



T.C

**DİCLE ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
RADYODİAGNOSTİK ANABİLİM DALI**

**BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİDE ANTERİOR ETMOİDAL
ARTER SEYRİ İLE SUPRAORBİTAL ETMOİD HÜCRE VE KEROS
SINIFLANDIRMASI ARASINDAKİ İLİŞKİ**

UZMANLIK TEZİ

DR. TARIK SAĞLAM

DİYARBAKIR 2022



T.C

**DİCLE ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
RADYODİAGNOSTİK ANABİLİM DALI**

**BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİDE ANTERİOR ETMOİDAL
ARTER SEYRİ İLE SUPRAORBİTAL ETMOİD HÜCRE VE KEROS
SINIFLANDIRMASI ARASINDAKİ İLİŞKİ**

TEZ DANIŞMANI

DR. ÖĞR. ÜYESİ MUHAMMED AKİF DENİZ

UZMANLIK TEZİ

DR. TARIK SAĞLAM

DİYARBAKIR 2022

ÖNSÖZ

Asistanlık eğitimim süresince bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım, ihtiyaç duyduğum her an yanımda olan başta Anabilim Dalı Başkanımız Prof. Dr. Aşur UYAR 'a ve değerli hocalarıma

Tez konumun belirlenmesi ve olgunlaşması aşamasında ve eğitimim boyunca ilgi ve alakasını ve tecrübelerini esirgemeyen tez danışmanım sayın Dr.Öğr. Üyesi Muhammed Akif DENİZ'e, birlikte çalıştığım tüm asistan arkadaşlarıma, yetişmemde en büyük pay sahipleri babama, anneme, kardeşlerime, desteğini ve sevgisini her zaman hissettiğim ve varlığından hep güç aldığım sevgili eşim Özlem Er SAĞLAM' a, varlıklarıyla en büyük motivasyon kaynağım olan kızım ve oğluma sonsuz teşekkür ederim.

Dr. Tarık SAĞLAM

DİYARBAKIR 2022

ÖZET

GİRİŞ VE AMAÇ

Anterior etmoidal arter (AEA), endoskopik sinüs cerrahisinde önemli bir risk alanıdır. Komplikasyonlardan kaçınmak için tanımlanması ve korunması gereken önemli anatomik yapılar arasında bulunur. Amacımız AEA'nın kafa tabanına göre seyrini, Keros sınıflandırması ve supraorbital etmoid hücre (SOEH) varlığına göre değerlendirmek ve pre-operatif paranazal BT ile görüntülemenin önemini ortaya koyarak olası ilişkili komplikasyonların önüne geçmektir. Böylece endoskopik sinüs cerrahisinin etkinliğinin ve hasta güvenliğinin artırılması sağlanacaktır.

MATERYAL VE METOT

Ekim 2020- Kasım 2021 tarihleri arasında Dicle Üniversitesi Radyoloji Anabilim dalında çeşitli şikayetler nedeniyle 16 ve 64 Dedektörlü Bilgisayarlı Tomografi cihazlarında kontrastsız paranazal BT çekimi yapılan 18 yaş üstü hastaların Paranazal BT görüntüleri retrospektif olarak sırayla incelendi. Hastaların kontrastsız paranazal BT görüntüleri öncelikle koronal planda değerlendirilmiş olup sagittal ve axial planlardan da yararlanılarak AEA'nın kafa tabanına göre varyasyonları ve Keros sınıflandırması ve SOEH ile ilişkisi değerlendirildi. Çalışmaya 18-80 yaş arası 1000 olgu(sağ ve sol toplam 2000 örnek) dahil edilmiştir. Çalışmamızda paranazal bölgede anomalisi, yer kaplayıcı kitlesi ve sinüziti bulunan, sinüs cerrahisi geçiren, yüz travması nedeniyle başvuran, artefaklı tetkikler, sağ ve sol herhangi bir AEA'nın değerlendirilemediği görüntüler ve 18 yaş altı hastalar çalışma dışı bırakılmıştır

BULGULAR

Bulgularımıza göre AEA'nın kafa tabanına göre sınıflandırmasında en sık grade 3 tespit edilmiştir. Hastalarda en sık keros tip 2 tespit edilmiştir. Çalışmamızda yüzde 48.7 hastada SOEH bulunuyordu. SOEH bulunan ve keros sınıflandırması yüksek olan gruplarda daha yüksek oranda grade 3 AEA tespit ettik. Ayrıca SOEH varlığı ile en ilişkili tipi Keros tip 3 olarak tespit ettik.

SONUÇ

Keros sınıflandırması yüksek olan ve SOEH bulunan hastalarda Grade 3 AEA bulunma olasılığı literatüre uygun olarak bizim çalışmamızda da anlamlı olarak yüksekti. Bu nedenle pre-op görüntülemenin keros sınıflandırmasına ve SOEH varlığına göre AEA seyrini tahmin edebileceği ve cerraha yol gösterebileceğini düşünmekteyiz

Anahtar Sözcükler

Anterior etmoidal arter, Keros sınıflandırması, Supraorbital etmoid hücre, Bilgisayarlı tomografi

ABSTRACT

The anterior ethmoidal artery (AEA) is an important risk area in endoscopic sinus surgery. It is among the important anatomical structures that need to be identified and preserved in order to avoid complications. Our aim is to evaluate the course of AEA according to the skull base, according to the Keros classification and the presence of supraorbital ethmoid cells (SOEH), and to prevent possible related complications by demonstrating the importance of imaging with pre-operative paranasal CT. Thus, the efficiency and patient safety of endoscopic sinus surgery will be increased.

MATERIAL AND METHOD

In our study all the patients admitted to the emergency department of Dicle University Medical Faculty Hospital between March 2012 and August 2019 with trauma and acute abdominal pain is evaluated retrospectively using with and without contrast according to number, size, location and the distribution of the patients. Total of 280 patients with 200 trauma and 80 acute abdomen is included in the study. The cases consist of 184 male and 96 female patients. In the control group trauma patients who had following diagnosis is presented with acute abdomen, acute appendicitis, acute enterocolitis, ovarian torsion, ovarian cyst, ileus, acute cholecystitis, invagination, epiploic appendicitis, duodenum perforation, acute pancreatitis, ureteral stone, pyelonephritis, mesenteric torsion. Patients with diagnosed lymphoproliferative disease is not included in the study because they may lead to misinterpretation of the results.

FINDINGS

Paranasal CT images of patients over the age of 18 who underwent non-contrast paranasal CT scan on 16 and 64 Detector Computed Tomography devices due to various complaints between October 2020 and November 2021 in the Department of Radiology of Dicle University were retrospectively analyzed. Paranasal CT images without contrast of the patients were evaluated primarily in the coronal plane, and the variations of AEA according to the skull base and its relationship with the Keros classification and SOEH were evaluated by using the sagittal and axial planes. A total of 1000 cases (2000 samples on the right and left) between the ages of 18-80 were included in the study. In our study, patients under the age of 18 who had

paranasal anomalies, a space-occupying mass and sinusitis, who had sinus surgery, who applied for facial trauma, who had artifacts, images where any AEA on the right or left could not be evaluated, and who were under the age of 18 were excluded from the study.

RESULT

In accordance with the literature, the probability of having Grade 3 AEA in patients with high Keros classification and SOEH was also significantly higher in our study. Therefore, we think that pre-op imaging can predict the course of AEA and guide the surgeon according to the keros classification and the presence of SOEH.

Keywords

Anterior ethmoidal artery, Keros classification, Supraorbital ethmoid cell, Computed tomography



İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	I
ÖZET.....	I
ABSTRACT	III
İÇİNDEKİLER	V
TABLolar DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	VIII
1.GİRİŞ VE AMAÇ	1
2.GENEL BİLGİLER	2
2.1.ANTERİOR ETMOİDAL ARTER ANATOMİSİ.....	2
2. 2. ANTERİOR ETMOİDAL ARTERİN HİSTOLOJİSİ VE EMBRİYOLOJİSİ	5
2.3. SUPRAORBİTAL ETMOİD HÜCRE.....	6
2.4. ETMOİD ÇATI VE KEROS SINIFLANDIRMASI.....	8
2.5. BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİNİN EVRİMİ	9
2.6. ENDOSKOPIK SİNÜS CERRAHİSİ VE PRE-OPERATİF PARANAZAL BT	15
3.MATERYAL VE METOT	24
3.1.İstatistiksel analiz.....	24
4.BULGULAR	26
5.TARTIŞMA	33
6.SONUÇ	39
7.KAYNAKLAR.....	40

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Hastaların demografik özellikleri.....	26
Tablo 2. Hastaların kafa tabanı sınıflamasının tarafa göre karşılaştırılması.....	26
Tablo 3. Hastaların Keros tiplerinin tarafa göre karşılaştırılması.....	26
Tablo 4. Hastaların Keros subtiplerinin tarafa göre karşılaştırılması	27
Tablo 5. Hastaların SOEH varlığının tarafa göre karşılaştırılması	27
Tablo 6. Hastaların tüm özelliklerinin cinsiyete göre karşılaştırılması.....	28
Tablo 7. Hastaların tüm özelliklerinin kafa tabanına göre karşılaştırılması.....	29
Tablo 8. Hastaların Keros tiplerinin SOEH varlığına göre karşılaştırılması.....	29
Tablo 9. Hastaların tüm özelliklerinin yaşa göre karşılaştırılması	30
Tablo 10. Aşağı yerleşimli AEA ile ilgili değerlerin literatür karşılaştırması	34
Tablo 11. SOEH ile ilgili değerlerin literatür karşılaştırması	37

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Koronal görünümde anterior etmoid arterin kafa tabanındaki değişken konumu ve buna karşılık gelen sagittal görünüm	3
Şekil 2. Anterior etmoid arteri frontal sinüsten ayıran kemikli lamellerin sayısına göre ön-arka konumu	4
Şekil 3. “Beş kapı” konseptine göre anterior etmoid arterin ön-arka pozisyonu.....	5
Şekil 4. Supraorbital etmoid hücrenin koronal ve aksiyal düzlemde görünümü	7
Şekil 5. Keros sınıflandırması	9
Şekil 6. Modern 3. Nesil BT sistemi	11
Şekil 7. Frontal sinüs çıkış yolu.	166
Şekil 8. OMK'nin normal anatomisi.....	177
Şekil 9. AEA endoskopik görüntüsü	233
Şekil 10. grade 1 , grade 2 ve grade 3 AEA örnekleri	311
Şekil 11. Keros tip 1, 2 ve 3 örnekleri	311
Şekil 12. Supraorbital etmoid hücrenin aksiyal, coronal ve sagittal imajlarda görünümü	322

SİMGELER VE KISALTMALAR

BT- Bilgisayarlı Tomografi

ÇKBT- Çok Kesitli Bilgisayarlı tomografi

DEBT- Dual Enerjili Bilgisayarlı Tomografi

ESC- Endoskopik Sinüs Cerrahisi

AEA- Anterior Etmoidal Arter

OMK- Osteomeatal Kompleks

HU- Hounsfield Ünite

SOEH- Supraorbital Etmoidal Hücre

BOS- Beyin Omurilik Sıvısı



1.GİRİŞ VE AMAÇ

Endoskopik sinüs cerrahisinin (ESC) ortaya çıkmasıyla birlikte, sinonazal kavitenin hem inflamatuvar hem de neoplastik bozuklukları endoskopik olarak ele alınmaktadır. Bu gelişmeler, hasta morbiditesini azaltan cerrahi müdahaleye olanak sağlamıştır.^{1,2} ESC'nin doğasına rağmen, önemli serebrovasküler yapıların, özellikle de kafa tabanı ve orbitanın yaralanma riski açısından hala önemli bir potansiyel vardır.³ Bu nedenle sinonazal anatomik yapıların belirlenmesi ve sınırlarının bilinmesi, kullanılan teknik ne olursa olsun, sinonazal endoskopik ameliyatların hem etkinliği hem de güvenliği için önemlidir.⁴ Anterior etmoidal arter (AEA), endoskopik sinüs cerrahisinde ve endoskopik orbital dekompresyonda önemli bir risk alanıdır.⁵ Komplikasyonlardan kaçınmak için tanımlanması ve korunması gereken önemli anatomik yapılar arasında kafa tabanı ve AEA bulunur. Kafa tabanı yaralanması; beyin omurilik sıvısı (BOS) sızıntısı, pnömosefali, menenjit veya doğrudan beyin hasarı ile sonuçlanabilir.⁶ Benzer şekilde, AEA'nın yaralandığı durumlarda önemli kan kaybı ve/veya orbital hematoma sekonder görme kayıpları ortaya çıkabilir.⁷

Keros'un 1962 yılında yaptığı sınıflandırmaya göre olfaktör fossa derinliği üç kategoride değerlendirilir: tip 1, 1-3 mm; tip 2, 4-7 mm; ve tip 3, 8-16 mm.⁸ Tip 3 çok ince bir kribriiform plakaya sahip olduğundan ESC'nin en tehlikeli ve önemli türüdür.⁹

Supraorbital etmoid hücreler (SOEH'ler), lamina papiracea'nın en medial düzleminin lateralindeki frontal kemiğin orbital plakasının pnömatizasyonu olarak tanımlanır. Bir SOEH'nin varlığı, bozulmuş anatomi durumunda bile AEA konumunun belirlenmesi için tutarlı bir dönüm noktası olarak gösterilmiştir.¹⁰

Bilgisayarlı Tomografi (BT) taramaları, paranazal sinüsleri ilgilendiren hastalıkların teşhisinde altın standart olarak kabul edilmektedir. Koronal görüntüler endoskop perspektifinden sinonazal kavitenin görünümünü taklit ettiğinden, ESC için BT tercih edilen yöntemdir. Bu taramalar paranazal sinüsler üzerinde çalışırken yol haritaları olarak kullanılır. AEA'nın ameliyat öncesi doğru lokalizasyonu AEA'ye zarar gelmesinin önlenmesine yardımcı olacaktır.^{11,12}

Amacımız AEA'nın kafa tabanına göre seyrini, Keros sınıflandırması ve SOEH varlığına göre değerlendirmek ve pre-operatif Paranazal BT ile görüntülemenin önemini ortaya koyarak olası ilişkili komplikasyonların önüne geçmektir. Böylece ESC'nin etkinliğinin ve hasta güvenliğinin artırılması sağlanacaktır.

