmada 12 ay ile 204 ay yaş aralığındaki kediler kullanılmıştır (Ramos ve ark., 2021). Bu literatür baz alınarak bu çalışmada 12 ay üzeri kedilerin paranazal sinüsleri değerlendirilmiştir. Bu çalışmada olguların yaş aralığı 12 ay ile 169 ay arasında olup ortalama ay 69,7±11,16'dır. Kedilerde paranazal sinüs hacminin yaş ile korelasyonunun değerlendirildiği bir çalışma mevcut değildir. Bu tez çalışmasında olguların yaş ile frontal sinüs hacmi arasında pozitif anlamlı korelasyon tespit edildi; yaş ile sfenoid sinüs hacmi arasında ise istatistiksel olarak anlamlı korelasyon bulunmadı. İnsanlarda frontal sinüs ile yaş ilişkisinin değerlendirildiği bazı çalışmaların sonuçları bu çalışma sonuçlarından farklıdır. Bir çalışmada frontal sinüs

2 boyutlu ve hacim ölçüm değerleri genç erişkinlerde ve yaşlı erişkinlerde kıyaslandığında frontal sinüs ölçüm sonuçlarının genç erişkinlerde istatistiksel olarak anlamlı daha büyük olduğunu saptanmıştır. Araştırmada bu durumu yaşla birlikte anatomik yapılarda şekillenen daralmaya bağlı olabileceğine değinilmiş ve araştırmaların arttırılmasına gereksinim olduğu vurgulanmıştır (Park ve ark., 2022). Yapılan başka bir çalışmada frontal sinüs AP (anteior-posterior) uzunluğu ve yüksekliğinin benzer şekilde yaşın ilerlemesi ile birlikte anlamlı şekilde azaldığını ortaya koymuş ve bu durumun yaşla ile ilgili dejeneratif değişikliklere ve kemik rezorbsiyonuna bağlı olabileceğinden bahsetmiştir (Akhlaghi ve ark., 2016). Bu tez çalışmasında olgular yaşlarına göre sınıflandırılmadı, frontal sinüs gelişiminin tamamlanma yaşı 12 ay olarak kabul edildi. Ancak kedilerde frontal sinüs gelişiminin tamalanma yaşı henüz net olarak ortaya koyulmamıştır. İnsanlarda yapılan çalışmalar ile bu tez çalışması sonuçlarının farklı olması kedilerde frontal sinüs gelişiminin 12 aydan daha ileri yaş döneminde olmasına bağlı olabilir. Bu nedenle kedilerde belli aylık yaşlarda frontal sinüs hacimleri değelendirilererek frontal sinüs gelişiminin tamamlandığı ortalama yaşın ortaya koyulması gereklidir. Ek olarak insalardakine benzer şekilde yaşa bağlı dejenatif değişikler ve bu duruma bağlı frontal sinüs hacminde azalma olup olmadığının gösterilmesi amacıyla erişkin kedilerde yaş sınıflandırılması yapılarak frontal sinüs hacminin kıyaslamalı değerlendirilmesi gereklidir. İnsanlar sfenoid sinüs gelişimi frontal sinüse benzer şekilde doğum sonrası devam etmekte ancak gelişim frontal sinüsten daha erken yaşta tamamlanmaktadır. Kedilerde sfenoid sinüsün gelişim dönmelerinin belirlenmesi amacıyla farklı yaş gruplarında sfenoid sinüs hacminin değelendirilmesi gereklidir. Bu çalışmada paranazal sinüs hacimlerinin yaş ile ilişkisine ek olarak iki paranazal sinüsün hacimleri arasındaki korelasyonda da değerlendirildi ve frontal sinüs hacmi ile sfenoid sinüs hacmi arasında anlamlı yüksek pozitif korelasyon bulundu.

İnsanlarda frontal sinüs sağ ve sol kısımlarının gelişimi birbirinden bağımsızdır (Yüksel Aslier ve ark., 2016). Bu gelişimin kedilerde nasıl şekillendiğini gösteren bir veri mevcut değildir. Bu çalıma kedi frontal sinüslerin BT bazlı segmentasyonunda ile değerlendirildiği ilk çalışmadır. Bu nedenle frontal sinüs anatomik yapısının ve segmentasyon işlemlerinin detaylı anlaşılması ve tecrübe kazanılabilmesi amacıyla

frontal sinüs kaviterileri bütün olarak değerlendirildi. Kedi frontal sinüslerin gelişim dönemleri ve kaviteler arasındaki farklılıkların ortaya koyulabilmesi için yavru ve erişkin kedilerde yaş faktörleri de göz önüne alınarak sağ ve sol frontal sinüs kavitelerinin bütün olarak ve ayrı ayrı değerlendirilmesi frontal sinüs gelişim dönemleri ve kaviteler arasındaki ilişiğin anlaşılması için önemlidir.

Kedilerde frontal ve sfenoid sinüslerin simetri ve boyutunda farklılık olduğu ampirik olarak fark edilen özelliklerdir. Frontal sinüs kavitelerinde boyutsal olarak asimetri nadir olarak izlenir. Bu durum frontal kemik pnömatizasyounundaki varyasyona veya septal deviasyona bağlı olarak şekillenir. Sağlıklı ve sinonazal patolojisi olan 72 kedide yapılan çalışmada 8 (%5,76) olguda frontal sinüs kavite boyutları arasında asimetri tespit edilmiş olup bu olgulardan 1'inde septal deviasyona bağlı asimetri olarak bulunmuştur (Reetz ve ark., 2006). Bu tez çalışmasında 2 olguda (%10) frontal sinüs kaviteleri arasında belirgin asimetri tespit edildi. Reetz ve ark. (2006) tarafından yapılan çalışmada frontal sinüs septum deviasyon oranı %27,7'dir. Septum deviasyon yönünü değerlendirilmemiş olup septum deviasyonu tipik olarak hafif derecede ve belirsiz bir dalgalı desene sahip olarak değerlendirilmişdir. Bu tez çalışmasında benzer şekilde median septum deviasyonu hafif derecede ve belirsiz dalgalı desenede izlendi. Frontal sinüs median septumunda %60 oranında hafif derecede deviasyon tespit edildi. Deviasyon yönü olguların %40'ında sola %20'sinde sağa doğrudur. Reetz ve ark. (2006) tarafından yapılan çalışma sonuçları ile kıyaslandığında kedilerde frontal sinüs septum deviasyonu yüksek bulunmuştur. Bu sonuç her iki çalışmada farklı ırkların kullanılması ve ırklara bağlı septum deviasyonun insidansının değişmesinden kaynaklanabilir.

En son literatür taramalarımızda veteriner hekimliğinde kedilerde frontal sinüs içerisinde bulunan septaların değerlendirildiği bir çalışma mevcut değildir. Beşeri hekimlikte yapılan çalışmalarda anatomik varyasyonların ortaya koyulabilmesi adına frontal sinüs septaları değerlendirilmiştir. Yapılan bir çalışmada frontal sinüsün sağ ve sol kavitelerinde bulunan septalar ayrı ayrı değerlendirilmiş; sağ kavitede %56,3 oranında septa izlenmemiş olup %32,5 oranın 1, %11,3 oranında birden fazla septa

tespit edilmiştir. Bu oran sol kavite için ise sırasıyla %48,8, %45, %6,3'tür. Bu çalışmasında frontal sinüste horizontal ve vertikal olmak üzere 2 farklı yönde septa değerlendirildi. Tüm olgularda vertikal septa tespit edilmiş olup; olguların %20'sinde 1 vertikal septa, %80'inde 1'den fazla vertikal septa tepit edildi. Olguların %65'inde horizontal septa tespit edilmedi. Birden fazla horizontal septa %10,1 horizontal septa ise %25 oranında izlendi. Çalışma sonuçları kedilerde frontal sinüste izlenen septa sayı ve oranının insanlarda kıyaslandığında daha yüksek olduğunu göstermiştir.