2.GENEL BİLGİLER

2.1.ANTERİOR ETMOİDAL ARTER ANATOMİSİ

AEA, internal karotid arterden çıkan oftalmik arterin bir dalıdır. AEA, orbitanın medial duvarında anterior etmoid forameni oluşturmak için frontoetmoid sütün hattında medial orbita duvarını deler. Daha sonra etmoid sinüslere girer ve mukozayı beslemek ve burun boşluğunun üst kısmına dallar göndermek için değişken bir yol izler. Kafa tabanına yakın bir şekilde seyredebilir veya etmoidleri serbestçe veya kemikli bir kanal içinde geçebilir.¹³

AEA, başlangıcından uç dalına kadar kafatasında üç farklı boşlukta seyreder. A. Ophthalmica'dan dallandıktan sonra, orbita medial duvarındaki for. Ethmoidale anterius'a girene kadarki orbita içerisindeki bölüm; intraorbital kısım olarak da bilinir. For. Ethmoidale anterius'tan ayrılıp kafa tabanına girene kadar labyrinthus ethmoidalis içindeki kısım intraetmoidal kısım olup; son olarak kafa tabanından girdikten sonra fossa cranii anterior içerisindeki bölümü intrakraniyal kısımdır.^{14,15}

Kribriform plakanın lateral lamellasına ulaşmak için anteromedial yönde orbitadan etmoid sinüse geçtiği aşamada önemli değişkenlik gösterir.¹⁶

Foramen ethmoidale anterius ve posterius orbita medial duvarının en zayıf bölgeleridir. Bu foramenler çoğunlukla iki tane olsalar da %20-33 arasında değişen oranda ikisi arasında aksesuar bir foramen daha bulunabilir.^{17,18}

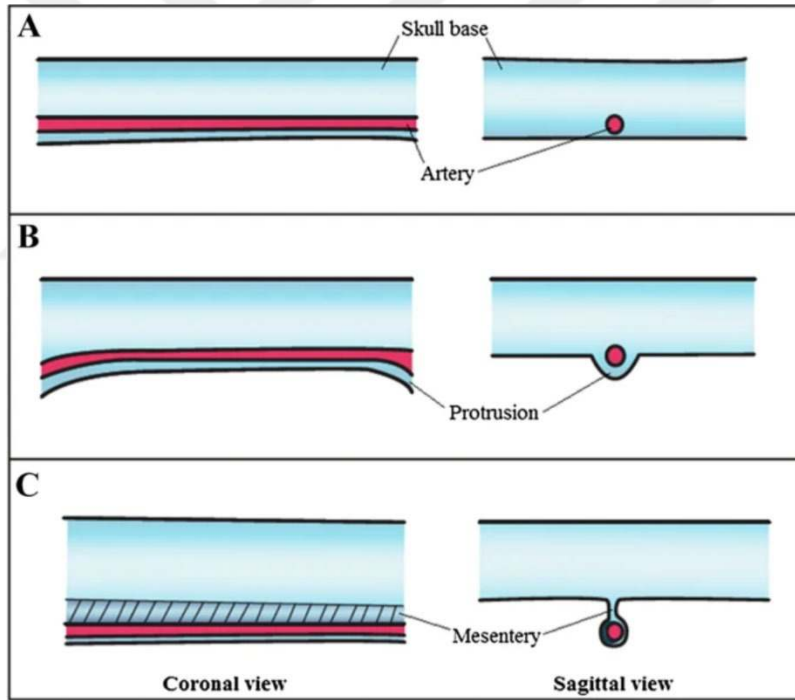
Anterior etmoid arter, beraberindeki sinirle birlikte ön etmoidal kanaldan geçerek etmoidal ve frontal hava sinüslerini besler. Kafatasına girerek dura mater'e meningeal bir dal ve ön etmoid sinir ile birlikte burun boşluğuna inen dallar verir. Lateral burun duvarı ve septumu beslemek için burun kemiğinin derin yüzeyinde bir oluk içinde ilerler. Burun kemiği ile üst burun kıkırdağı arasında burun üzerinde bir terminal dal belirir. (R. Meningeus, Rami septales anteriores, Rami nasales anteriores laterales, rami nasales).¹⁹

Lannoy-Penissou ve ark.²⁰ ve Ko ve ark.²¹ kafa tabanına göre AEA seyrinin varyasyonlarını tanımlayan bir sınıflandırmanın ana hatlarını çizdiler. AEA kafa tabanı içerisinde ilerlediğinde grade I olarak sınıflandırılır. Kafa tabanının altında seyrettiğinde ve protrüde olarak kabul edildiğinde grade II olarak sınıflandırılırken; grade III, kafa tabanından uzakta sinüs içerisinde serbestçe dolaşan AEA'yı ifade eder. Grade III AEA'nın varlığı,

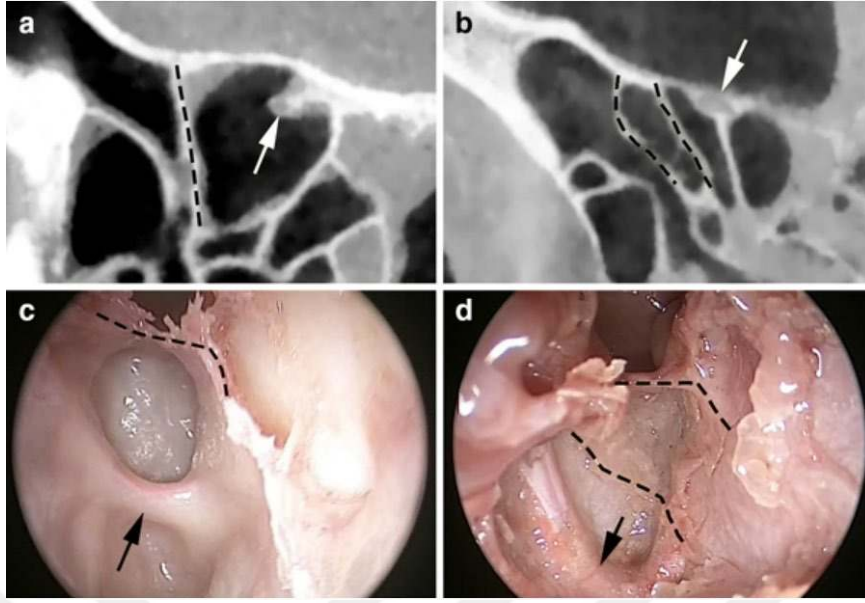
cerrahları ameliyat sırasında daha fazla önlem almaları konusunda uyurabileceğinden, bu sınıflandırma yararlıdır. (Şekil 1)

AEA anatomik özellikleri aşağıdaki pozisyonlarda değerlendirilebilir.²²

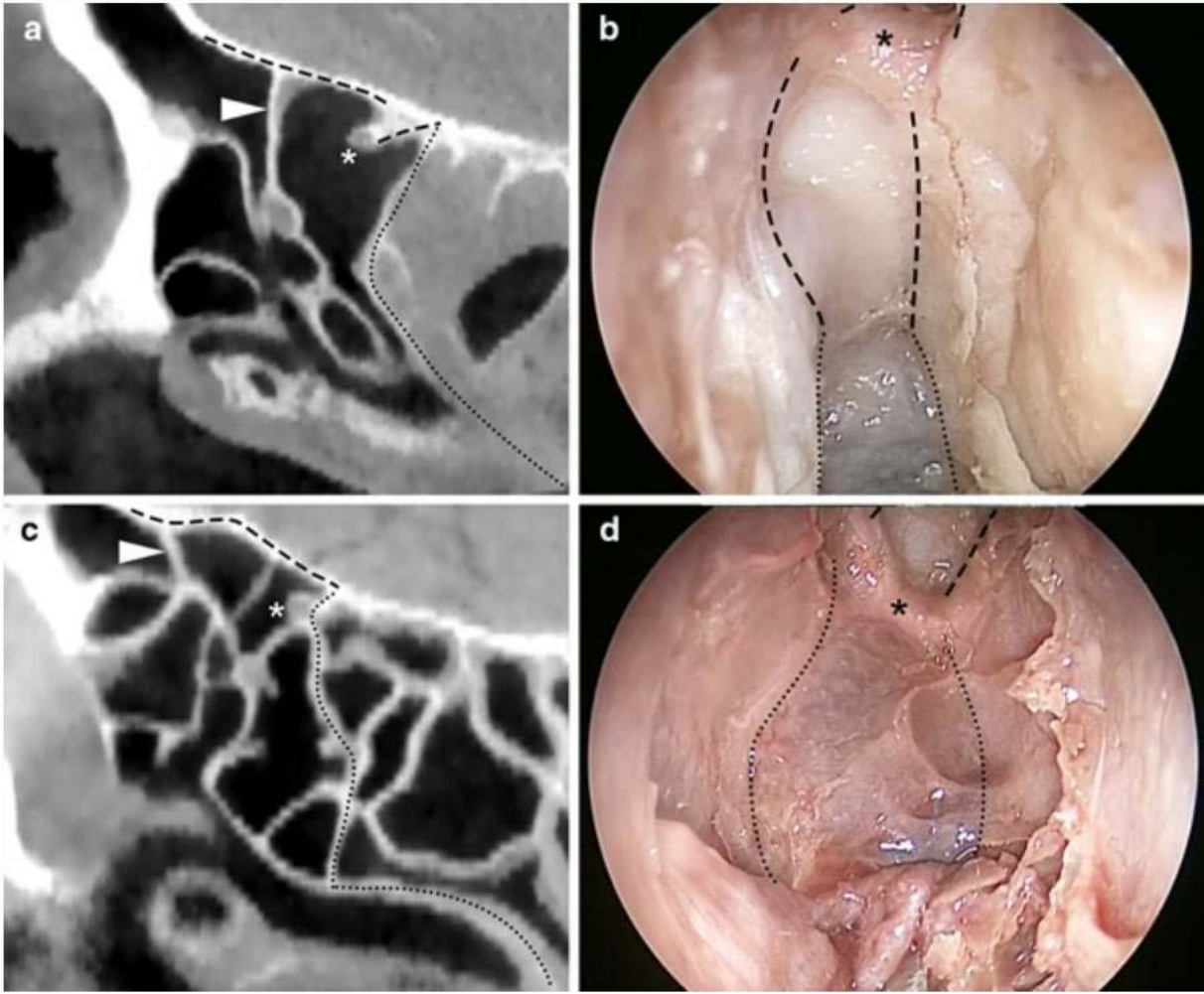
1. Kafa tabanına göre kranyo-kaudal pozisyon: kemikli kanal sırasıyla fovea etmoidalis veya etmoid hava boşluğunda ilerlediğinde her bir AEA “kraniyal” veya “kaudal” olarak sınıflandırıldı. (Şekil 2)
2. “Beş kapı” konseptine göre ön etmoid arterin ön-arka pozisyonu: unsinat çıkıntı (birinci lamella), bulla ethmoidalis’in ön duvarı (ikinci lamella), orta konkanın zemin lamellası (üçüncü lamella), üst konkanın zemin lamellası (dördüncü lamella) ve sfenoid sinüsün ön duvarı (beşinci lamella). (Şekil 3)
3. Frontal sinüs ile her AEA arasında fovea etmoidalis üzerine yerleşen kemikli lamellerin sayısına göre ön-arka pozisyon.



Şekil 1. Koronal görünümde anterior etmoid arterin kafa tabanındaki değişken konumu ve buna karşılık gelen sagittal görünüm **a** anterior etmoid arter kafa tabanı içindedir. **b** Anterior etmoidal arter, kemik çıkıntı oluşturan kafa tabanı seviyesinde seyreder. **c** Anterior etmoid arter, etmoid sinüste kemikli bir ön etmoidal kanal içinde serbestçe seyreder ve ince kemikli bir mezenter ile kafa tabanına bağlanır.²³



Şekil 2. Anterior etmoid arteri frontal sinüsten ayıran kemikli lamellerin sayısına göre ön-arka konumu. **a** Frontal sinüsten bir kemikli lamel (siyah kesikli çizgi) ile ayrılmış bir ant. etmoidal arteri (beyaz ve siyah ok) gösteren sagital kesit. **b** İki kemikli lamel ile frontal sinüsten ayrılan bir ant. etmoidal arteri gösteren sagital kesit. **c** Vakanın 45° endoskop ile endoskopik görünümü **a**'da gösterilmiştir. **d** **b**'de gösterilen vakanın 45° endoskoplu endoskopik görünümü²²



Şekil 3. “Beş kapı” konseptine göre anterior etmoid arterin ön-arka pozisyonu. **a** Bulla ethmoidalis'in (ok başı) ön duvarı ile orta konkanın (noktalı çizgi) zemin lamelleri arasında bir ant. etmoid arteri (beyaz ve siyah yıldız işaretleri) gösteren bir yay kesiti. **b** Vakanın endoskopik görünümü (45 ° endoskop) a'da gösterilen; ant. etmoid arterin arkasındaki kemikli yapı, fovea etmoidalis (kesikli çizgi) üzerine yerleştirilen kemik mezenteridir. **c** Orta konkanın zemin lamelinde ant. etmoidal arteri gösteren sagittal kesit. **d** c'de gösterilen olgunun endoskopik görünümü (45°-endoskop); ant. etmoid arterin arkasındaki kemikli yapı, orta konkanın zemin lamelidir.²²

2. 2. ANTERİÖR ETMOİDAL ARTERİN HİSTOLOJİSİ VE EMBRİYOLOJİSİ

Orbita'nın arterizasyonu intrauterin 4 - 5. haftalarda embriyo 4 - 5 mm iken ventral ve dorsal a. ophthalmica ile başlar. Orbita'nın gözden uzaklaşmaya başladığı 6 - 7. haftalarda a. ophthalmica da uzayıp dallanır. Önce proksimal dallarını veren a. ophthalmica'dan 7. haftanın

sonlarına doğru a. ethmoidalis anterior tomurcuklanır. A. ophthalmica ve dalları 10. haftanın sonuna doğru (embriyo 40 mm iken) oluşumunu tamamlar .²⁴