Klinik olarak sağlıklı ve sinonazal patolojisi olan kedilerin sfenoid sinüslerinin BT olarak değerlendirildiği bir çalışmada neredeyse tüm sfenoid sinüslerde (%96,6) oblik ve eksantrik yerleşim gösteren sfenoid sinüs septumu ve buna bağlı olarak sfenoid sinüs kaviteleri arasında asimetrinin sıklıkla gözlendiğine değinilmiştir (Reetz ve ark., 2006). Tromblee ve ark. (2006) ise neoplazik ve neoplazik olmayan nazal kitlesi olan kedilerde sfenoid sinüs septum deviasyonunu neoplazik olgularda %33, neoplazik olmayan olgularda ise %68 oranında bulmuş. Bu çalışmada olguların %10'unda sfenoid sinüs kavitelerinin simetrik olduğu ve septum deviasyonunun olmadığı tespit edildi. Olguların %90'ında sfenoid sinüs septum deviasyon tespit edildi ve buna bağlı olarak sfenoid sinüs kavitelerinin asitmerik olduğu gözlendi. Sfenoid sinüs septum deviasyonu %40 oranında sağa, %40 oranında sola, %10 oranında ise iki yönlüdür. Kedilerde sfenoid sinüs septumunun değerlendirildiği bu çalışma sfenoid sinüs septum deviasyonunun patolojilerden bağımsız olarak yüksek oranda izlendiğini göstermeketdir. Bu tez çalışmasında bir olguda (%5) sfenoid sinüs kaudal kısmında 1 septa tespit edildi. İnsanlarda sfenoid sinüste septa görülme oranı yüksektir. Yapılan bir çalışmada %78,04 oranında sfenoid sinüsün posterior kısmında ek septa tespit edilmiş olup %22,97 oranında 1, %32,09 oranında 2, %9,8 oranında 2'den fazla ek septa izlenmiştir (Jaworek Troc ve ark., 2018). Bu çalışma bulgularında kedilerde sfenoid sinüste ek septa izlenme oranı insanlarda yapılan çalışmalarla kıyaslandığında düşük bulunmuştur. Ancak bu hipotezin doğrulanarak kesin bilgiye ulaşılması için bu alanda çalışma ve olgu sayının artırılması gereklidir.

Paranazal sinüsler şekil, morfoloji ve boyutu büyük ölçüde varyasyon izlenen karmaşık anatomik yapılardır. Multi-detektör tarama sistemleri ve tarama sonrası işlemenin (post-processing) geliştirilmesi ile birlikte paranazal sinüs görüntülenmesinde BT altın standart görüntüleme yöntemi olmuştur. Segmentasyon işlemi bu anatomik yapıların metrik ve şekil verilerin çıkarılmasını sağlar. Cerrahi girişim öncesinde bölgenin 3 boyutlu incelenebilme gerekli durumlarda 3 boyutlu yazdırılabilme olanağının cerrahlara kolaylık sağlayacağı düşünülmektedir Ayrıca bu veriler tanı, eğitim, cerrahi planlama ve simülasyon, nörocerrahi alanında minimal invaziv girişimlerin planlanması için kullanılabilir. Paranazal sinüs segmentasyonunda manuel, yarı otomatik ve otomatik yöntemler kullanılabilir. Bu tez çalışmasında frontal ve sfenoid sinüslerin BT görüntülerinden yarı otomatik segmentasyon ile 3 boyutlu görünümleri oluşturulmuş ve hacim ölçümleri yapılmıştır. Yarı-otomatik segmnetasyon işlemi dışı kemik doku ile çevrili içi hava dolu kaviteli yapıda olan paranazal sinüslerde uygulanabilik açısından kontrast farkı nedini ile kolaydır, otomatik segmentasyon işlemi sonrasında görüntülerin kontrol edilerek yanlış işaretlenmiş alanların düzeltilmesi hacim ölçümlerinde elde edilen sonucun doğruluğunu arttırdı. Bu çalışmada elde ettiğimiz tecrübeye göre kedi paranazal sinsülerin anatomik sınırlarının tespit edilmesini takiben BT bazlı segmentasyon işlemi uygulanabilirliği açısından oldukça kullanışlı bir yöntemdir. Elde edilen paranazal sinüslerin 3 boyutlu görünümleri morfometrik yapının değerlendrilmesi ve anatomik yapının anlaşılmasında bu çalışmda bize katkı sağladı.

İnsanlarda frontal sinüsler pnömatik paranazal sistemin en değişken parçasıdır ve şekil, simetri ve gelişim derecesi açısında ciddi farklılıklar gösterir. Irk, coğrafya, iklim gibi faktörler anormal frontal sinüs gelişimine etkiden faktörlerden bir kaçıdır (Uthman ve ark., 2010). İnsanlarda sfenoid sinüsler şekil ve pnömatizasyon açısından oldukça değişkendir (Cellina ve ark., 2021). Veteriner hekimliğinde, MRG ve BT ile kedilerin normal nazal kavite ve paranazal sinüslerin değerlendirildiği çalışmalar oldukça kısıtlıdır (Conchou ve ark., 2012; Losonsky ver ark., 1997; Reetz ve ark., 2006). Losonsky ve ark. tarafından 1997 yılında yapılan bir çalışmada sağlıklı 3 kedinin nazal kavite ve paranazal sinüsleri BT olarak değerlendirilmiştir. Conchou ve ark. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada ise MRG ile sağlıklı kedilerin nazal kavite

ve paranazal sinüsleri detaylı değerlendirilerek anatomik yapılar işaretlenmiştir. BT bazlı segmentasyon ile yapılan 3 boyutlu modeller olguların bireysel 3 boyutlu anatomisini gösterir. İnsanlarda yapılan çalışmalar bazı anatomik varyasyonların rekürent sinüzite neden olabileceğini ortaya koymuştur (Pirner ve ark., 2009). Vücuttaki diğer kemiksel yapılardan farklı olarak kafatası çok sayıda farklı kemik ve paranazal sinüs içerir bu durum kafatasında bulunan yapıların anlaşılmasında 3 boyutlu görünümlerin önemini arttırmaktadır (Yun ve ark., 2011). Güncel literatür taramalarımızda kedilerden paranazal sinüslerin 3 boyutlu değerlendirildiği bir çalışmaya rastlanmadı. Bu çalışmada kedi frontal ve sfenoid sinüslerinin ayrı ayrı segmentasyonu yapılarak 3 boyutlu görünümleri elde edildi. Frontal sinüslerin kimlik tespiti için adli tıpta kullanılması adına yapılan çalışmalar frontal sinüslerin aynı yumurta ikizleri arasında bile yüksek anatomik varyasyon gösterdiğine değinmektedir (Akhlaghi ve ark., 2016; Uthman ve ark., 2010). Bu tez çalışmasında da elde edilen 3 boyutlu modellerde tüm olgularda yüksek oran bireysel anatomik varyasyon tespit edildi. Kedilerde de insanlara benzer şekilde paranazal sinüslerin bireysel anatomik yapısı olabileceği düşünüldü.

Frontal sinüslerin karmaşık ve morfolojik olarak çeşitlilik gösteren yapısı nedeni ile röntgen, endoskopi veya 2 boyutlu BT ve MRG görüntüleme ile yapılan hacimsel ölçümlerde geçersiz ve kesin olmayan sonuçların çıkma olasılığı yüksektir bu nedenle bu çalışmalar kısıtlı bilgiler sağlar. İnsanlarda frontal sinüs hacminin 3 boyutlu olarak değerlendirildiği güncel çalışmalar mevcuttur ve yapılan çalışmlarda MRG ve BT ‘nin 3 boyutlu doğasından dolayı frontal sinüs morfolojinin değerlendirmede etkinliği gösterilmiştir (Yun ve ark., 2011). Güncel literatür taramalarımıza göre kedi frontal sinüslerinin hacimsel ve 3 boyutlu olarak değerlendirildiği çalışma mevcut değildir ancak kedilerde paranazal sinüslerin hacimsel değerlendirildiği geçmiş çalışmaların olmaması bu konudaki bilgilerimizi kıstılı kılar, bu yüzden bu çalışmanın bir amacı da kedi paranazal sinüslerine ait 3 boyutlu morfolojik ölçümleri literatüre kazanmaktır. İnsanlarda cinsiyet faktörünün frontal sinüs parametreleri üzerine ilişkisini araştıran çalışmalarda 2 boyutlu ölçümlerde erkek frontal sinüs uzunluk ve genişliğinin kadınlar ile kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı büyük olduğunu ortaya koymuştur (Akhlaghi ve ark., 2016; Uthman ve ark., 2010). Reetz ve ark. (2006), yaptıkları

çalışmada 2 boyutlu ölçümleri baz alarak erkek kedilerin frontal sinüslerinin dişi kedileri kıyasla daha büyük ve daha uzun olduğunu ve bunun karakteristik kafa yapılarının daha büyük olmasından kaynaklı olduğuna değinmiştir. Bu tez çalışmasında erkek kedilerin frontal sinüs hacmi dişi kedilere göre istatistiksel olarak anlamlı büyük olduğu bulunmuştur (p=0,012). Olguların frontal sinüs hacmi ortalama 2579,23±211,3 mm^3'tür. Dişi olguların ortalama frontal sinüs hacmi 2122,85±285,1 mm^3 erkek olguların ise 3137,03±201,8 mm^3'tür. İnsanlarda yapılan frontal sinüs hacim ölçüm çalışmalarında elde edilen sonuçlar erkeklerin frontal sinüs hacimlerinin dişilerden büyük olduğunu göstermektedir ve bu sonuçlar bu tez çalışması ile uyumludur (Park ve ark., 2022; Pirner ve ark., 2009; Yun ve ark., 2011).

Sfenoid sinüsler intrakranial yapılarla sıkı ilişki içerisindedir. Sfenoid kemiğin içinde derin bir konumlanma gösteren sfenoid sinüsler insanlarda pnömatizasyon ve şekil açısından yüksek oranda varyasyon gösterir. Beşeri hekimlikte trasnsfenoidal yaklaşım ile nörocerrahi girişimlerinin başlaması ile sfenoid sinüslerin 3 boyutlu değerlendirilmesinin önemi artmıştır (Cellina ve ark., 2021). Nörovasküler yapıların sfenoid sinüs boşluğuna protrüzyon oranı yüksektir. Sfenoid sinüste izlenen anatomik varyasyonların tespit edilmesi cerrahi komplikasyon riskini düşürmektedir. Bu durum cerrahlar ve radyologlar için sfenoid sinüs anatomik varyasyonlarının bilmesinin önemini arttırmaktadır. Sfenoid sinüs pnömatizasyon, tip ve hacim değerlendirilmeleri transsfenoidal olarak intrakranial yapılara ulaşım yolları tespit edilerek komplikasyon riskini düşürür. İnsanlarda sfenoid sinüslerin segmentasyon ile hacim ölçüm sonuçlarının nörovasküler yapıların protrüzyonu ile ilgili postansiyel korelasyon olup olmadığı araştırılmaktadır (Cellina ve ark., 2021). Bu çalışmada kedi sfenoid sinüslerin 3 boyutlu hacim ölçümleri BT bazlı yarı otomatik segmentasyon ile yapıldı. Tez olgularının ortalama sfenoid sinüs hacmi 330,25±31,74mm^3'tür. Erkek olguların sfenoid sinüs hacimlerinin dişi olgulara kıyasla istatistiksel olarak anlamlı büyük olduğu bulundu (p<0,05). Ancak sfenoid sinüs ölçümlerinin 2 boyutlu olarak yapıldığı bir çalışmada dişi ve erkek kedilerin sfenoid sinüs uzunlukları arasında anlamlı farklılık olmadığına değinilmiştir (Reetz ve ark., 2006). Sfenoid sinüsler 3 farklı düzlemde uzanımları düzenli olmayan kavitelerdir bu nedenle 2 boyutlu değerlendirme sonuçları anlamlı bilgiler vermeyebilir. İnsanlarda yapılan çalışmalarda

da cinsiyetin sfenoid sinüs hacmi üzerine etkisi kesin olarak ortaya koyulamamıştır. Bazı çalışmalarda sfenoid sinüs hacmi erkeklerde istatistiksel olarak anlamlı daha büyük bulunmuşken (Gibelli ve ark., 2018; Pirner ve ark., 2009; Tuang ve ark., 2023) bazı çalışmalarda kadın ve erkeklerde sfenoid sinüs hacminde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır (Nejaim ve ark., 2019).

Beşeri hekimlikte frontal sinüsleri boyutlarına göre sınıflandırma çalışmaları 1950'lerde başlamıştır ve hala devam etmektedir. Frontal sinüs pnömatizasyonu aplazikten hiperplaziğe oldukça değişkendir. Guerram ve ark. (2014), frontal sinüs hacmini değerlendirdiği bir çalışmada 80 kuru kafa radyografik 2 boyutlu olarak görüntülemiştir. Frontal sinüsleri "SOL (supraorbital line)" ve "MOL (midorbital line)" referans noktalarına göre 4 ayrımıştır. SOL her iki gözün supra orbital hizasından çekilen horizontal, MOL ise gözün ortasından vertikal düzlemde çekilen çizgidir. Çalışmada %2,5 aplazik, %50,8 hipoplazik, %40,5 normal pnömatize, %1,6 hiperplazik frontal bulmuşlardır. Her ne kadar bu çalışmada insan kuru kafaları kullanmış olsa da sınıflandırma bizim kedilerde paranazal sinüs hacim sınıflamamız ile uyumludur. Bu tez çalışmasında da benzer olarak hipoplazik, normal ve hiperplazik sinüsler tespit edilmiştir. Değerledirilen bütün olgularda frontal sinüsler "SOL" referans noktasının üzerinde gözlenmiş olup normal pnömatize frontal sinüslerin de "MOL" rerefans noktanısını geçtiği tespit edilmiştir. Bunun en önemli nedeni atomik olarak kedilerde frontal sinüslerin orbitaya göre daha anterior yerleşimli olmasıdır. Ayrıca insanlarda frontal sinüslerin boyuta göre sınıflandırılmasında 2 boyutlu ve 3 boyutlu ölçümlerin kıyaslandığı bir çalışmada 148 frontal sinüs 2 boyutlu ölçümlerinde 6 (%4,1) aplazik, 21(%14,2) hipoplazik, 55 (%37,2) normal pnömatize ve 66 (%44,5) hiperplazik sinüs tespit edilmiştir. Bu veriler 3 boyutlu ölçümlerle kıyaslandığında hipoplazik frontal sinüslerde 1 yanlış pozitif, hiperplazik frontal sinüslerde 11 yanlış pozitif ve 8 yanlış negatif sonuç bulunmuştur ve frontal sinüslerde hacimsel değerlendirmenin 2 bouyutlu refere alınan "SOL" ve "MOL" noktalarına göre üstünlüğü gösterilmiştir (Yüksel Aslier ve ark., 2016). Frontal sinüslerin boyutlarına göre sınıflandırılması 3 boyutta asimetrik yapısı göz önüne alındığında zordur ve yanlış sonuçların elde edilme olasılığı yüksektir. Bu nedenle bu çalışmada kedi frontal sinüsleri 3 boyutlu hacim ölçümlerine göre sınıflandırılmıştır. Çalışmada

frontal sinüslerin %15'i hipoplazik, %70'i normal pnömatize, %15'i ise hiperplaziktir. Çalışmada olgularında aplazi saptanmadı. Kedilerde frontal sinüs aplazi görülme ihtimali veya oranının saptaması adına kedi frontal sinüslerinin değerlendirildiği daha çok çalışma yapılması gereklidir.

Beşeri hekimlikte yapılan çalışmalar sfenoid sinüsleri sella turcica çevresindeki pnömatizasyon derecelerine konkal, presellar, sellar ve postsellar olmak üzere 4 tipe ayırmıştır. Hamid ve ark. (2007) çalışmalarında %2 konkal, %21 presellar, %54,7 sellar, %22,3 postsellar tip sfenoid sinüs tespit etmiştir. Gibelli ve ark. (2018) ise postsellar tip sfenoid sinüs tespit etmemiş olup %10 presellar, %74 sellar ve %16 oranında post sellar sfenoid sinüs tespit etmişlerdir. Çalışmada sfenioid sinüs tipleri hacim ölçümleri ile kıyaslanmıştır. Presellar tip sfenoid sinüslerin en düşük ve postsellar tip sfenoid sinüslerin en büyük hacmi sahip olduğu belirtilmiştir. İnsan ve kedilerde sfenoid sinüs anatomisi farklıdır. Bu çalışmada sella turcica sfenoid sinüse göre daha kaudalde yerleşim gösterdiği tespit edildi ve buna bağlı olarak sella turcica çevresinde pnömatizasyon tespit edilmedi. Sfenoid sinüs sınıflandırlması hacim ölçüm değerlerine göre yapıldı. Bu değerlendirmeye göre %20 oranında hipoplazik, %65 oranında orta büyüklükte pnömatize ve %15 oranında hiperplazik sfenoid sinüs tespit edildi.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada paranazal sinüs patolojisi olmayan 20 erişkin kediye ait paranazal sinüsler BT kullanılarak değerlendirildi. Frontal sinüs ve sphenoid sinüse ait anatomik yapılar BT bazlı segmentasyon ile 3 boyutlu olarak değerlendirilip morfometrik analizi ve hacim ölçümleri yapıldı. Paranazal sinüs hacimleri ile cinsiyet, yaş, kafatası uzunluğu ve genişliği arasındaki ilişki değerlendirildi. Ayrıca frontal sinüs ve sfenoid sinüslerin hacimsel sınıflandırılması yapıldı.