Arteria ethmoidalis anterior her arter gibi tunica externa, media ve intima tabakalarından oluşur. Çapı genelde 1 mm'den küçük olduğundan arteriollerin özelliklerini taşır, lamina elastica eksterna tabakası yoktur. AEA farklı fizyolojik mekanizmaları olan boşluklarda ilerlediğinden morfolojik özellikleri de bulunduğu boşluklara göre değişir. Örneğin AEA'nın orbita içerisindeki seyrinde lamina elastica interna tabakası kalınken, kafa tabanına ulaşana kadar incelmeye eğilimindedir. Yine tunica media tabakası labyrinthus ethmoidalis seyrinde en az; orbita içinde en fazladır. Tunica interna; orbita'dan intraethmoidal segmentine kadar kalınlaşırken, tunica eksterna gittikçe incelir. Tunica media ve elastik lif oranı ise değişmez. Kafatası içerisindeki seyrinde ise tunica media tabakası daha elastik ve yoğun kas tabakasına sahiptir. AEA duvarının canalis ethmoidalis anterior içindeki seyri sırasında, modifikasyona uğradığı ve bir ekstrakraniyal arterin özelliklerini kaybettiği ve bir intrakraniyal arter özelliklerini aldığı bilinir.²⁵

2.3. SUPRAORBİTAL ETMOİD HÜCRE

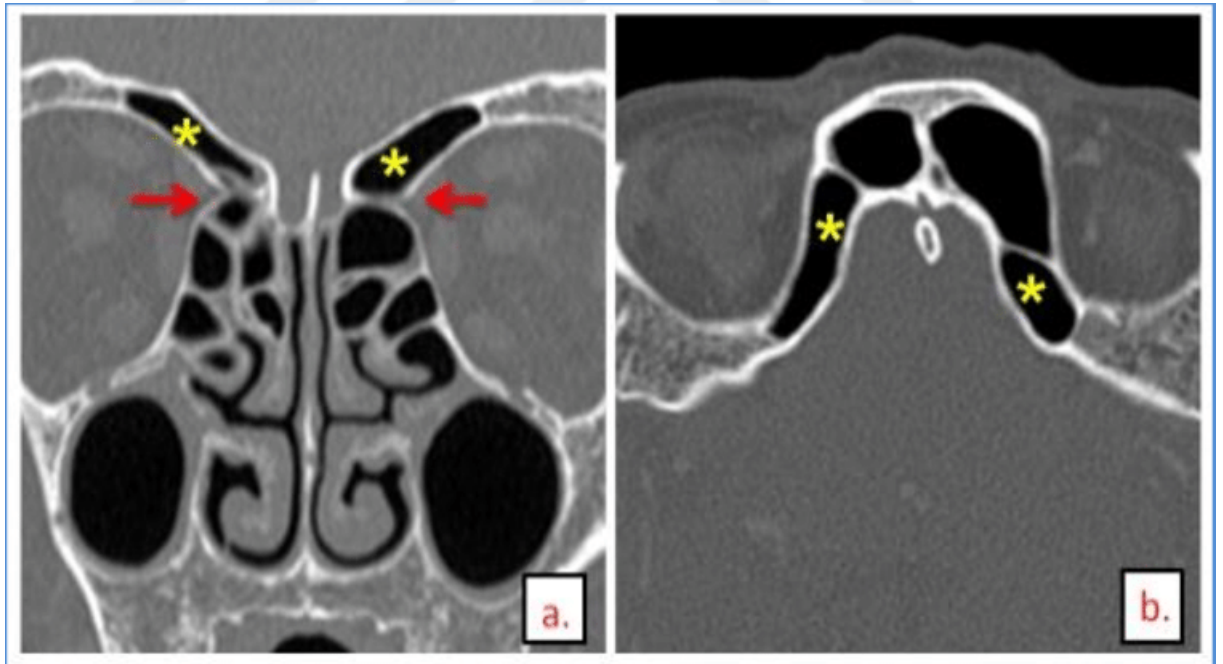
Supraorbital etmoid hücreler(SOEH'ler), Lee ve arkadaşları tarafından tarif edildiği gibi frontal çıkış bölgesinin birçok anatomik varyasyonundan biridir ve tahmini prevalansı <%5 ila %65'tir. SOEH'ler, frontal kemiğin supraorbital plakasını pnömatize eden etmoid hücrelerdir. Frontal sinüsün posterolateralinde, anterior etmoid arterin önünde bulunurlar ve drenaj ağızları frontal ostiumun arkasında bulunur.(Şekil 4) SOEH'ler ile başarısız endoskopik sinüs cerrahisi arasında incelemede bu yapıların uygun şekilde tanımlanması, frontal sinüs çıkış bölgesindeki cerrahiden uzun vadeli başarı için kritik olabilir.²⁶

Frontal pnömatizasyon modelleri, supraorbital etmoid hücreler (SOEH), frontal hücreler , suprabullar hücreler , frontal bullar hücreler , interfrontal septal hücreler vb. dahil olmak üzere değişken fronto-etmoid hücreler tarafından belirlenir. Bu varyasyonların insidansı daha önce kadavra örneklerinin diseksiyonundan ve daha yakın zamanda BT taramasından açıklanmıştır. 1942'de Van Alyea tarafından tanımlanan bir SOEH, frontal kemiğin supraorbital plakasını istila eden (çoğunlukla anterior) bir etmoid hücredir. Endoskopik frontal sinüs cerrahisi için SOEH anatomisinin bilinmesi önemlidir. SOEH ve diğer fronto-etmoid hücrelerin tanınmaması, cerrahî hedeflenen frontal sinüsün açıldığına inandırabilir. Öte yandan, SOEH'nin

tıkanması, supraorbital hücreli mukosel ile sonuçlanabilir ve açılmamış SOEH, revizyon endoskopik sinüs cerrahisi olan hastaların %10'undan fazlasında yaygın olarak görülür. Etnik faktörlerin anatomik varyantlar üzerinde etkili olabileceği bildirilmiştir.²⁷

Supraorbital etmoid hücreler, septalı bir frontal sinüsün görünümünü taklit edebilir veya çoklu frontal sinüslerin görünümünü verebilir. Aksiyel görüntülerde, supraorbital etmoid hücre frontal sinüsün arkasında yer alır. Koronal görüntülerde, septasyonlu bir frontal sinüsün lateral kompartımanı gibi görünen alan, aslında frontal sinüsün posteriorunda ve lateralinde yer alan ayrı bir supraorbital etmoid hücredir. Supraorbital etmoid hücre ağzı, ardışık koronal görüntülerde ön etmoid arter için kanalın önünde bulunabilir. Sagittal reformasyon bazen supraorbital hücreleri karakterize etmede yardımcı olabilir.²⁸

AEA'nın kafatası tabanından dikey mesafesi ile supraorbital etmoid hücrenin varlığı arasında güçlü bir ilişki vardır. Supraorbital etmoid hücrenin mevcut olduğu durumlarda, AEA, supraorbital etmoid hücrenin olmadığı duruma kıyasla çok daha düşük bir seviyede etmoid boşluğu geçer. Bu nedenle, supraorbital etmoid hücrenin bulunduğu durumlarda AEA'nın yaralanmaya daha duyarlı olduğu akılda tutulmalıdır.¹¹



Şekil 4. Supraorbital etmoid hücrenin koronal ve aksiyal düzlemde görünümü: anterior etmoidal çentik(kırmızı ok) ve supraorbital etmoid hücre(sarı yıldız)²⁹

2.4. ETMOİD ÇATI VE KEROS SINIFLANDIRMASI

ESC günümüzde sıklıkla kullanılan bir yöntemdir ve ameliyat sırasında paranasal sinüslerin, olfaktör fossa ve komşu yapıların anatomisinin bilinmesi önemlidir. Paranasal sinüsler orbitaya ve beyne bitişik olduğundan, cerrah sinonazal anatomi ve ilişkili varyasyonların farkında olmalıdır. Böyle bir anatomik yaklaşım, ESC sonuçlarını ve komplikasyon oranlarını doğrudan etkileyen ana faktörlerden biridir. Bazı kaynaklarda olfaktör fossa ve etmoid hücrenin etrafındaki alan 'tehlikeli bölge' olarak adlandırılır. Olfaktör fossa derinliği ve anatomik varyasyonları preoperatif görüntülemeye dikkate alınmaz ise cerrahi sırasında komplikasyonlar daha sık ortaya çıkabilir.³⁰⁻³²

Paranasal sinüs BT, paranasal sinüsler, nazal kavite ve nazofarenksin değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılan bir görüntüleme yöntemidir. Ayrıca aksiyal ve koronal düzlemlerde görüntü elde edilebilmesi nedeniyle kemik yapıları etkin bir şekilde değerlendirilebilmektedir.^{30,31}

Anterior etmoid arterin seyrinin yanısıra etmoidal foveal asimetri, olfaktör fossa ve lateral lamel anatomik varyasyonları iatrojenik hasara neden olabileceğinden endoskopik sinüs cerrahisi için kritik öneme sahiptir. Her iki tarafın olfaktör fossa derinliğinin veya etmoid çatının yüksekliğinin asimetrisi, endoskopik sinüs cerrahisi sırasında daha yüksek kafa içi penetrasyon riskine yol açabilir.³¹⁻³³

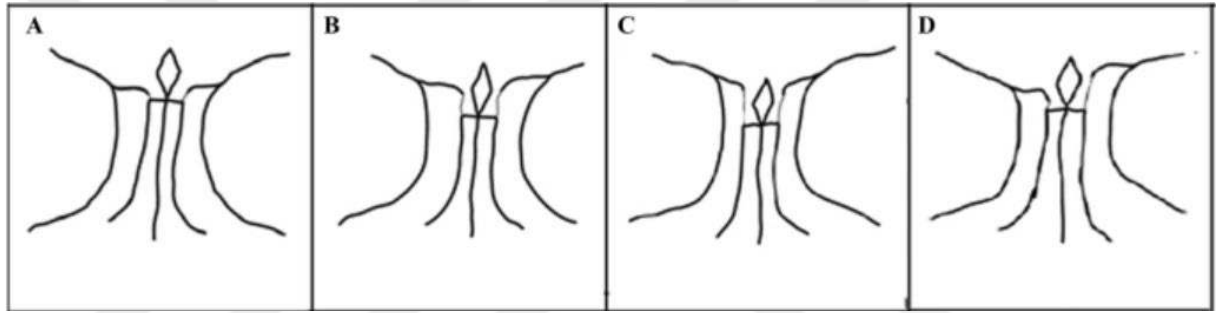
Kribriform plakanın lateral lamellası olfaktör fossanın lateral kısmında, crista galli ise medial kısımda bulunur. Olfaktör fossanın derinliği, kribriform plakanın lateral lamellasının yüksekliği ile belirlenir. Keros'un 1962 yılında yaptığı sınıflandırmaya göre olfaktör fossa derinliği üç kategoride değerlendirilir: tip 1, 1-3 mm; tip 2, 4-7 mm; ve tip 3, 8-16 mm. (Şekil 5) Tip 3 en tehlikeli ve önemli türüdür ve çok ince bir kribriform plakaya sahiptir.⁸

Bununla birlikte, Keros sınıflaması, kafatasının eğimli şekli nedeniyle intrakraniyal giriş riskini tanımlamada sınırlamalara sahiptir. Daha sonra, kribriform plakaya göre etmoid çatının eğimli seviyesini dikkate almak için Gera sınıflandırması önerildi. Kribriform plakanın lateral lamelinin oluşturduğu açı ve kribriform plakadan geçen yatay düzlemin devamı ölçülerek kafa içi giriş riski 3 sınıfa ayrıldı; sınıf I (>80 derece, düşük risk), sınıf II (45 ila 80 derece, orta risk) ve sınıf III (<45 derece, yüksek risk).^{34,35}

Daha sonra koronal bölümde yapılan Keros sınıflandırmasını aksiyel bölümde ön-arka uzunluğa uyarlamak için “Yenigün sınıflandırması” tanımlandı. Lateral lamellanın ön-arka

uzunluğunu 3 tipte sınıflandırdılar: tip I ölçüleri 6–10 mm, tip II ölçüleri 11–15 mm ve tip III ölçüleri 16–20 mm. Ayrıca, lateral lamellanın ön-arka uzunluğundaki artışla birlikte, AEA'nın kafa tabanının altında serbestçe geçme olasılığının daha yüksek olduğunu, dolayısıyla ameliyat sırasında yaralanmaya daha yatkın olduğunu gösterdiler.³⁶

Son olarak 2020 yılında TMS sınıflaması tanımlandı. Bu sınıflamaya göre etmoid çatı ve kribriform plakanın sinus maxillaris çatısına (orbita tabanına) uzaklıkları ölçülüp, ikisi de 10 mm'den küçükse tip 1, ikisinden biri 10 mm'den küçükse tip 2 ve her ikisi 10 mm'den küçükse tip 3 olarak sınıflamışlardır. En sık tip 1'in bulunduğunu, cerrahi girişimlerde en riskli sınıfın ise tip 3 olduğunu öne sürmüşlerdir.³⁷



Şekil 5. Keros sınıflandırması⁸. **a** Tip I 1-3 mm, **b** tip II 4-7 mm, **c** tip III 8-16 mm, **d** tip IV sağ ve sol olfaktör fossa yüksekliğinde asimetri²³

2.5. BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİNİN EVRİMİ

1971'deki başlangıcından bu yana, bilgisayarlı tomografi (BT), Amerika Birleşik Devletleri'nde yılda 70.000.000'den fazla muayene ile üretken bir tanısal görüntüleme aracı haline geldi. Gerçekten de, serebrovasküler hastalık, intrakraniyal kanama, sinüzit, pulmoner emboli, aort diseksiyonu, kırıklar ve birçok tümörün değerlendirilmesi dahil olmak üzere BT tabanlı muayeneler yapmak için çok sayıda endikasyon vardır.^{38,39}