Kafatası genişliği ile yaş arasında anlamlı korelasyon tespit edilmemiş olup kafatası uzunluğu ile yaş arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon bulundu. Frontal sinüs hacmi ile yaş arasında anlamlı pozitif korelasyon bulundu. Sfenoid sinüs hacmi ile yaş arasında ise anlamlı korelasyon tespit edilmedi.

Ortalama kafatası genişliği 40,08±0,25mm ve en kısa ve en uzun kafatası genişlikleri sırası ile 38,1mm ve 42,3mm'dir.

Ortalama kafatası uzunluğu 88,58±1,29 mm, en kısa ve en uzun kaftası uzunluğu ise sırasıyla, 75,8mm ve 98,2 mm'dir.

Kafatası uzunluk ve genişlik ölçümlerinde dişi ve erkek olgularda anlamlı istatistiksel fark bulunmamıştır (p= 0,073; p=0,854).

Olguların kafatası uzunlukları ile sinüs hacimleri değerlendirildiğinde; frontal sinüs hacmi ile kafatası uzunluğunda anlamlı pozitif korelasyon bulunmuş olup (p=0,033); sfenoid sinüs hacmi ile kafatası uzunluğu arasında istatistiksel olarak

anlamlı korelasyon bulunmadı (p=0,19). Kafatası genişliği ile paranazal sinüs hacimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon bulunmadı.

Yapılan değerlendirmelerde frontal sinüslerin 3 boyutlu görünümlerinde tüm olgularda yüksek oranda bireysel varyasyon tespit edildi. Olguların 8'inde frontal sinüs septumunda deviasyon tespit edilmemiş olup 8 olguda sağa hafif derecede, 4 olguda ise hafif derecede sola septum deviasyonu tespit edildi. İki olguda frontal sinüs sağ ve sol kaviteleri arasında belirgin asimetri tespit edildi. Tüm frontal sinüslerde vertikal septa tespit edildi. On altı olguda 1'den fazla vetrikal septa tespit edilmiş olup 4 olguda 1 vetrikal septa tespit edildi. Olguların 13'ünde horizontal septa tespit edilmedi. İki olguda 1'den fazla, 5 olguda 1 horizontal septa tespit edildi. Bu değerlendirilmeler ile insanlarda olduğu gibi kedilerinde frontal sinüslerinin bireysel anatomik yapısı olduğu sonucuna varıldı.

Yapılan çalışmada kedi sfenoid sinüslerinde birçok anatomik varyasyon tespit edildi. Olguların 18'inde sfenoid sinüs septum deviasyonu ve buna bağlı olarak sağ ve sol kaviteler arasında asimetri tespit edildi. Olguların 8'inde sağa, 8'inde sola, 2'sinde ise çift yönlü deviasyon tespit edildi. İki olguda sfenoid sinüs sağ ve sol kaviterini simetrik olduğu ve septum deviasyonu olmadığı izlendi. Bu çalışmada 1 olguda sfenoid sinüs kaudal kısmında 1 septa tespit edidi. İnsanlarda sfenoid sinüs kavitelerinde çok sayıda septa izlenmektedir. Kedilerde sfenoid sinüs septaların oranlarının ortaya koyulması için çok sayıda detaylı çalışmaya gereksinim vardır. Bu çalışmanın sfenoid sinüs 3 boyutlu değerlendirilmesine olan önemin artmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

En düşük frontal sinüs hacmi 674,3mm^3, en yüksek frontal sinüs hacmi 4319,75 mm^3, ortalama frontal sinüs hacmi 2579,23±211,3 mm^3'tür. En düşük sfenoid sinüs hacmi 98,37 mm^3, en yüksek 542,39 mm3, ortalama sfenoid sinüs hacmi ise 330,25±31,74 mm^3'tür.

Dişi olguların ortalama frontal sinüs hacmi 2122,85±285,1 mm^3, sfenoid sinüs hacmi 266,34±35,8 mm^3; erkek olguların ise sırası ile 3137,03±201,8 mm^3 ve 408,37±44,5 mm^3'tür. Dişi ve erkek olguların frontal ve sfenoid sinüs hacimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p=0,012; p=0,021). Olguların frontal sinüs hacmi ile sfenoid sinüs hacmi arasında anlamlı yüksek pozitif korelasyon bulundu (p<0,0001; r=0,856).

Paranazal sinüsler hacimlerine göre hipoplazik, normal pnömatize ve hiperplazik olma üzere sınıflandırıldı.

Frontal sinüs hacim ölçümleri ele alındığında 3 olgu hipoplazik, 14 olgu normal pnömatize ve 3 hiperplazik olarak sınflandırıldı. Hipoplazik frontal sinüslerin tümü dişi, normal pnömatize frontal sinüslerin 7'si dişi, 7'si erkek olguya aittir. Hiperplazik frontal sinüs ise 2 erkek, 1'i dişi olguya aittir. Bu çalışmada frontal sinüs aplazisine rastlanmadı.

Sfenoid sinüs hacim ölçümleri ele alındığında 4 olgu hipoplazik, 13 olgu normal pnömatize, 3 olgu ise hiperplazik pnömatize sfenoid sinüs olarak sınıflandırıldı. Hipoplazik sfenoid sinüslerin 3'ü erkek 1'i dişi, normal pnömatize sfenoid sinüslerin 5'i erkek 8'i dişi, hiperplazik sifenoid sinüslerin ise 3'ü de erkek olgudur.

Bilgisayarlı tomografi bazlı segmentasyon ile 3 boyutulu görünümlerin oluşturulması ve hacim ölçümleri insanlarda tanı, cerrahi planlama ve stimülayonlar, radyoterapi, minimal invaziv girşimlerde kullanılmaktadır. Bu tez çalışması kedi paranazal sinüslerinin BT bazlı segmentasyonunda ile değerlendirildiği ilk çalışmadır. Çalışma sonuçlarının; paranazal sinüs morfometrik yapısının ve patolojilerinin anlaşılmasına katkıda bulunacağı, elde edilen 3 boyutlu görünümlerin eğitim ve cerrahi alanda paranazal sinüslerin anlaşılabilirliğini arttıracağı düşünülmektedir. Bu çalışmada tespit edilen çok sayıda anatomik varyasyonun sonraki çalışmalarla

detaylandırılarak hasta spesifik cerrahi sağaltım ve yeni tekniklerin geliştirilmesi açısından yardımcı olacağı düşünülmektedir. İnsanlarda sinüslerde belli anatomik varyasyonların sinuzite yatkınlığa neden olabileceğinden bahsedilmektedir. Kedi paranazal sinsülerinin BT segmentasyon ile değerlendirildiği çalışmaların yapılarak paranazal sinüs varyasyonlarının patolojiler üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmaların yapılmasına gereksinim vardır. İnsanlarda transsfenoidal cerrahi tekniklerinin gelişmesi ile sfeoid sinüslerin segmentasyon ile morfolojik yapılarının değerlendirilmesi ve varyasyonlarının değerlendirilmesine olan ilgi artmıştır. Bu çalışmanın sfenoid sinüs 3 boyutlu değerlendirilmesine olan önemin artmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. İnsanlarda düşük oranlarda tespit edilen frontal sinüs aplazisine bu çalışmada rastlanmamıştır. Çalışmada yapılan hacimsel sınıflandırılmaların rehber nitelğinde olması ve olgu sayısı arttırılarak sınıflandırma değerlerinin detaylandırılması gerekmektedir. Bu çalışma paranazal sinüslerin değerlendirilmesinde BT ve BT bazlı 3 boyutlu segmentasyonunu başarılı olarak uygulanabiliriliği gösterilmiştir.