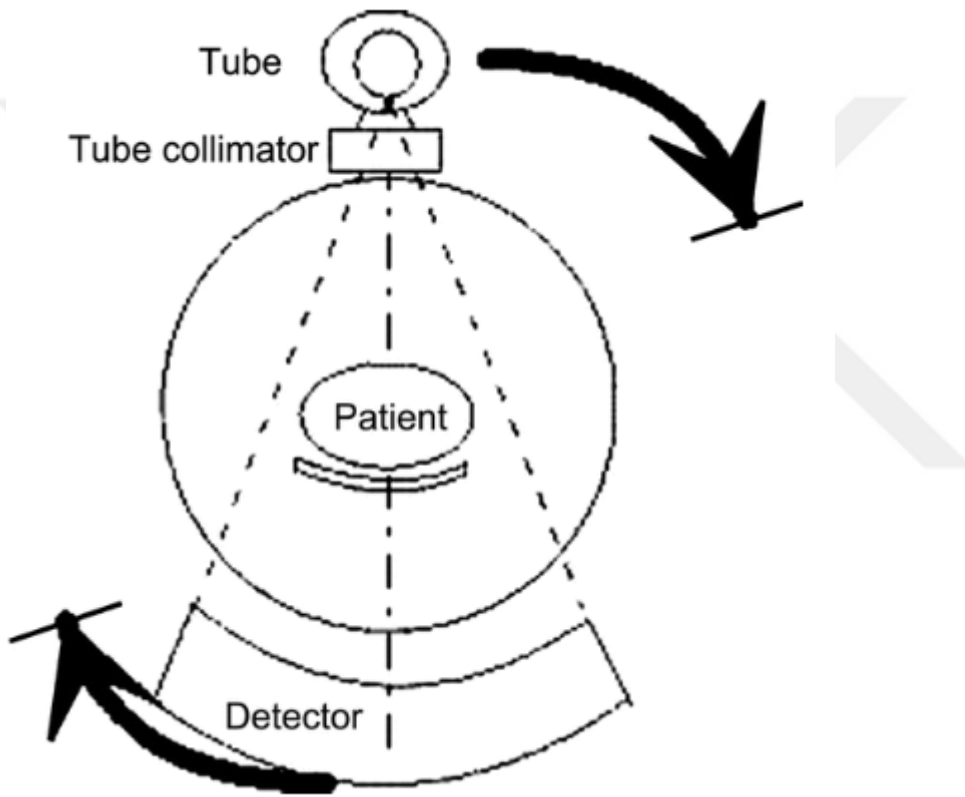
Birçok durumu teşhis etmek için BT'nin elde edilebildiği hız ve doğruluk, klinisyenler arasında bu modalitenin arzu edilirliliğini büyük ölçüde açıklamaktadır. Bununla birlikte, BT'nin dezavantajları ve sınırlamaları vardır, (özellikle iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalma ve bazı hastalıkların yanlış teşhis edilme potansiyeli.) Yetişkinlerde tipik etkili radyasyon dozları, kafa BT'leri için yaklaşık 2 mSv (0,2 rad) ile göğüs, karın veya pelvis BT'leri için yaklaşık 8–10 mSv arasında değişir.^{40,41}

BT görüntülemenin temel fiziksel ilkeleri kalıcı olmasına rağmen, ilk klinik BT tarayıcısının (EMI Mark I) 1971'de geliştirilmesinden bu yana birçok değişiklik yapılmıştır. Orijinal EMI tarayıcı yalnızca beyin görüntüleme için kullanıldı ve tek, dar bir ışın demeti ve translate-rotate (yer değiştirme-döndürme) hareketiyle çalışan tek dedektör düzeneğinden oluşuyordu. Çoklu, dar X-ışını ışınları ve çoklu dedektörlerden oluşan ikinci nesil BT geometrisinin tanıtılmasıyla tarama süreleri azaltıldı. Birinci nesil tarayıcılar gibi, ikinci nesil tarayıcılar da bir translate-rotate hareketi kullandı. Farkı, çok sayıda dedektör olması ve dar yelpaze şeklindeki ışın demeti kullanmasıdır. Üçüncü nesil BT tarayıcılar, rotate-rotate geometrisine sahipti, bu sayede tüp ve dedektörler hasta etrafında birlikte dönüyordu. Hasta kesitinin tamamını kapsayacak geniş yelpaze şeklinde ışın demeti ve buna karşılık gelecek genişlikte dedektörler kullanılır. (Şekil 6) Bununla birlikte üçüncü nesil BT tarayıcıları ring artefaktına eğilimliydi. Dördüncü nesil tarayıcılar, sabit halka dedektörleri ve dedektörler çevresinde dönen bir X-ışını tüpü içeriyordu. (rotate-stationary). Bu da ring artefaktı ile ilgili sorunları azaltırken saçılan radyasyona daha duyarlı hale getiriyordu. Beşinci nesil BT stationary-stationary prensibi ile çalışır ve anot ve dedektör hareket etmez. Elektron tabancasından çıkan elektron demeti manyetik alan tarafından anot üzerine yönlendirilir. Oluşan X ışını dedektör tarafından algılanır. Daha çok kardiyak görüntüleme için geliştirilmiş ancak yaygınlaşmamıştır.⁴²⁻⁴⁵

Döner gantriye sabit bağlantı olmaksızın sürekli elektrik beslemesi sağlayan slip ring(kayar halka) teknolojisinin ortaya çıkışı, frenleme için gereken süreyi ortadan kaldırdı ve daha fazla uzaysal ve zamansal çözünürlük sunulan, daha hızlı, helikal(spiral) BT'nin geliştirilmesini sağladı. Helikal BT slip ring dışında, yüksek ısı kapasitesine sahip x ışını tüplerinin geliştirilmesi ve hacim verisini kesitlere dönüştürecek algoritmaların bulunması sonucu yapılabilir hale gelmiştir.^{46,47}

1980'lerin sonlarında piyasaya sürülmelerinden kısa bir süre sonra, slip ring tarayıcıları ve helikal BT hızla benimsendi ve kısa süre sonra vücut BT'si için fiili bakım standardı haline geldi. Bununla birlikte, önemli bir sorun ortaya çıktı: sarmal BT, x-ışını tüpünde çok zordu. Çok fazla enerji harcanması ve x ışını tüpünün aşırı ısınması gibi problemler ortaya çıktı. Kaliteli reformat görüntülerin elde edilebilmesi, tarama alanının daraltılması ya da incelemenin sınırlandırılması ile sağlanabilmektedir. Tüpün aşırı ısınmasını önlemek amacıyla tüp akımını azaltmak diğer bir alternatif olsa da gürültüde artışa ve düşük tanısal kaliteye neden olmaktadır.

Bu ısı sorununa doğrudan bir çözüm, elbette, daha yüksek ısı kapasitesine sahip x-ışını tüpleri geliştirmektir; bu tür tüpler geliştirilmiş ve geliştirilmeye devam etmektedir. Diğer bir yaklaşım, mevcut x-ışınının daha etkin kullanmaktır: x-ışını z-yönünde genişletilirse (dilim kalınlığı) ve birden fazla dedektör sırası kullanılırsa, birden fazla dilim için veri toplanabilir. Bu yaklaşım, istenen anatomiyi kapsamak için gereken toplam dönüş sayısını ve dolayısıyla röntgen tüpünün toplam kullanımını azaltacaktır. Bu, çok kesitli BT'nin(ÇKBT) temel fikridir.⁴⁸



Şekil 6. Modern 3. Nesil BT sistemi ⁴⁹

ÇKBT olarak adlandırılan bu jenerasyonda, hastanın uzun eksenı boyunca (z yönünde) tek sıra yerine birden çok dedektör sırası yerleştirilir. Ayrıca yelpaze yerine konik şekilli x ışını demeti kullanılır. Böylece aynı anda çok sayıda kesit alınabilir. Aynı sürede daha geniş bir alan taranabilir, Aynı alan daha kısa sürede görüntülenebilir ve daha ince kesitlerle tarama yapılabilir. Böylece uzaysal çözünürlük artar. 1998 yılında 4, 200 yılında 8, 2001 yılında 16, 2004 yılında 64 kesit alabilen çok kesitli BT'ler kullanıma girmiştir. 2005 yılında çift tüp, çift

dedektör (64 sıralı) kullanılan cihazlar geliştirilmiştir. Günümüzde en sık kullanılan rotate-rotate prensibiyle çalışan çok kesitli (7. Jenerasyon) BT cihazlardır.⁴⁵

Çok sıralı dedektör teknolojisinin klinik avantajları genel olarak iki kategoriye ayrılabilir: (a) Hızı, geniş kesitli büyük hacimli dokuların hızlı görüntülenmesi için kullanılabilir. Bu, özellikle hasta hareketinin sınırlayıcı bir faktör olduğu çalışmalarda yararlıdır. Dört bölümlü bir sistem ve 0,5 saniyelik bir dönüş ile hacim verileri, tek sıralı bir dedektör, 1 saniyelik tarayıcıdan sekiz kat daha hızlı alınabilir. (b) Çok sıralı dedektör sistemlerinin diğer ana avantajı, kısa tarama sürelerinde büyük hacimleri kapsayabilmeleridir. Çok sıralı dedektörlü BT tarayıcısındaki hacim kapsamı ve hız performansı, görüntü kalitesinden ödün vermeden tek sıra dedektörlü helikal BT tarayıcıdan daha iyidir.⁵⁰

Geleneksel BT, her voksel için tek bir hounsfield ünite (HU) sağlar. Yağ, kemik ve kas gibi çeşitli materyalleri ayırt etmek için farklı dokuların anatomisi ve atenuasyon özelliklerine ilişkin ön bilgiler kullanılır. Bununla birlikte, genellikle farklı dokuların HU'su örtüşür ve geleneksel BT, benzer HU'ya sahip materyalleri ayırt edemez. Örneğin, intrakraniyal kanama, seyreklik kontrast veya yaygın parankimal mineralizasyon ile aynı zayıflamaya sahip olabilir. İdrar taşlarının farklı türleri de (ör. ürik asit ve kalsiyum oksalat taşları) birbirinden ayırt edilemez. Benzer şekilde guttan etkilenen bir eklemde gut tofüs ve kalsifikasyon arasında ayırım yapmak mümkün değildir, bu da gut artritinin eklem içi yükünün değerlendirilmesini zorlaştırır. Multispektral BT, HU'nun enerji bağımlılığını kullanarak tek enerjili BT'nin bu sınırlamasının üstesinden gelir. Gerçekten de kütle atenuasyon katsayısı, farklı malzemeler için X-ışını enerjilerine göre değişir. Bu nedenle BT ile ölçülen HU mutlak değildir ve görüntü elde etmek için kullanılan kVp'ye bağlı olarak değişir. Ayrıca, HU'daki değişiklik malzemeye özgüdür. Bu özellik, farklı kVp'ye sahip iki görüntü serisi elde ederek ve her bir voksel için bir doku tipi atamak için HU'daki değişikliği değerlendirerek, dual enerji BT tarafından malzeme ayrıştırması için kullanılır.⁵¹

Dual enerjili BT(DEBT) teknolojisine yönelik üç temel donanım yaklaşımı vardır: iki x-ışını kaynağı (çift kaynaklı BT tarayıcıda), hızlı kV değiştirme (tek kaynaklı BT kullanarak) ve bir "sandviç" dedektör. Adından da anlaşılacağı gibi, bu tarayıcılar, tek bir BT portalına monte edilmiş iki bağımsız görüntüleme zincirine sahiptir. Bir görüntüleme zinciri düşük enerji modunda çalıştırılır ve diğer görüntüleme zinciri yüksek enerji modunda çalıştırılır. Bu nedenle,

biri düşük ve diğeri yüksek enerjide olmak üzere iki bağımsız veri setini aynı anda elde edebilirler. Her görüntüleme zinciri ayrı ayrı optimize edilebilir ve gerekirse tüp akımı modüle edilebilir. Görüntüleme zincirleri tipik olarak birbirine 90° açıyla monte edilir. Bu nedenle, projeksiyonlar eş zamansızdır ve projeksiyon düzeyinde ayırıştırma mümkün değildir. İki görüntüleme zinciri aynı anda açık olduğundan, birinden gelen saçılma diğerini kontamine edebilir. Bu yaklaşımın avantajı, yeterli ön deneyim (çünkü çift kaynaklı BT teknolojisi yaklaşık 2 yıldır mevcuttur) ve rutin görüntü rekonstrüksiyonudur, çünkü görüntüler 90 faz ile ayrılmış iki dedektör tarafından eş zamanlı olarak alınır. Bu yaklaşımın mevcut zayıflığı, çoğu veri sarmal modda elde edildiğinden, çift enerjili işlemenin, görüntünün yeniden yapılandırılmasından önce projeksiyon verileri (yani, projeksiyon alanında) yerine, görüntünün yeniden yapılandırılmasından sonra (yani, görüntü alanında) gerçekleştirilmesidir. 90 ayrı iki dedektöre ek olarak, iki röntgen tüpünün çıktısı birleştirildiğinde karışık kV, görüntü ekranlarında hafif bir bulanıklık oluşturur.⁵¹

Diğer bir yaklaşım ise hızlı kV anahtarlama. Hızlı kV anahtarlama paradigmasında, x-ışını tüpü, bitişik projeksiyonlarda düşük enerjiden yüksek enerjiye geçiş yaparak hızlı kV ve mA modülasyonu yeteneğine sahiptir. Bu geçiş, görüntü kalitesini korumak için dönüş başına projeksiyon sayısının iki katına çıkarılmasını ve dolayısıyla tüp ve dedektör seviyelerinde iyileştirmeler yapılmasını gerektirir. Bu tekniğin temel avantajı hem aksel hem de sarmal modlarda elde edilen projeksiyon verilerini kullanarak çift enerjili işleme gerçekleştirme potansiyeli sunması, teorik olarak doğru malzeme ayrışmasına ve görüntü artefaktlarını önemli ölçüde azaltması gereken tek renkli BT görüntü gösterimine izin vermesidir. Bu tekniğin dezavantajı, düşük ve yüksek enerjili taramaların aynı filtrasyonla sınırlı olması ve dolayısıyla iki enerjinin spektrum ayrımının optimalin altında olmasıdır. Bu tekniğin bir başka potansiyel dezavantajı, her kV anahtarlama sırasında tüp akımını yeterince hızlı değiştirmenin zor olabilmesi ve böylece iki veri setinde uyumsuz gürültü seviyesi vermesidir.⁵²

Çift enerjili BT verilerinin elde edilmesi için üçüncü bir donanım çözümü, bir sandviç dedektör kullanılarak elde edilebilir. Düşük enerjili fotonlar, sandviç dedektörün üst katmanlarında emilirken, yüksek enerjili fotonlar dedektörün alt seviyelerinde emilir.⁵²

Literatürde, DEBT'nin aşağıdaki klinik uygulamaları tanımlanmıştır:⁵³⁻⁵⁶

- Serebral iskemili hastalarda endovasküler trombektomi sonrası oluşabilecek iyotlu kontrast boyamadan kanamanın ayrımı
- Kontrastla opaklaşmış damarları bitişik kemikten, özellikle kafa tabanı ve omurlardan ayırt etmek için BT anjiografi için kalsifiye plak ve kemik çıkarma
- Ekstrakraniyal-kafa içi by-pass cerrahisinin değerlendirilmesi
- Akciğer nodülü karakterizasyonu
- Miyokardiyal demir tespiti
- Safra taşı karakterizasyonu
- Kontrastlı görüntülerde böbrek taşı karakterizasyonu ve tespiti
- Böbrek kisti ve kitle karakterizasyonu
- Gutu psödoguttan ayırt etme
- Metal artefaktı azaltma

Çift kaynaklı bilgisayarlı tomografi , öncelikle BT sisteminin zamansal çözünürlüğünü artırmak için tasarlanmıştır.⁵⁵ Gantri içerisinde birbirine 90 derece açılarla yerleştirilmiş iki tüp ve dedektör mevcuttur. Bu sayede veri elde etme hızı iki katına çıkar ve inceleme süresi yarıya iner. Böylece kardiyak BT de kısa sürede yüksek kaliteli görüntüler elde edilir. Hızlı tarama nefesini tutamayan hastalarda ve çocuklarda avantaj sağlar.⁴⁵

Koni demeti BT`nin prototipi ilk olarak 1982 yılında anjiografi amaçlı kullanılmıştır. Günümüzde dental, maksillofasiyal ve ekstremiteler görüntülemesinde; ayrıca girişimsel radyoloji ve radyoterapi ünitelerinde kullanılmaktadır. Geleneksel BT tarayıcılarının X-ışını geometrisinden farklı olarak, koni demeti BT sistemleri, tek bir dönüşte bir doku hacminin görüntülenmesini sağlayan konik bir konfigürasyonda bir X-ışını üretir.⁴⁵

BT cihazının ana bileşenleri x ışını tüpü, filtreler, kolimatörler ve dedektörlerdir. BT tüplerinde fokal spot, radyografi tüplerindeki fokal spot ile aynıdır. BT tüpüne elektrik enerjisi

gantri içindeki kontakt halkaları aracılığıyla aktarılır. X ışını üretimi için uygulanan pik kilo voltaj (kVp) genellikle 80-140 arasındadır. Tüp akımı genellikle birkaç yüz miliamperdir(mA). Tam kapasite ile çalışan BT tüpüne yüklenen maksimum güç yaklaşık 100 kilowatttır(kW).⁴⁵

Filtreler BT'de gürültüyü azaltan, görüntü niteliğini ve kenar keskinliğini düzenleyen mekanizmalardır. Primer ve sekonder olmak üzere iki çeşittir. Tüp çıkışına yerleştirilen primer filtreler düşük enerjili x ışınlarını uzaklaştırır. Sekonder filtreler ise soft ve sharp olmak üzere iki çeşittir. Soft filtreler, yumuşak doku incelemelerinde kontrast rezolüsyonu artırmak için; sharp filtreler ise kemiklerin incelemesinde uzaysal rezolüsyonu artırmak için kullanılır. Filtre kullanıldığında hastaya ulaşan düşük enerjili ışınlar , dolayısıyla total radyasyon dozu azalır.⁴⁵

BT cihazlarında iki çeşit kolimatör bulunur. Hasta öncesi ve hasta sonrası kolimatörler. Hasta öncesi kolimatör, tüp çıkışına yerleştirilir. X ışınlarının %99 unu bloke eder. Tek kesitli BT de kesit kalınlığını, ÇKBT'de ise total x-ışını demet boyutunu belirler. Hasta sonrası kolimatörler ise dedektörün hemen öncesine yerleştirilir. Tek kesitli BT de ilk kolimatörün belirlediği kesit kalınlığı yeterince keskin sınırlı bir kesit oluşturmaya yetmez, dedektör öncesi kolimatörün katkısıyla kesitin duyarlılık profili iyileştirilir. ÇKBT'de ise dedektörün aktiflenmek istenmeyen yerini örter.⁴⁵

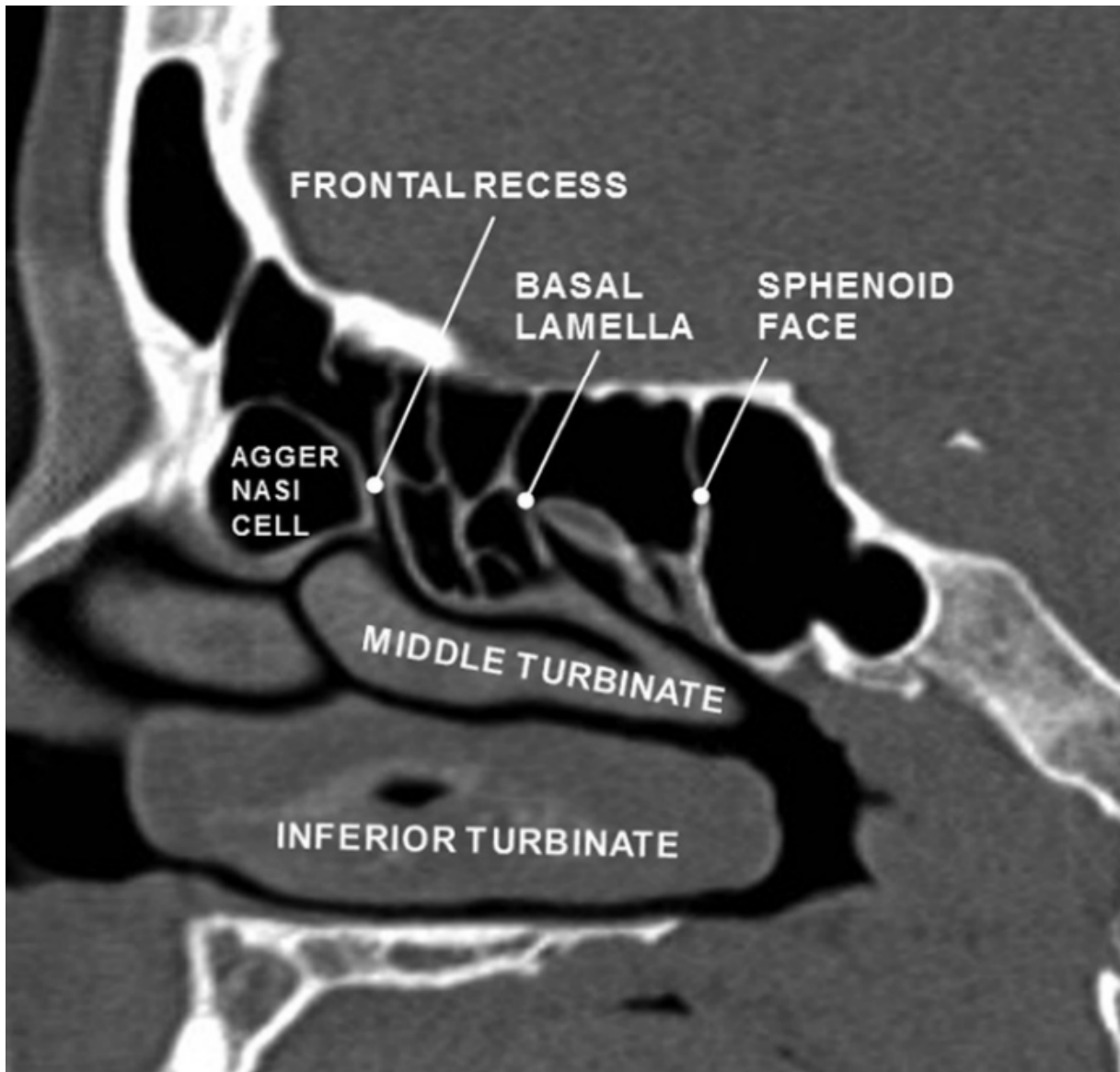
Dedektörler hastaya geçen x ışını enerjisini elektronik sinyallere çevirir. BT cihazlarında başlıca 2 tür dedektör kullanılır. 1) Xenon gaz dedektörleri 2) solid state(katı haldeki) dedektörler. Modern cihazlarda katı hal dedektörleri kullanılmaktadır. Üreticilerin çoğu ortak bir tasarımla dedektör üretir. Bu tasarımda üç ana tabaka mevcuttur. X ışınının ışığa çeviren sintilatör, ışığı elektrik akımına çeviren fotodiyot, mekanik ve elektriksel altyapıyı sağlayan substrat.⁴⁵

2.6. ENDOSKOPIK SİNÜS CERRAHİSİ VE PRE-OPERATİF PARANAZAL BT

1980'lerde endoskopik cerrahi tekniklerin tanıtılması, tekrarlayan veya dirençli rinosinüziti olan hastaların tedavisini büyük ölçüde değiştirdi. Daha invaziv dıştan yaklaşım prosedürlerinin yerini, paranazal sinüs drenaj yollarıyla ilişkili tıkanıklıkların giderilmesinde standart tedavi olan endoskopik sinüs cerrahisi (ESC) aldı.^{57,58}

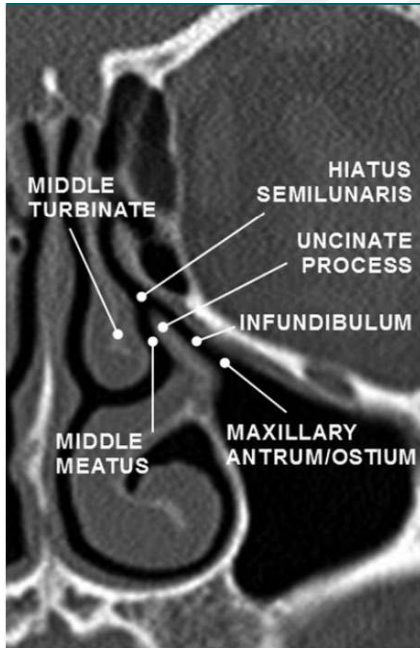
ESC'nin tekrarlayan veya dirençli rinosinüzit durumundaki amacı, anatomik veya patolojik tıkanıklıkları hafifleterek normal paranazal sinüs drenaj yollarını açmaktır. ESC'nin klinik etkinliği, hastaların %75'inden fazlasında bildirilen semptomlarda ve yaşam kalitesinde postoperatif iyileşme ile iyi bir şekilde oluşturulmuştur.^{59,60}

ESC'nin ana hedefi, maksiller, ön etmoid ve frontal sinüsler için birincil drenaj yolu olan osteomeatal komplekstir (OMK). OMK'nin kemik kenarları, unsinat çıkıntısı, orta konkanın yan kenarını ve orbitanın medial ve alt duvarlarını içerir. Kemik kenarlar, en iyi koronal BT görüntülerinde değerlendirilen maksiller antrum, infundibulum, hiatus semilunaris ve orta meatus dahil olmak üzere hava kanallarını veya drenaj yollarını tanımlar.(Şekil 8) ESC ile hedeflenebilecek ek bir önemli sinüs drenaj yolu, sagittal yeniden formatlanmış BT görüntülerinde en iyi şekilde değerlendirilen ve agger nasi hücresinin (çoğu ön etmoid hava hücresi) veya diğer frontal varyantların arka kenarı boyunca yer alan frontal resestir.⁶¹(Şekil 7)



Şekil 7. Frontal sinüs çıkış yolu. Sagittal reformat BT görüntüsü, agger nasi hücresinin arkasında yer alan normal frontal resesi göstermektedir. Bazal lamella ön ve arka etmoid sinüsü ayırır.⁶²

Bazı yaygın anatomik varyantlar, bazı hastalarda OMK'yi ve frontal resesi olumsuz etkileyebilir ve sinüs çıkışının daralmasına ve/veya sinüs ventilasyonu ve mukosiliyer klirensin değişmesine bağlı olarak tekrarlayan veya refrakter rinosinüzite yatkınlık ile sonuçlanabilir. Ek olarak, bu varyantlar sinüs çıkış yolları bölgesindeki cerrahi manzarayı değiştirir. OMK'yi etkileyen anatomik varyantlar arasında Haller hücresi, konka bülloza, orta konkanın paradoksal rotasyonu ve nazal septal deviasyon bulunurken, belirgin veya değişken frontal reses hücreleri frontal resesi etkiler. OMK'yi daraltan anatomik anomaliler, tekrarlayan akut sinüzite veya sınırlı kronik rinosinüzite katkıda bulunma eğilimindedir. Diffüz kronik rinosinüzit ise anatomik anomalilerden çok inflamatuvar disregülasyonla ilişkilidir.⁶³



Şekil 8. Koronal reformat BT görüntüsü, OMK'nin normal anatomisini gösterir. Unsinat çıkıntının kenarları, orta konka ve orbital duvarlar, maksiller antrum (ostium), infundibulum, hiatus semilunaris ve orta meatustan oluşan sinüs drenaj yolunu tanımlar.⁶²