Çalışmanın paranazal sinüslerin değerlendirilmesinde BT bazlı segmentasyonun veteriner hekimliğinde rutin uygulamaya katılmasına ve kedilerde sıklıkla izlenen sinonazal hastalıkların tanısına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

ÖZET

Kedilerde Paranazal Sinüs Bilgisayarlı Tomografi Görüntülerinin Yarı-Otomatik Segmentasyon ile Hacim Ölçümü ve Üç Boyutlu Yapılandırılması

Kedilerde sıklıkla izlenen sinonazal hastalıkların klinik bulgularının benzer olması ve bölgenin karışık anatomik yapısına bağlı olarak tanısı zordur. Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda kedi paranazal sinüsleri bilgisayarlı tomografik olarak 2 boyutlu değerlendirilmiştir. İnsanlarda paranazal sinüs değerlendirilmesinde bilgisayarlı tomografi (BT) bazlı segmentasyon altın standarttır. Beşeri hekimlikte yapılan güncel çalışmalarda paranazal sinüslerin 3 boyutlu değerlendirilmesinin ve hacim ölçümlerinin önemini vurgulanmakta ve sinonazal hastalıkların tanısında ve sağaltımında yardımı olabileceğini göstermektedir. Bu çalışmanın amacı BT görüntüleri kullanılarak kedi paranazal sinüslerinin değerlendirilmesi, morfometrik yapısının 3 boyutlu olarak ortaya koyulması, elde edilen bulgular ile kedilerde referans sinüs hacmi bulunarak hastalıkların rutin tanısında kullanılmasıdır. Çalışmada BT bazlı segmentasyonun kedi paranazal sinsülerinin değerlendrilmesinde rutin kullanım kazanması amaçlanmıştır.

Bu çalışmada paranazal sinüs patolojisi olmayan 20 kediye ait BT görüntüleri kullanıldı. Kullanılan BT görüntüleri Fujifilm marka 32 kesit Supria model bilgisayarlı tomografi cihazı kullanılarak elde edildi. Kafatası uzunluk ölçümü sagittal kesit, kafatası genişlik ölçümü ise dorsal 2 boyutlu BT görüntüleri üzerinden yapıldı. Paranazal sinüslerin 3 boyutlu görünümleri ve hacim değerleri 3D Doctor programı kullanılarak BT bazlı segmentasyon ile elde edildi. Paranazal sinüslerin morfometrik yapıları ve anatomik varyasyonları, 2 boyutlu ve 3 boyutlu görünümler üzerinde değerlendirildi.

Çalışma süresince elde edilmiş olan ağırlık, yaş, kafatası genişliği, kafatası uzunluğu, frontal sinüs hacmi ve sfenoid sinüs hacmi verilerine ait tanımlayıcı istatistikler; ortalama, standart hata, medyan, birinci çeyrek, üçüncü çeyrek, minimum ve maksimum ölçütleri ile özetlendi. Pearson korelasyon analizi ile sürekli değişkenler arasında olası ilişkiler incelendi. Kullanılan tüm istatistiksel analizlerde anlamlılık kriteri olarak $p<0,05$ kabul edildi.

Çalışmada farklı ırk, yaş ve cinsiyetteki 20 kediye ait bilgisayarlı tomografi görüntüsü kullanıldı. Kedilerin ortalama yaşı 69,7±11,16 ay, ortalama ağırlıkları 3,96±0,21 kg'dır. Çalışmayı oluşturan görüntülerin %55'i dişi, %45'i erkek kediye aittir.

Çalışmada tüm olguların 3 boyutlu değerlendirilmesinde frontal ve sfenoid sinüslerde anatomik varyasyon tespit edildi. Frontal sinüslerin %10'unda sağ ve sol kavite arasında asimetri gözlendi. Frontal sinüslerin 12'sinde hafif derecede septal deviasyon tespit edildi. Tüm frontal sinüslerde vertikal septa tespit edildi. Frontal sinüslerde oranında%65 horizontal septa izlendi. Sfenoid sinsülerin %90'ında eksantrik yerleşim gösteren oblik septum ve buna bağlı olarak sfenoid sinüs sağ ve sol kaviteleri arasında asimetri tespit edilidi. Sfenoid sinüste 1 septa %5 oranında tespit edildi.

BT görüntülerinde yapılan 2 boyutlu ölçümlerde ortalama kafatası genişliği 40,08±0,25 mm, ortalama kafatası uzunluğu ise 88,58±1,29 mm'dir.

Ortalama frontal sinüs hacmi 2579,23±211,3 mm^3, ortalama sfenoid sinüs hacmi ise 330,25±31,74 $mm^{3'tür.}$ Dişi ve erkek olguların frontal ve sfenoid sinüs hacimleri arasında

istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu. Frontal ve sfenoid sinüs hacimleri arasında anlamlı yüksek korelasyon bulundu ($p<0,05$).

Olguların kafatası uzunlukları ile sinüs hacimleri değerlendirildiğinde; frontal sinüs hacmi ile kafatası uzunluğunda anlamlı pozitif korelasyon bulundu.

Frontal sinüslerin %15'i hipoplazik, %70'i normal pnömatize, %15'i ise hiperplaziktir. Sfenoid sinüslerin %20'si hipoplazik, %65'i orta büyüklükte pnömatize %15'i ise hiperplaziktir.

Kedilerde paranazal sinüslerin karışık anatomik yapısı, 3 boyutlu düzlemde düzensiz uzanımları ve anatomilerinde bireysel farklılıkları yüksek oranda görülmesi nedeni ile bölgenin değerlendirilmesinde; 3 boyutlu hacim ve görünümlerin kullanılması önemlidir. Paranazal sinüsler değerlendirilmelerinde BT bazlı segmentasyonun veteriner hekimliğinde kullanımının sinonazal hastalıkların tanısına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Sözcükler: Bilgisayarlı tomografi, Hacim ölçümü, Paranazal sinüs, Üç boyutlu yapılandırma, Yarı-otomatik segmentasyon

SUMMARY

Volumetric Measurement and Three-Dimensional Reconstruction of Feline Paranasal Sinuses by Using Computed Tomography Images with Semi-Automatic Segmentation

Sinonasal diseases are common in cats and diagnosis is challenging due to similarity of clinical symptoms and complex anatomical structure. Paranasal sinuses of cats evaluated 2D by computed tomography (CT) on previous studies. In human medicine, evaluation of paranasal sinus by CT based segmentation is gold standart. Recent studies in human medicine emphasize the importance of 3D evaluation and volumetric measurements of paranasal sinuses, demonstrating their potential contibution to the diagnosis. This study aims to promote the routine use of CT based segmentation in evaluation of cat paranasal sinuses.

In this study, CT images of 20 cats without paranasal sinus pathology were used. The CT images were obtained using a Fujifilm Supria model CT scanner with 32 slices. Skull length measurements were performed on sagittal plane, skull width measurements were obtained on dorsal plane 2D CT images. Three-dimensional views and volume measurements of paranasal sinuses were obtained CT based segmentation by using the 3D Doctor software. The morphometric structures and anatomical variations of paranasal sinuses were evaluated 2D and 3D.

Descriptive statistics including mean, standard error, median, first quartile, third quartile, minimum, and maximum were summarized for weight, age, skull width, skull length, frontal sinus volume, and sphenoid sinus volume data obtained during the study. Possible relationships between continuous variables were examined using Pearson correlation analysis. A significance level of $p<0.05$ was considered in all statistical analyses.

The CT images of 20 cats were used. The average age of the cats was 69.7±11.16 months, and their average weight was 3.96±0.21 kg. Among the images included in the study, 55% belonged to female cats and 45% to male cats.

In the 3D evaluation of all cases anatomical variations were detected in both frontal and sphenoid sinuses in. Asymmetry between the right and left cavities was observed in 10% of frontal sinuses. Mild septal deviation was detected in 12 frontal sinuses. Vertical septa were found in all frontal sinuses, while horizontal septa were observed in 65% of frontal sinuses. An oblique, eccentrically located septum within the sphenoid sinus waw observed 90%. One septa was detected in 5% of sphenoid sinuses.

The average frontal sinus volume was 2579.23±211.3 mm^3, and the average sphenoid sinus volume was 330.25±31.74 mm^3. There was a statistically significant difference in frontal and sphenoid sinus volumes between female and males. Significant positive correlation was found between frontal and sphenoid sinus volumes ($p<0.05$).

Significant positive correlation was found between frontal sinus volume and skull lenght.