Haller hücresi, maksiller antrum ve proksimal infundibulumun daralmasına neden olabilen, medial orbita tabanı (maksiller kemiğin orbita yüzeyi) boyunca maksillo-etmoid sütürün lateralinde yer alan bir etmoid hava hücresini temsil eder. Konka bülloza, orta konkanın pnömatizasyonu anlamına gelir. Büyük olduğunda orta meayı daraltabilir ve unsinat çıkıntının lateral deviasyonuna neden olarak infundibulumun daralmasına neden olabilir. Nadiren konka bülloza, inflamatuvar sinüs hastalığından etkilenebilir ve opaklaşabilir. Normal gelişimde orta ve alt konkaların her ikisi de dışa doğru döner. Bununla birlikte, paradoksal rotasyonda, orta konkalar içe doğru döner, bu da orta meanın daralmasına ve infundibular daralma ile unsinat prosesin potansiyel lateral sapmasına neden olabilir. Nadiren, çıkıntılı belirgin nazal septal deviasyon, orta meanın daralması ile orta konkanın lateral yer değiştirmesine ikincil olarak sinüs çıkış yollarını etkileyebilir.^{63,64}

Çoğu zaman, bu anatomik varyantlar, sinüs hastalığı olmayan veya minimal olan hastalarda rastlantısal bulgulardır. Bununla birlikte, bazı hastalarda, sinüs çıkış akışının daralması ve bu varyantlarla ilişkili normal hava akışı değişiklikleri ve mukus temizliğinin bir kombinasyonu, tekrarlayan veya dirençli sinüzite yol açabilir.^{63,64}

Agger nasi hücresi, en ön etmoid hava hücresini temsil eden adlandırılmış bir ön reses hücresidir. Hastaların çoğunda bulunur ve pnömatize olur ve frontal girintinin ön sınırının bir bölümünü oluşturur. Frontal hücreler, agger nasi hücresi gibi, frontal girintinin ön kenarının bir bölümünü oluşturan frontal reses hücrelerinin ek alt kümeleridir. Frontal reses ile ilişkili frontal hücreler üç tipten birine kategorize edilir: tip 1 hücreler, agger nasi hücresinin üzerindeki tek hücrelerdir, tip 2 hücreler, agger nasi hücresinin üzerinde iki veya daha fazla küçük hücreden oluşur ve tip 3 hücreler, agger nasi hücresinin üzerinde frontal sinüse uzanan tek büyük hücrelerdir. Tip 4 hücreler, tamamen frontal sinüs içinde yer alan, nadir görülen frontoetmoid hücrelerdir.⁶¹

ESC sırasında, burun deliğinden burun boşluğuna bir endoskop yerleştirilir ve OMK bölgesine ilerletilir. Klinik senaryoya ve paranazal sinüslerin anatomik konfigürasyonuna bağlı olarak, ESC sıklıkla maksiller antrum ve infundibulumun açılmasıyla birlikte unsinektomi ve maksiller antrostomi ve ayrıca aşağıdaki ek prosedürlerden herhangi birini içerir: turbinektomi ve/veya turbinoplasti, etmoidektomi ve frontal sinüzotomi. ESC sırasında hassaslık bir zorunluluktur, çünkü kritik yapılar arasında yakınlık ve değişken anatomik ilişkiler

vardır. Sonuç olarak, daha kapsamlı cerrahi, genellikle cerrahi komplikasyon riskinin artmasıyla ilişkilidir.⁶²

ESC ile ilişkili cerrahi komplikasyonlar tipik olarak majör veya minör olarak karakterize edilir. Başlıca komplikasyonlar arteriyel vasküler yaralanma, optik sinir yaralanması, orbital hematoma, beyin omurilik sıvısı sızıntısı ve nazolakrimal kanal yaralanmasını içerir. İlk olarak 1980'lerde öncülük edildiğinde, ESC'nin majör komplikasyon oranları vakaların %8'inde rapor edilmiştir.⁶⁵

Cerrahlar prosedürle daha fazla deneyim kazandıkça, majör komplikasyon oranları yıllar içinde önemli ölçüde azaldı. Ek olarak, preoperatif BT'nin rutin kullanımı ve intraoperatif görüntü rehberliği hem cerrahi sonuçlarda hem de komplikasyonlarda iyileşme ile sonuçlanmıştır. Daha önce revizyon cerrahisi geçiren ESC'li hastalarda komplikasyon oranları biraz daha yüksektir.⁶²

Paranasal sinüslerin BT görüntülemesi, ameliyat öncesi planlama için standart bakım haline gelmiştir. Helikal BT, geçmiş yıllarda gerçekleştirilen doğrudan koronal görüntülemenin aksine, hızlı kazanım ve çok düzlemli reformasyonlara izin verir. Çok düzlemli reformasyonların kullanılması ve gözden geçirilmesinin, vakaların yarısından fazlasında cerrahi planlamayı etkilediği gösterilmiştir.⁶⁶

Görüntüleme, hastalığın yaygınlığının değerlendirilmesinde, sinüs çıkış yollarını daraltan veya tıkayan anatomik varyantların belirlenmesinde, hastaları cerrahi komplikasyonlara yatkın hale getiren anatomik varyantların değerlendirilmesinde ve ESC sırasında görüntü kılavuzluğunda faydalıdır. En önemlisi, ameliyat öncesi görüntüleme muayenesi, radyoloğa kulak burun boğaz uzmanı için tehlikeli alanları ileriye dönük olarak belirleme fırsatı verir.⁶²

Her rapor, yetersiz veya aşırı pnömatizasyona odaklanarak paranasal sinüs gelişiminin bir tanımıyla başlar. Birincil hususlar, maksiller sinüs hipoplazisinin varlığı ve bunun OMK üzerindeki etkisi ve sfenoid sinüsün pnömatizasyon paternidir.⁶²

Raporun bir sonraki bölümü, sinüs drenaj yolları ve inflamatuvar sinüs hastalığının paternlerine odaklanmaktadır. İnflamatuvar sinüs hastalığı sporadik olabilir veya belirli çıkış yollarının tıkanmasıyla ilgili olabilir. Temel rapor yapısı, maksiller, ön etmoid ve frontal sinüslerle ilişkili inflamatuvar hastalığının bir açıklaması ile birlikte bir tarafta OMK ve frontal

reses açıklığının değerlendirilmesini içerir. Bu daha sonra karşı taraf için tekrarlanır. OMK veya frontal reses drenaj yollarını etkileyen anatomik varyantlar mevcutsa, ilgili drenaj yolu ile birlikte açıklanır. Arka etmoid ve sfenoid sinüslerin, sfenoetmoidal reses açıklığı ve inflamatuvar hastalığı daha sonra tarif edilir. İnflamatuvar hastalık paternleri arasında polipoid veya polipoid olmayan mukozal kalınlaşma ve hava-sıvı seviyelerinin yanı sıra mukoza retansiyon kistleri, şüpheli mantar kolonizasyonu ve sinolitler gibi intrasinüs içerikleri bulunur. Santral artmış atenüasyon (inspire edilmiş sekresyonlar ve/veya fungal kolonizasyon), osteitis, kemik demineralizasyonu veya kemik destrüksiyonu gibi inflamatuvar sinüs hastalığının ikincil bulguları veya komplikasyonları, etkilenen sinüsün opaklaşma paterni ile birlikte tarif edilir. Drenaj yolu açıklığı tartışmalarını inflamatuvar hastalık paternleri, anatomik varyantlar ve spesifik çıkış yolunu etkileyen sekonder bulgular ile gruplandırmak, kulak burun boğaz uzmanlarına raporun bir bölümünde bilgiler sağlar. Nazal kavite daha sonra endoskopi sırasında cerrahi erişimi etkileyebilecek patolojik veya varyant anatomik lezyonlar açısından değerlendirilir.⁶²

Ameliyat öncesi görüntüleme raporunun son bölümü, orbitaları, kafa içi içerikleri, üst boynun yumuşak dokularını, kafa tabanını ve kranioservikal bileşkenin ve servikal omurganın görselleştirilmiş kısımlarını içerecek şekilde BT incelemesinde görselleştirilen yapıların geri kalanının bir değerlendirmesini içerir. Bu, sinüslerin dışındaki patolojik durumları belirleme konusunda eğitilmiş veya deneyimli olmadıkları için özellikle sinüs cerrahlarını ilgilendirmektedir.⁶²

Görüntüleme raporunun bir sonraki bölümü, “CLOSE” anımsatıcısını kullanarak cerrahi tehlike alanlarının ayrıntılı bir değerlendirmesine ayrılmıştır.⁶⁷

Anımsatıcının her bir bileşeni, görüntüleme raporunda açıklanmıştır. Örneğin, ameliyat öncesi BT taramasında onodi hücresi yoksa, bu durum raporda açıkça belirtilir. İlgili negatiflerin listelenmesi, özellikle hastaları majör cerrahi komplikasyonlara yatkın hale getiren bulgularla uğraşırken, bir rapordan bir bulgunun çıkarılmasının bulgunun yokluğu anlamına geldiğini varsayamayacakları için, başvuran kulak burun boğaz uzmanlarının üzerinde durduğu bir noktadır.⁶⁸

Kribriiform plaka, orta hatta bulunan ve burun boşluğunun çatısını ön kranial fossadan ayıran yatay lamina cribrosa'yı ifade eder. En iyi koronal planda görselleştirilir ve değerlendirilir. Lamina cribrosa'nın orta kısmı boyunca, her iki tarafta olfaktör fossalar arasında

intrakraniyal olarak uzanan dikey bir crista galli vardır. Kribriform plakadaki küçük delikler, koku alma perforatörlerinin geçişine izin verir.⁶²

Lamina cribrosa, olfaktör fossanın alt sınırını, üst sınırı ise etmoid sinüsün çatısı olan yatay fovea etmoidalisten oluşur. Lamina cribrosa ve fovea ethmoidalis arasındaki dikey mesafe, lateral sınırı olarak dikey olarak yönlendirilmiş lateral lamel ile olfaktör fossa derinliğini temsil eder. Lateral lamel, orta konkanın kribriform plakanın lateral kenarı boyunca bağlanmasıyla karıştırılan intraoperatif yaralanma açısından kafa tabanının en ince ve en hassas kemik kısmıdır. Olfaktör fossa derinliği arttıkça, lateral lamella, doğrudan veya turbinektomi veya etmoidektomi sırasında manipülasyon yoluyla intraoperatif yaralanmaya karşı daha savunmasız hale gelir.⁶²

Lateral lamelin bozulması, paranasal sinüsler ile intrakraniyal kompartman arasında, genellikle intraoperatif olarak tanımlanabilen veya postoperatif ortamda daha sinsi olarak ortaya çıkabilen bir BOS sızıntısı ile sonuçlanır. BOS kaçağı ESC'nin en sık görülen majör komplikasyonudur. Kafa içi ve sinüs boşluğu arasındaki doğrudan iletişim, enfeksiyonun kafa içi yayılma riskini önemli ölçüde artırır ve ayrıca bir psödomeningosel veya meningoensefalosel gelişimine yol açabilir.⁶⁹

Keros sınıflandırması, olfaktör fossanın maksimum derinliğini ve lateral lamellerin sonuçta ortaya çıkan uzunluğunu belgelemek için kullanılır. Keros tip I, 3 mm'den az veya buna eşit derinlik olarak tanımlanır, Keros tip II, 4-7 mm derinlik olarak tanımlanır ve Keros tip III, 7 mm'den fazla derinlik olarak tanımlanır. Tip II en yaygın olanıdır, onu tip I takip eder. Tip III en az görülen varyanttır ve ESS sırasında en büyük kafa tabanı yaralanması riskini taşır. Cerrahi planlamanın her iki tarafta da uygun derinliğe göre ayarlanması gerekeceğinden olfaktör fossa derinliklerindeki asimetrinin belirlenmesi de önemlidir. Asimetri ile, daha aşağı konumlanmış lateral lamel, ESC sırasında daha fazla yaralanma riski altındadır.^{8,70}

Lamina papiracea, medial orbita duvarını oluşturan etmoid kemiğin ince tabakasıdır. En iyi koronal ve aksiyel planda değerlendirilir. Önceki bir yaralanmadan ayrıldığında, lamina papiracea'nın kemikli kenarı, intraorbital yağ ve bazen medial rektus kasının bölümleri ile birlikte medial olarak etmoid sinüse yer değiştirir. Etmoid sinüse deviasyon, lamina papiracea ve orbita yapılarını intraoperatif penetrasyon açısından risk altına sokar, çünkü lamina papiracea etmoidektomi sırasında etmoid sinüs septasyonu ile karıştırılabilir.⁶²

Onodi hücresi veya sfenoetmoidal hava hücresi, sfenoid sinüsün üst ve lateral yönü boyunca arkaya doğru uzanan varyant bir arka etmoid hava hücresidir. En iyi koronal planda değerlendirilir. Optik sinir, optik siniri alttaki hava hücresinden ayıran ince bir kemik marjıyla, genellikle Onodi hücresinin içinden geçtiğinden, Onodi hücresi, tanımlanması için önemli bir varyanttır. Bu, özellikle cerrahlar sfenoetmoidal bir hava hücresinde olduklarının farkında olmadıklarında, posterior etmoidektomi sırasında optik sinir yaralanması riskini büyük ölçüde artırır. Bir Onodi hücresi, ilk önce bir hava hücresinin sfenoid sinüsün üzerine yerleştirilmesi ve bir arka etmoid hava hücresi ile sürekliliğinin belirlenmesiyle koronal dizilerde en iyi şekilde görselleştirilir.⁶²

Pnömatizasyon paterni için sfenoid sinüsün değerlendirilmesi ve karotid arter ve optik sinirin üzerini örten kemik plakasının ayrılması önemlidir. Klivus ve sellaya göre sfenoid sinüs pnömatizasyonu konkal, presellar veya sellar olarak karakterize edilebilir ve en iyi sagittal planda değerlendirilir.⁶²