In this study 15% of the frontal sinuses were hypoplastic, 70% were normal pneumatized, and 15% were hyperplastic. 20% of the sphenoid sinuses are hypoplastic, 65% are normal pneumatized, and 15% are hyperplastic.

Three-dimensional volume and morphometric evaluation of cat paranasal sinuses important due to complex anatomical structure, with irregular extensions in three-dimensional planes, and high individual anatomical variations of paransal sinuses. We believed that CT-based segmentation in the evaluation of paranasal sinuses can contribute to the diagnosis of sinonasal diseases in veterinary medicine.

Keyworda: 3D reconstruction, Computed tomography, Paranasal sinuses, Semiautomated segmentation, Volumetric measurement

KAYNAKLAR

ABLE SOFTWARE CORP. (2023). 3D Doctor Vector-Based 3D Modeling, Imaging & Measurement. Erişim ADERSİ: [https://www.ablesw.com/3d-doctor/brochure.pdf]. Erişim Tarihi:18/05/2023.

AKHLAGHI M, BAKHTAVAR K, MOAREFDOOST J, KAMALİ A, RAFEİFAR S (2016). Frontal sinus parameters in computed tomography and sex determination. *Legal Medicine*, **19**: 22-27.

ASPİNALL V, CAPPELLO M (2009). Respiratory System In *Introduction to Veterinary Anatomy and Physiology Textbook*, 2nd Ed.

BAKICI C, AKGUN RO, EKIM O, SOYDAL C, OTO C (2020).Volumetric Analysis of the Cranial and Nasal Cavity from Micro-computed Tomography Scans in the Rabbit. *Folia Morphol* (Warsz),**79**(2)**:**333-338.

BARRS VR, BEATTY JA, DHAND NK, TALBOT JJ, BELL E, ABRAHAM LA, CHAPMAN P, BENNETT S, VAN DOORN T, MAKARA M (2014). Computed tomographic features of feline sino-nasal and sino-orbital aspergillosis. The *Veterinary Journal*, **201**(2):215-22.

BEZDEK JC, HALL LO, CLARKE L (1993). Review of MR image segmentation techniques using pattern recognition. *Medical physics*, **20**(4):1033-1048.

BOUYSSOU S, HAMMOND GJ, EİVERS C (2021). Comparison of CT Features of 79 Cats with Intranasal Mass Lesions. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, **23**(10):987-995.

BRINKSCHULTE M, BIENERT-ZEIT A, LÜPKE M, HELLIGE M, STASZYK C, OHNESORGE B (2013). Using Semi-Automated Segmentation of Computed

Tomography Datasets For Three-Dimensional Visualization and Volume Measurements of Equine Paranasal Sinuses. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, **4**(6):582-590.

CELLINA M, GIBELLI D, CAPPELLA A, TOLUIAN T, PITTINO CV, CARLO M, OLIVA, G (2021). Segmentation procedures for the assessment of paranasal sinuses volumes. *The Neuroradiology Journal*, **34**(1):13-20.

CHOI HJ, LEE KJ, PARK SJ, JEONG SM, LEE YW (2012). Evaluation of Inflammatory Disease in the Nasal Cavity and Paranasal Sinuses using CT in Dogs and Cats. Journal of Veterinary Clinics, **27**(1):42-45.

CODNER EC, LURUS AG, MILLER JB, GAVIN PR, GALLINA A, BARBEE DD (1993). Comparison of computed tomography with radiography as a noninvasive diagnostic technique for chronic nasal disease in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, **202**(7): 1106–1110.

COHN LA (2014). Canine Nasal Disease. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, **44**(1):75–89.

COHN LA (2020). Canine Nasal Disease: An Update. *The Veterinary Clinics: Small Animal Practice,* **50**(2): 359–374.

CONCHOU F, SAUTET J, RAHARISON F, MOGICATO G (2012). Magnetic Resonance Imaging of Normal Nasal Cavity and Paranasal Sinuses in cats. *Anatomia, Histologia Embryologia*, **41**(1):60-7.

CLARKE LP, VELTHUIZEN RP, CAMACHO MA, HEINE JJ, VAIDYANATHAN M, HALL LO, THATCHER RW, SILBIGER ML, (1995). MRI segmentation: methods and applications. *Magnetic resonance imaging*, **13**(3):343-368.

DE RYCKE L (2007). Correlative computed tomography, magnetic resonance imaging and cross-sectional anatomy of selected regions of the canine body (Doctoral dissertation, Ghent University).

DUNCAN JS, AYACHE N (2000). Medical image analysis: Progress over two decades and the challenges ahead. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, **22**(1):85-106.

DURSUN N (2006). Systema Respiratorium. In *Veteriner Anatomi*, Medisan Yayınevi, Ankara. 99-101

FISCHETT AJI, GİSSELMAN K, PETERSON ME (2012). CT and MRI evaluation of skull bones and soft tissues in six cats with presumed acromegaly versus 12 unaffected cats. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, **53**(5): 535-539.

FORD CARLETON P, SCHACHTER S, PARRISH JA, COLLINS JM, CROCKER JB, DİXON RF, EDGMAN-LEVİTAN S, LEWANDROWSKI KB, STAHL JE, KLAPPERICH C, CABODI M, GAYDOS CA, ROMPALO AM, MANABE Y, WANG TH, ROTHMAN R, GEDDES CD, WIDDICE L, JACKMAN J, MATHURA RA, LASH TB (2016). National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering Point-of-Care Technology Research Network: Advancing Precision Medicine. *IEEE Journal of Translational Engineering in Health and Medicine,* **4:**1-14.

FORREST LJ. (2023). The Cranial and Nasal Cavities; Canine and Feline. Erişim Adersi: [https://veteriankey.com/the-cranial-and-nasal-cavities-canine-and-feline/] Erişim Tarihi: 10/01/2023.

FOSTER A(2003). Clinical approach to feline eosinophilic granuloma complex. *In Practice*, **25**(1):2–9.

GALLI P, STRONA G, VILLA AM, BENZONI F, STEFANI F, DOGLIA SM, KRITSKY DC (2007). Two-dimensional versus three-dimensional morphometry of monogenoidean sclerites. *International journal for parasitology*, **37**(3-4):449-456.

GENDLER A, LEWIS JR, REETZ JA, SCHWARZ T (2010). Computed tomographic features of oral squamous cell carcinoma in cats: 18 cases (2002–2008). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, **236**(3):319-325.

GIBELLI D, CELLINA M, GIBELLI S, OLIVA AG, CODARI M, TEMİNE G, SFORZA C (2018). Volumetric assessment of sphenoid sinuses through segmentation on CT scan. *Surgical and Radiologic anatomy*, **40:**193-198.

GUERRAM A, Le MINOR JM, RENGER S, BIERRY G (2014). Brief communication: the size of the human frontal sinuses in adults presenting complete persistence of the metopic suture. *American journal of physical anthropology*, **154**(4):621-627.

HAIDEKKER MA (2013). Medical Imaging Technology. New York, NY: *Springer*.

HAMID O, EL FIKY L, HASSAN O, KOTB A, EL FIKY S (2007). Anatomic variations of the sphenoid sinus and their impact on trans-sphenoid pituitary surgery. *Skull base*, 009-015.

HATHCOCK JT, STICKLE RL (1993). Principles and concepts of computed tomography. The Veterinary Clinics of North America. *Small Animal Practice*, **23**(2): 399–415.

HENDERSON SM, BRADLEY K, DAY MJ, TASKER S, CANEY SMA, HOTSTON MOORE A, GRUFFYDD-JONES T J (2004). Investigation of nasal disease in the cat - A retrospective study of 77 cases. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, **6**(4):245–257.

HIZLISOY H, KILIÇ H (2011). Evcil hayvanlarda Aspergillus spp. kaynaklı enfeksiyonlar ve teşhisinde kullanılan galaktomannan antijenleri. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **8**(2):111-118.

HUDSON LC, HAMILTON WP (2010), Musculoskeletal System. In *Atlas of Feline Anatomy for Veterinarians* 2nd Ed.

JAWOREK-TROĆ J, ZARZECKI M, ZAMOJSKA I, TROĆ P, CHRZAN R, ZAWILIŃSKI J, WALOCHA J, URBANIK, A. (2018). The total number of septa and antra in the sphenoid sinuses: evaluation before the FESS. *Folia Medica Cracoviensia*, **58**(3).