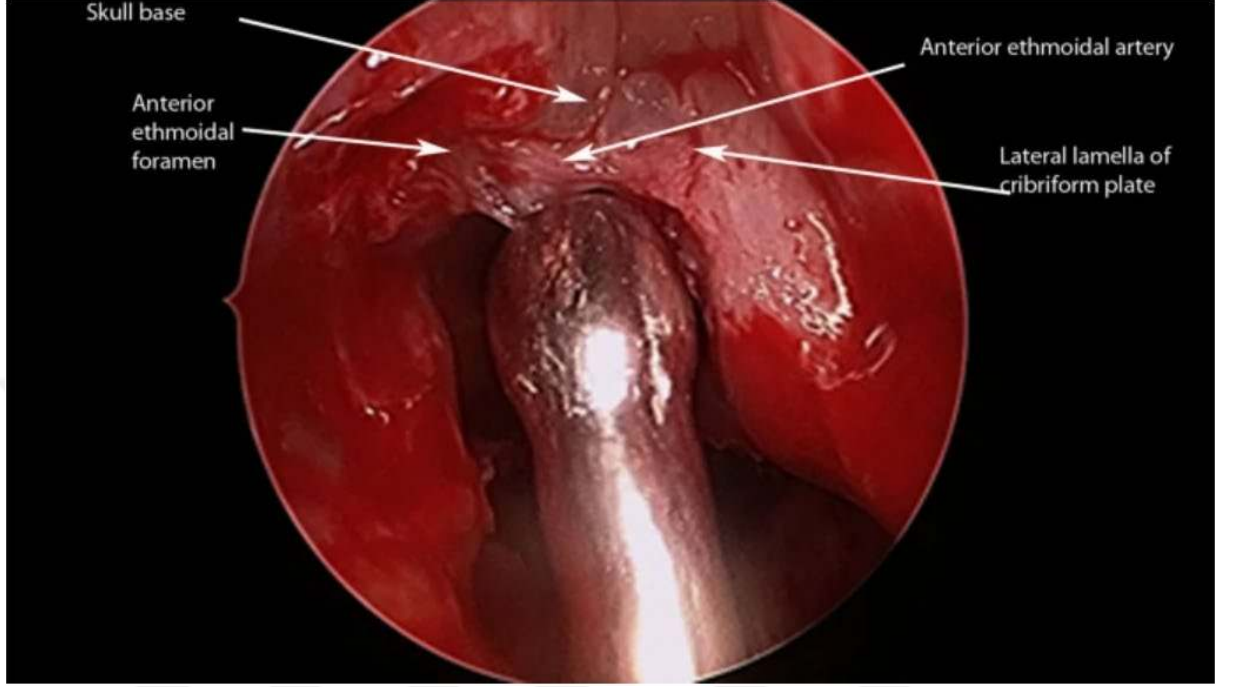
Konkal varyant, önde sfenoid sinüs ile arkada sella arasında kalın kemikli bir marj ile yetersiz pnömatizasyon anlamına gelir. Presellar varyant, sellanın ön kenarına arkaya doğru uzanan pnömatizasyonu ifade eder. Sellar varyantı en yaygın olanıdır ve sellanın aşağı ve arkasına uzanan pnömatizasyona atıfta bulunur, bunun sonucunda klivusun ince arka kemikli kenarı oluşur. Sellar varyantı, yerçekimi kuvvetinin posteriora yönlendirildiği hastanın sırtüstü pozisyonuna bağlı olarak ince posterior klival kenarını yanlışlıkla perforasyon riski altına soktuğu için preoperatif olarak tanımlanması önemlidir.⁶²

Anterior etmoid arter, etmoid ve frontal sinüsleri, nazal septumun ön kısmını ve lateral nazal duvar kısımlarını içerecek şekilde burun boşluğunu besleyen oftalmik arterin bir dalıdır. Arter, koronal BT görüntülerinde, ön etmoid sinüs seviyesinde medial orbita duvarı boyunca ön etmoidal çentiği tanımlayarak bulunabilir.^{71,72}(Şekil 9)

Çentik, fovea etmoidalis veya lateral lamel ile bitişikse, arterin ESC sırasında nispeten korunduğu kabul edilir. Bununla birlikte, ön etmoidal çentiğin üzerinde etmoid hava hücrelerinin supraorbital pnömatizasyonunun varlığı, arter etmoid sinüs içinde serbestçe hareket ettiğinden, ESC sırasında arteri artan yaralanma riskine sokar.⁷¹⁻⁷³

Supraorbital pnömatizasyon yaygın ve sıklıkla gözden kaçan kritik varyant, hastaların yaklaşık %26-35'inde görülür. Anterior etmoid arterin yanlışlıkla yaralanması, kesilen damarın yörüngeye çekilmesi nedeniyle hızla genişleyen retro-orbital hematoma neden olabilir. Kopmuş

bir ön etmoid arter, bu komplikasyon oluřtuęunda başka komplikasyonları önlemek için profilaktik olarak koterize edilmelidir.⁷¹⁻⁷³



şekil 9. AEA endoskopik görüntüsü²³

3.MATERYAL VE METOT

Çalışmamız retrospektif bir arşiv çalışması olup Ekim 2020- Kasım 2021 tarihleri arasında Dicle Üniversitesi Radyoloji Anabilim dalında çeşitli şikayetler nedeniyle kontrastsız paranazal BT çekimi yapılan 18 yaş üstü hastaların Paranazal BT görüntüleri incelendi. Birden fazla çekimi olan hastaların yalnızca bir çekimi çalışmaya dahil edildi. Hastaların 16 ve 64 Dedektörlü Bilgisayarlı Tomografi cihazlarında 1 mm kesit kalınlığıyla çekilen kontrastsız paranazal BT görüntüleri öncelikle koronal planda değerlendirilmiş olup sagittal ve axial planlardan da yararlanılarak AEA'nın kafa tabanı varyasyonları ve ilişkileri değerlendirildi. Görüntüler aynı gözlemci tarafından iki kere kör değerlendirilmiştir.

Çalışmaya 18-80 yaş arası 1000 olgu(sağ ve sol toplam 2000 örnek) dahil edilmiştir.

Çalışmamızda paranazal bölgede anomalisi, yer kaplayıcı kitlesi ve sinüziti bulunan, sinüs cerrahisi geçiren, yüz travması nedeniyle başvuran, artefaktlı tetkikler, sağ ve sol herhangi bir AEA'nın değerlendirilemediği görüntüler ve 18 yaş altı hastalar çalışma dışı bırakılmıştır.

Çalışma protokolü üniversitenin araştırma etik kurulu tarafından gözden geçirilip onaylandı ve Helsinki Bildirgesi'ne uygun olarak yapıldı. (etik kurul adı, tarih ve no).

BT görüntüleri supraorbital ethmoid hücre varlığını araştırmak için öncelikle koronal ve aksiyal planlarda değerlendirildi. AEA koronal planda tespit edilip sagittal planlarla korele edilerek kafa tabanına göre derecelendirildi. Kribriiform plakanın lateral lamellası en yüksek olduğu yerden ölçülerek Keros sınıflandırmasına göre sınıflandırıldı. Sınıflandırmada referans değerleri tip 1 için 0-3.99 mm, tip 2 için 4-7.99 mm ve tip 3 için 8-16 mm olarak kabul edilmiştir. Ayrıca çalışmamızda sınıflandırma revize edilerek tip 2 2A ve 2B olarak , tip 3 ise 3A ,3B ve 3C olarak genişletilmiştir. 2A için 4-5.99 mm , 2B için 6-7.99 mm, 3A için 8-9.99 mm, 3B için 10-11.99 mm ve 3C için 12-16 mm aralıkları kullanılmıştır.

3.1.İstatistiksel analiz

Analizler SPSS (Statistical Package for Social Sciences; SPSS Inc., Chicago, IL) 22 paket programında değerlendirilmiştir. Çalışmada tanımlayıcı veriler kategorik verilerde n, %

değerleri, sürekli verilerde ise ortalama±standart sapma (Ort±SS) değerleri ile gösterilmiştir. Gruplar arası kategorik değişkenlerin karşılaştırılmasında ki-kare analizi (Pearson Chi-kare) uygulanmıştır. Sürekli değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirilmiştir. İkili grupların karşılaştırılmasında student t testi, ikiden fazla grup karşılaştırılmasında ise One Way ANOVA testi kullanılmıştır. Analizlerde istatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak kabul edilmiştir.



4.BULGULAR

Çalışmaya yaş ortalaması $31,6 \pm 12,8$ (min=18-maks=80) olan 1000 hasta dahil edilmiştir. Hastaların 521'i (%52,1) kadın ve 479'u (%47,9) erkektir (Tablo 1).

Tablo 1. Hastaların demografik özellikleri

		Sayı	%
Yaş, Ort±SS		31,6±12,8	
Cinsiyet	Kadın	521	52,1
	Erkek	479	47,9

Hastaların sağ taraflı kafa tabanı incelendiğinde 329'u (%32,9) tip 1, 220'si (%22) tip 2 ve 451'i (%45,1) tip 3'tür. Sol taraflı kafa tabanı incelendiğinde 310'u (%31) tip 1, 205'i (%20,5) tip 2 ve 484'ü (%48,4) tip 3'tür (şekil 10). Taraflar arasında kafa tabanı sınıflaması açısından anlamlı farklılık görülmemiştir ($p=0,323$)(Tablo 2).

Tablo 2. Hastaların kafa tabanı sınıflamasının tarafa göre karşılaştırılması

		Sağ		Sol		p*
		Sayı	%	Sayı	%	
Kafa tabanı	Tip 1	329	32,9	310	31,0	0,323
	Tip 2	220	22,0	205	20,5	
	Tip 3	451	45,1	484	48,4	

*Kikare analizi yapılmıştır.

Hastaların sağ taraflı Keros ana tipleri incelendiğinde 246'sı (%24,6) tip 1, 652'si (%65,2) tip 2 ve 102'si (%10,2) tip 3'tür. Sol taraflı Keros ana tipleri incelendiğinde 241'i (%24,1) tip 1, 640'ı (%64) tip 2 ve 119'u (%11,9) tip 3'tür(şekil 11). Taraflar arasında Keros ana tip açısından anlamlı farklılık görülmemiştir ($p=0,479$)(Tablo 3).

Tablo 3. Hastaların Keros tiplerinin tarafa göre karşılaştırılması

		Sağ		Sol		p*
		Sayı	%	Sayı	%	
Keros ana tip	Tip 1	246	24,6	241	24,1	0,479
	Tip 2	652	65,2	640	64,0	
	Tip 3	102	10,2	119	11,9	

*Kikare analizi yapılmıştır.

Hastaların sağ taraflı Keros subtipleri incelendiğinde 246'sı (%24,6) tip 1, 388'i (%38,8) tip 2A, 264'ü (%26,4) tip 2B, 85'i (%8,5) tip 3A, 15'i (%1,5) tip 3B ve 2'si (%0,2) tip 3C'dir. Sol taraflı Keros subtipleri incelendiğinde 241'i (%24,1) tip 1, 358'i (%35,8) tip 2A, 282'si (%28,2) tip 2B, 86'sı (%8,6) tip 3A, 28'i (%2,8) tip 3B ve 5'i (%0,5) tip 3C'dir. Taraflar arasında Keros subtip açısından anlamlı farklılık görülmemiştir ($p=0,215$)(Tablo 4).

Tablo 4. Hastaların Keros subtiplerinin tarafa göre karşılaştırılması

		Sağ		Sol		p*
		Sayı	%	Sayı	%	
Keros subtip	1	246	24,6	241	24,1	0,215
	2A	388	38,8	358	35,8	
	2B	264	26,4	282	28,2	
	3A	85	8,5	86	8,6	
	3B	15	1,5	28	2,8	
	3C	2	,2	5	,5	

*Kikare analizi yapılmıştır.

Hastaların sağ taraflı SOEH varlığı incelendiğinde 469'unda (%46,9) var iken 531'inde (%53,1) yoktur. Sol taraflı SOEH varlığı incelendiğinde 505'inde (%50,5) var iken 495'inde (%49,5) yoktur(şekil 12). Taraflar arasında SOEH varlığı açısından anlamlı farklılık görülmemiştir ($p=0,107$)(Tablo 5).

Tablo 5. Hastaların SOEH varlığının tarafa göre karşılaştırılması

		Sağ		Sol		p*
		Sayı	%	Sayı	%	
SOEH	Var	469	46,9	505	50,5	0,107
	Yok	531	53,1	495	49,5	

*Kikare analizi yapılmıştır.

Erkeklerin kafa tabanı sınıflamasının Tip 3 olma oranı (%53) kadınlarınkinden (%41,1) anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ($<0,001$). Erkeklerin Keros ana tipinin Tip 3 olma oranı (%14,3) kadınlarınkinden (%8,1) anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ($<0,001$). Erkeklerde

SOEH varlığı oranı (%60,1) kadınların oranından (%38,2) anlamlı şekilde yüksek görülmüştür ($p<0,001$)(Tablo 6).

Tablo 6. Hastaların tüm özelliklerinin cinsiyete göre karşılaştırılması

		Kadın		Erkek		p [*]
		Sayı	%	Sayı	%	
Kafa tabanı	Tip 1	377	36,2	262	27,4	<0,001
	Tip 2	237	22,7	188	19,6	
	Tip 3	428	41,1	507	53,0	
Keros ana tip	Tip 1	284	27,3	203	21,2	<0,001
	Tip 2	674	64,7	618	64,5	
	Tip 3	84	8,1	137	14,3	
Keros subtip	1	284	27,3	203	21,2	<0,001
	2A	413	39,6	333	34,8	
	2B	261	25,0	285	29,7	
	3	84	8,1	137	14,3	
SOEH	Var	398	38,2	576	60,1	<0,001
	Yok	644	61,8	382	39,9	

*Kikare analizi yapılmıştır.

Kafa tabanı Tip 1 olanların %2,5'inde, Kafa tabanı Tip 2 olanların %5,6'sında ve kafa tabanı Tip 3 olanların ise %19,4'ünde keros ana tip sınıflamasına göre Tip 3 görülmüştür. Kafa tabanı arasında keros tipleri açısından anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p<0,001$). Kafa tabanı Tip 1 olanların %22,1'inde, Kafa tabanı Tip 2 olanların %29,6'sında ve kafa tabanı Tip 3 olanların ise %75,5'inde SOEH görülmüştür. Kafa tabanı tipleri arasında SOEH varlığı açısından anlamlı farklılık belirlenmiştir ($p<0,001$)(Tablo 7).