JOHNSON LR, DRAZENOVICH TL, HERRERA MA, WISNER ER (2006). Results of rhinoscopy alone or in conjunction with sinuscopy in dogs with aspergillosis: 46 cases (2001-2004). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, **228**(5): 738–742.

JOHNSON LR, JOHNSON EG, HULSEBOSCH SE, DEAR JD, VERNAU W (2019). Eosinophilic bronchitis, eosinophilic granuloma, and eosinophilic bronchopneumopathy in 75 dogs (2006-2016). *Journal of Veterinary Internal Medicine*, **33**(5): 2217–2226.

KALENDER WA (2005). CT: the unexpected evolution of an imaging modality. *European Supplements,* **15:** d21-d24.

KARNIK K, REICHLE JK, FISCHETTİ AJ, GOGGIN JM (2009). Computed tomographic findings of fungal rhinitis and sinusitis in cats. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, **50**(1): 65-68.

KAYA D (2017). Serebral Venöz Sinüs Trombozunda Tanı ve Tedavi. *Turkish Journal of Neurology/Turk Noroloji Dergisi*, **23**(3).

KOÇ O (2005). Computed Tomography And MagnetIc Resonance ImagIng In The Diagnosis Of Benign Paranasal Sinus Lesions. *Selcuk Medical Journal*, **21**(2):41-49.

LAMB CR, RICHBELL S, MANTIS P (2003). Radiographic Signs in Cats with Nasal Disease. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, **5**(4):227-235.

LEBLANC AK, DANİEL GB (2007). Advanced Imaging for Veterinary Cancer Patients. *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice*, **37**(6):1059–1077.

LEE KJ, LEE I, LEE HC, HAN WS, CHOI HJ, LEE YW (2011). Computed Tomographic Evaluation of the Nasal Septum Deviation in Clinically Normal Dogs. Journal of Veterinary Clinics, **28**(5): 506-509.

LEFEBVRE J, KUEHN NF, WORTINGER A (2005). Computed Tomography as an Aid in the Diagnosis of Chronic Nasal Disease in Dogs. Journal of Small Animal Practice, **46**(6):280-285.

LIEBICH HG, KÖNIG HE (2020) Axial skeleton (skeleton axiale). In *Veterinary Anatomy of Domestic Animals Textbook and Colour Atlas*, 7 Th Ed.

LOSONSKY JM, ABBOTT LC, KURİASHKİN IV (1997). Computed tomography of the normal feline nasal cavity and paranasal sinuses. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, **38**(4):251-258.

McCARTHY T (2005). Veterinary Endoscopy for the Small Animal Practitioner, Elsevier.

NEJAIM Y, GOMES AF, VALADARES CV, COSTA ED, PEROI LV, GROPPO FC, HAITER-NETO F (2019). Evaluation of volume of the sphenoid sinus according to sex, facial type, skeletal class, and presence of a septum: a cone-beam computed tomographic study. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, **57**(4):336-340.

OECHTERING TH, OECHTERING GU, NOELLER C (2007). Computed tomographic imaging of the nose in brachycephalic dog breeds. *Tierärztliche Praxis Kleintiere*, **35**(35): 177-187.

OGILVIE GK, LARUE SM (1992). Canine and feline nasal and paranasal sinus tumors. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, ***22***(5):1133-1144.

OHLERTH S, SCHARF G (2007). Computed tomography in small animals - Basic principles and state of the art applications. *Veterinary Journal*, **173**(2):254–271.

OLABARRIAGA SD, SMEULDERS AW (2001). Interaction in the segmentation of medical images: A survey. *Medical image analysis*, **5**(2):127-142.

PARK RD, BECK ER, LECOUTEUR RA (1992). Comparison of computed tomography and radiography for detecting changes induced by malignant nasal neoplasia in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, **201**(11):1720–1724.

PARK JA, LEE YJ, YEO IS, KOH KS, SONG WC (2022). Three-dimensional linear and volumetric computed tomography analysis of the frontal sinus. *Anatomy and Cell Biology*, **55**(2):142-147.

PENA H, FOOTE KG (2008). Modelling the target strength of Trachurus symmetricus murphyi based on high-resolution swimbladder morphometry using an MRI scanner. *ICES Journal of Marine Science*, **65**(9): 1751-1761.

PIRNER S, TINGELHOFF K, WAGNER I, WESTPHAL R, RILK M, WAHL FM, BOOTZ F, EICHHORN KW (2009). CT-based manual segmentation and evaluation of paranasal sinuses. *European archives of oto-rhino-laryngology*, **266:**507-518.

POWNDER S, ROSE M, CRAWFORD J (2006). Radiographic techniques of the nasal cavity and sinuses. *Clinical Techniques in small animal practice*, **21**(2):46-54.

RAMOS J, VIEGAS I, PEREIRA H, REQUICHA JF (2021). Morphometrical Study of the European Shorthair Cat Skull Using Computed Tomography. *Veterinary Sciences*, **8**(8):161.

RANDALL EK (2016). PET-computed tomography in veterinary medicine. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, **46**(3):515-533

REETZ JA, MAI W, MURAVNICK KB, GOLDSCHMIDT MH, SCHWARZ T (2006). Computed tomographic evaluation of anatomic and pathologic variations in the feline nasal septum and paranasal sinuses. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, **47**(4):321-327.

SAUNDERS JH, CLERCX C, SNAPS FR, SULLIVAN M, DUCHATEAU L, VAN BREE HJ (2004). Computed tomographic , and rhinoscopic features of nasal aspergillosis in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, **225**(11): 1703–1712.

SAUNDERS J, SCHWARZ T (2011). Nasal Cavities and Frontal Sinuses. In *Veterinary Computed Tomography,* 1th Ed.

SAUNDERS JH, VAN BREE H, GIELEN I, DE ROOSTER H (2003). Diagnostic value of computed tomography in dogs with chronic nasal disease. *Veterinary Radiology and Ultrasound,* **44**(4):409–413.

SAUNDERS JH, ZONDERLAND J (2002). CT findings in 35 dogs with nasal aspergillosis. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, **43**(1):5–9.

SCHOENBORN WC, WISNER ER, KASS PP, DALE M (2003). Retrospective assessment of computed tomographic imaging of feline sinonasal disease in 62 cats. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, **44**(2):185-195.

SMITH BJ (2010). Respiratory System. In *Atlas of Feline Anatomy for Veterinarians*, Ed: Hudson LC and Hamilton WP, 2nd Ed.

SÖNMEZ G, KOÇ C, KAMBUROĞLU K (2018). Accuracy of linear and volumetric measurements of artificial ERR cavities by using CBCT images obtained at 4 different voxel sizes and measured by using 4 different software: an ex vivo research. *Dentomaxillofac Radiology*, **47**(8):20170325.

TANG X, XIE H (2018) X-ray Computed Tomography. In *Handbook of X-ray ImagingPhysics and Technology.* Ed: Russo P 2018, 1st ed.

THRALL DE, ROBERTSON ID, MCLEOD DA, HEİDNER GL, HOOPES PJ, PAGE RL (1989). A Comparison of Radiographic and Computed Tomographic Findings in 31 Dogs with Malignant Nasal Cavity Tumors. *Veterinary Radiology*, **30:**59-66.

TOMSA K, GLAUS TM, ZIMMER C, GREENE CE (2003). Fungal rhinitis and sinusitis in three cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, **222**(10):1380–1384.

TROMBLEE TC, JONES JC, ETUE AE, FORRESTER SD (2006). Association Between Clinical Characteristics, Computed Tomography Characteristics, and Histologic Diagnosis for Cats with Sinonasal Disease. *Veterinary Radiology and Ultrasound,* **47**(3):241-8.

TUANG GJ, ZAHEDI FD, HUSAIN S, HAMIZAN AKW, KEW TY, THANABALAN J (2023). Volumetric evaluation of the sphenoid sinus among different races in the Southeast Asian (SEA) population: a computerized tomography study. *International Journal of Medical Sciences*, **20**(2):211-218.

UTHMAN AT, AL-RAWI NH, AL-NAAIMI AS, TAWFEEQ AS, SUHAL EH (2010). Evaluation of frontal sinus and skull measurements using spiral CT scanning: an aid in unknown person identification. *Forensic science international*, **197**(1-3):124-e1.

WİNDSOR RC, JOHNSON LR (2006). Canine Chronic Inflammatory Rhinitis. *Clinical Techniques in Small Animal Practice*, **21**(2):76–81.

WISNER ER, ZWINGENBERGER AL (2015). Head and Neck. In *Atlas of Small Animal CT and MRI,* 1th Ed.

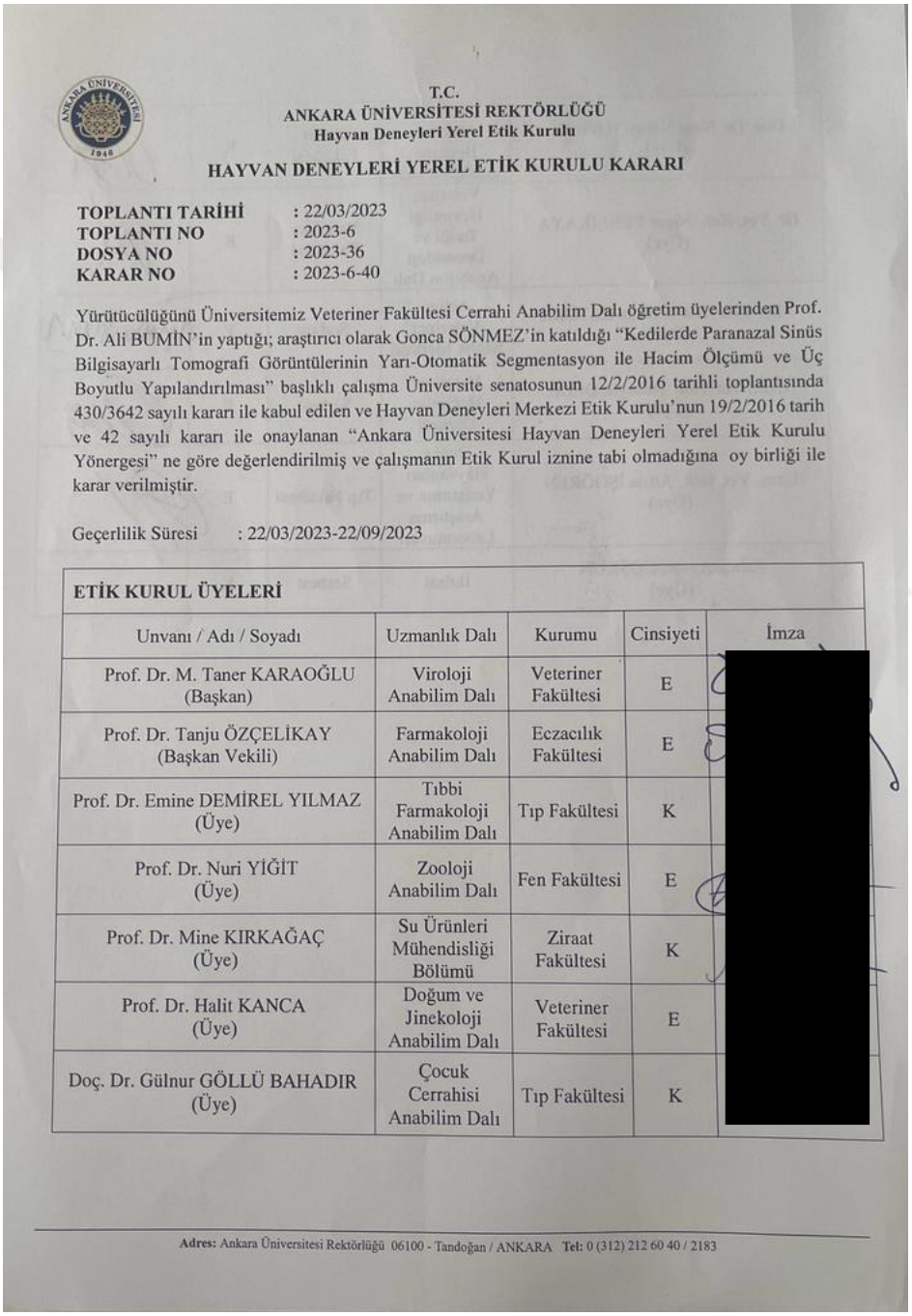
WITHEY DJ, KOLES ZJ (2007). Medical image segmentation: Methods and software. In 2007 Joint Meeting of the 6th International Symposium on Noninvasive Functional Source Imaging of the Brain and Heart and the International Conference on Functional Biomedical Imaging, pp. 140-143.

YUN IS, KIM YO, LEE SK, RAH DK (2011). Three-dimensional computed tomographic analysis of frontal sinus in Asians. *Journal of Craniofacial Surgery*, **22**(2):462-467.

YÜKSEL ASLİER NG, KARABAY N, ZEYBEK G, KESKİNOĞLU P, KİRAY A, SÜTAY S, ECEVİT MC (2016). The classification of frontal sinus pneumatization patterns by CT-based volumetry. *Surgical and Radiologic Anatomy*, **38**:923-930.

EKLER

EK-1. Etik Kurul Kararı



T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu

HAYVAN DENEYLERİ YEREL ETİK KURULU KARARI

TOPLANTI TARİHİ : 22/03/2023
TOPLANTI NO : 2023-6
DOSYA NO : 2023-36
KARAR NO : 2023-6-40

Yürütücülüğünü Üniversitemiz Veteriner Fakültesi Cerrahi Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Prof. Dr. Ali BUMİN'in yaptığı; araştırıcı olarak Gonca SÖNMEZ'in katıldığı "Kedilerde Paranazal Sinüs Bilgisayarlı Tomografi Görüntülerinin Yarı-Otomatik Segmentasyon ile Hacim Ölçümü ve Üç Boyutlu Yapılandırılması" başlıklı çalışma Üniversite senatosunun 12/2/2016 tarihli toplantısında 430/3642 sayılı kararı ile kabul edilen ve Hayvan Deneyleri Merkezi Etik Kurulu'nun 19/2/2016 tarih ve 42 sayılı kararı ile onaylanan "Ankara Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu Yönergesi" ne göre değerlendirilmiş ve çalışmanın Etik Kurul iznine tabi olmadığına oy birliği ile karar verilmiştir.

Geçerlilik Süresi : 22/03/2023-22/09/2023

ETİK KURUL ÜYELERİ

Unvanı / Adı / Soyadı	Uzmanlık Dalı	Kurumu	Cinsiyeti	İmza
Prof. Dr. M. Taner KARAOĞLU (Başkan)	Viroloji Anabilim Dalı	Veteriner Fakültesi	E	
Prof. Dr. Tanju ÖZÇELİKAY (Başkan Vekili)	Farmakoloji Anabilim Dalı	Eczacılık Fakültesi	E	
Prof. Dr. Emine DEMİREL YILMAZ (Üye)	Tıbbi Farmakoloji Anabilim Dalı	Tıp Fakültesi	K	
Prof. Dr. Nuri YİĞİT (Üye)	Zooloji Anabilim Dalı	Fen Fakültesi	E	
Prof. Dr. Mine KIRKAĞAÇ (Üye)	Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü	Ziraat Fakültesi	K	
Prof. Dr. Halit KANCA (Üye)	Doğum ve Jinekoloji Anabilim Dalı	Veteriner Fakültesi	E	
Doç. Dr. Gülnur GÖLLÜ BAHADIR (Üye)	Çocuk Cerrahisi Anabilim Dalı	Tıp Fakültesi	K	

Adres: Ankara Üniversitesi Rektörlüğü 06100 - Tandoğan / ANKARA Tel: 0 (312) 212 60 40 / 2183

Doç. Dr. Neşe Nuray TOPRAK (Üye)	Yemler ve Hayvan Besleme Anabilim Dalı	Ziraat Fakültesi	K	[redacted]
Dr. Vet. Hek. Nigar YERLİKAYA (Üye)	Veteriner Hekimliği Tarihi ve Deontoloji Anabilim Dalı	Veteriner Fakültesi	K	
Dr. Vet. Hek. Gürbüz ERTÜRK (Üye)	Active Veteriner Sağlık Merkezi	Serbest	E	
Uzm. Vet. Hek. Hüseyin DEDE (Üye)	Veteriner Hekimler Derneği	Serbest	E	
Uzm. Vet. Hek. Attila İŞGÖREN (Üye)	Deney Hayvanları Yetiştirme ve Araştırma Laboratuvarı	Tıp Fakültesi	E	
Fatma Aysun COŞKUN (Üye)	İktisat	Serbest	K	