Tablo 7. Hastaların tüm özelliklerinin kafa tabanına göre karşılaştırılması

		Kafa tabanı						p [*]
		Tip 1		Tip 2		Tip 3		
		Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	
Keros ana tip	Tip 1	299	46,8	89	20,9	99	10,6	<0,001
	Tip 2	324	50,7	312	73,4	655	70,1	
	Tip 3	16	2,5	24	5,6	181	19,4	
Keros subtip	1	299	46,8	89	20,9	99	10,6	<0,001
	2A	242	37,9	190	44,7	314	33,6	
	2B	82	12,8	122	28,7	341	36,5	
	3	16	2,5	24	5,6	181	19,4	
SOEH	Var	141	22,1	126	29,6	706	75,5	<0,001
	Yok	498	77,9	299	70,4	229	24,5	

*Kikare analizi yapılmıştır.

Keros ana tipi Tip 1 olanların %36,3'ünde, Tip 2 olanların %49,5'inde ve Tip 3 olanların ise %71,5'inde SOEH görülmüştür. Keros tipleri arasında SOEH varlığı açısından anlamlı farklılık görülmüştür ($p<0,001$)(Tablo 8).

Tablo 8. Hastaların Keros tiplerinin SOEH varlığına göre karşılaştırılması

		SOEH var		SOEH yok		p*
		Sayı	%	Sayı	%	
Keros ana tip	Tip 1	177	36,3	310	63,7	<0,001
	Tip 2	639	49,5	653	50,5	
	Tip 3	158	71,5	63	28,5	
Keros subtip	1	177	36,3	310	63,7	<0,001
	2A	341	45,7	405	54,3	
	2B	298	54,6	248	45,4	
	3	158	71,5	63	28,5	

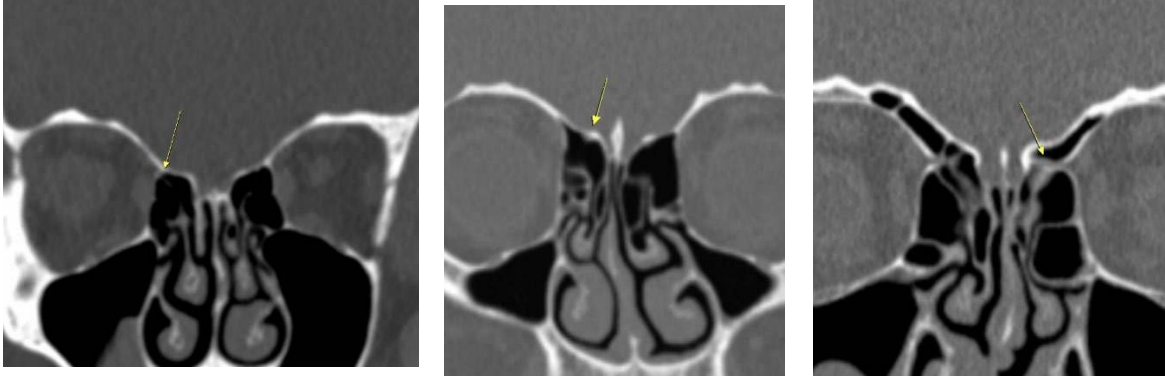
*Kikare analizi yapılmıştır.

Keros subtipleri arasında yaş açısından anlamlı farklılık görülmüştür ($p=0,013$). Bu farklılığın 2B ile diğer subgruplar arasındaki farktan kaynaklandığı ve tip 2B'nin yaş ortalamasının en düşük olduğu tespit edilmiştir. Cinsiyet ($p=0,079$), kafa tabanı tipi ($p=0,177$), keros ana tip ($p=0,161$) ve SOEH ($p=0,303$) arasında yaş açısından anlamlı farklılık görülmemiştir (Tablo 9).

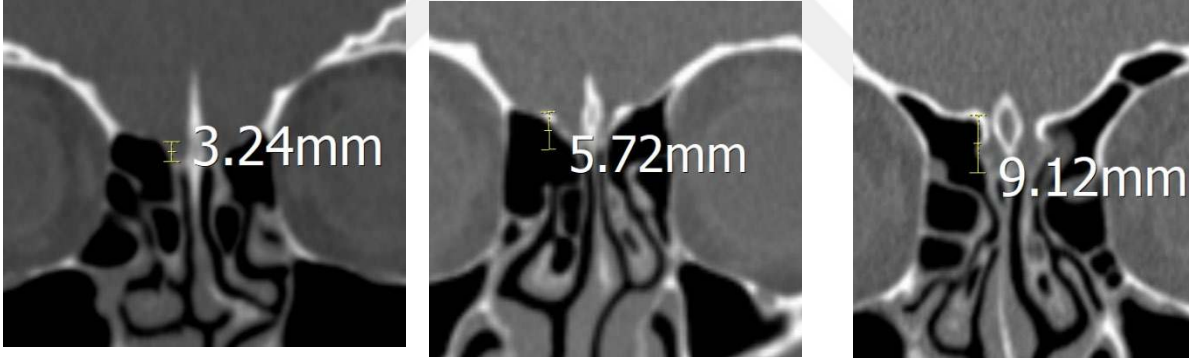
Tablo 9. Hastaların tüm özelliklerinin yaşa göre karşılaştırılması

		Yaş	p
		Ort±SS	
Cinsiyet	Kadın	32,0±13,1	0,079*
	Erkek	31,0±12,5	
Kafa tabanı	Tip 1	32,3±12,6	0,177**
	Tip 2	31,3±12,7	
	Tip 3	31,2±13,0	
Keros ana tip	Tip 1	32,2±12,9	0,161**
	Tip 2	31,2±12,7	
	Tip 3	32,5±13,6	
Keros subtip	1	32,2±12,9 ^a	0,013**
	2A	32,0±13,3 ^a	
	2B	30,0±11,6 ^b	
	3	32,5±13,6 ^a	
SOEH	Var	31,9±13,2	0,303*
	Yok	31,3±12,5	

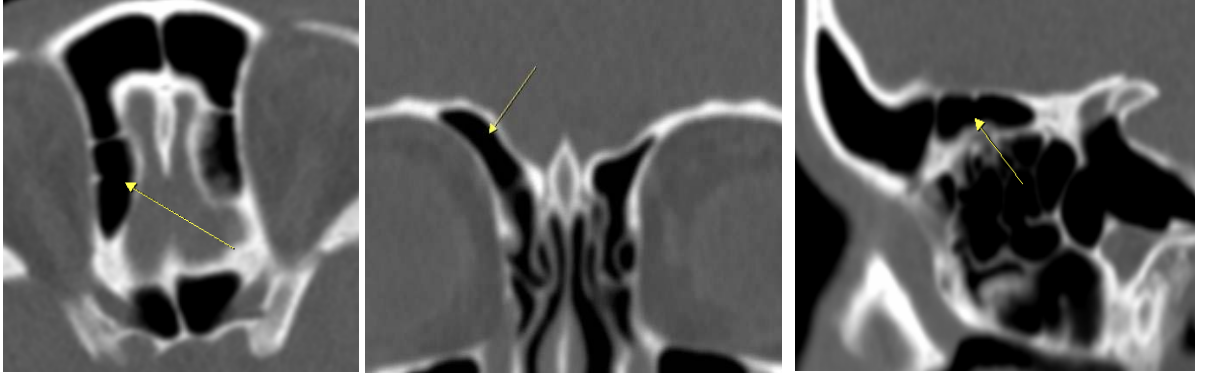
*Student t testi, **One Way ANOVA analizi yapılmıştır.



Şekil 10. Soldan sağa sırasıyla kafa tabanına göre grade 1 , grade 2 ve grade 3 AEA örnekleri(Görüntüler arşivimizden alınmıştır.)



Şekil 11. Soldan sağa sırasıyla Keros tip 1, 2 ve 3 örnekleri (Görüntüler arşivimizden alınmıştır.)



Şekil 12. Aynı hastada supraorbital etmoid hücrenin soldan sağa sırasıyla aksiyal, coronal ve sagital imajlarda görünümü(Görüntüler arşivimizden alınmıştır.)

5.TARTIŞMA

Anterior etmoid arter, kafatası tabanı boyunca değişen yükseklikte ilerleyerek anatomisine bir karmaşıklık unsuru ekler. Arter kafa tabanı ile yakından ilişkili olabilir veya etmoid sinüste serbestçe ilerleyebilir ve kafa tabanına sadece ince bir kemik mezenter ile bağlı olabilir.

Lannoy-Penissou ve ark.²⁰ ve Ko ve ark.²¹ , kafa tabanına göre AEA varyasyonunun seyrini tanımlamak için kullanılan bir sınıflandırmayı özetlemişlerdir. AEA'nın yeri, kafa tabanına dahil olduğu tespit edildiğinde derece I olarak sınıflandırılır. Kafa tabanının altında seyrettiğinde ve belirgin olarak kabul edildiğinde II. derecedir. Derece III sınıflandırma, kafa tabanından uzakta serbestçe dolaşan AEA'yı ifade eder.

Lannoy-Penissou ve ark. Fransa'da kadavra ve BT görüntüleri ile değerlendirdikleri 18 örnekle (9 sağ ve 9 sol) yaptıkları çalışmada AEA'nın kafa tabanı ile ilişkisini %44.4 tip 1(8 hasta), % 16.7 tip 2(3 hasta) ve %38.9 tip 3(7 hasta) olarak bulmuşlardır. ²⁰ Ko ve ark. ise Amerika da sağ ve sol ayrımı belirtmedikleri 112 BT görüntüsünde yaptıkları çalışmada %16 tip 1, %33,6 tip 2, %50.4 tip 3 olarak tespit ettiler. ²¹

Abdullah ve ark. 72 erkek ve 54 kadından oluşan hasta grubunu incelemişler ve AEA'nın kafa tabanına göre %42,5 grade 1, %20,2 grade 2 ve %37,3 grade 3 olarak bulmuşlardır.³⁷

Bu üç çalışma dışındaki diğer çalışmalar AEA ile kafa tabanı ilişkisini kafa tabanına yapışık ve sinüs içerisinden serbestçe geçen olmak üzere iki grupta incelemişlerdir.

Başak ve ark. Türkiye'de yaptıkları 222 hastalık çalışmada 182 hastada AEA'yı değerlendirebilmişlerdir. Bunlar içerisinde %43 oranında AEA'nın sinüs içerisinde serbestçe geçtiğini tespit etmişlerdir.⁷⁴ Cankal ve ark. Türkiye'de BT ile yaptıkları çalışmada ise bu oran %83 olarak bildirmiştir.⁷⁵ Moon ve ark. Kore'de 70 kadavra ve BT görüntüsüyle yaptıkları çalışmada sinüs içerisinden serbestçe geçen AEA oranını % 14.3 olarak değerlendirmişlerdir.⁴

Joshi ve ark. Hindistan`da BT görüntüleriyle yaptıkları ve AEA`nın değerlendirilebildiği toplam 97 örnek içeren çalışmada bu oranı %80 olarak değerlendirmişlerdir.¹¹ McDonald ve ark. İngiltere`de yaptıkları 21 sağ 21 sol toplam 42 örnek içeren çalışmada bu oran %28.6 olarak bulunmuştur.⁵ Simmen ve ark. ise sağ ve sol ayrımı belirtmeden yaptıkları ve kadavra ile BT görüntülerini kullandıkları 34 örnek içeren çalışmada bu oranı %35.3 olarak bildirmişlerdir.⁷⁶ Yenigün ve ark. 184 hastayı sağ ve sol olarak değerlendirmişler ve 368 tarafta yaptıkları çalışmada sinüs içerisinden serbestçe geçen AEA oranını %53.2 olarak bulmuşlardır.³⁶

Bizim çalışmamızda hastaların sağ taraflı kafa tabanı incelendiğinde %32,9 tip 1, %22 tip 2 ve %45,1 tip 3`tür. Sol taraflı kafa tabanı incelendiğinde %31 tip 1, %20,5 tip 2 ve %48,4 tip 3`tür. Taraflar arasında kafa tabanı sınıflaması açısından anlamlı farklılık görülmemiştir. Ko ve ark. bildirdiği gibi bizim çalışmamızda da en sık grade 3 tespit edilmiştir.

Tablo 10. Aşağı yerleşimli AEA ile ilgili değerlerin literatür karşılaştırması

Literatür karşılaştırması	Sinüs içerisinden geçen AEA oranı
Lannoy pennison ve ark.	%38.9
Ko ve ark.	%50.4
Abdullah ve ark.	%37.3
Basak ve ark.	%43
Cankal ve ark.	%83
Moon ve ark.	%14.3
Simmen ve ark.	%35.3
McDonald ve ark.	%28.6
Yenigün ve ark.	%53.2
Çalışmamız	%46.7

1962 yılında geliştirilen Keros sınıflamasında olfaktor fossa derinliği 1- 3 mm arası tip1, 4 - 7 mm arası tip 2 ve 8 - 16 mm arası tip 3 olarak sınıflanmıştır. 3 ve 4 mm ile 7 ve 8 mm arasındaki değerlerin hangi sınıfa dahil edileceği belirtilmemiştir. Keros tarafından yapılan çalışmada tip 1 % 12 , tip 2 % 70 ve tip 3 %8 olarak bulunmuştur.⁸

Poteet ve ark. 101 maksillofasiyal BT ile yaptığı çalışmada, AEA, vakaların %25.7'sinde kafa tabanının altında ve Keros tip 2'de (%29.5) veya Keros tip 1'de (%0) olduğundan daha sık Keros tip 3'te (%55) bulunmuştur. Erkek hastaların daha büyük bir ortalama kafa tabanı yüksekliğine sahip olma (5.25'e 4.28 mm) ve kafa tabanının altında AEA'lara sahip olma oranı (%38.4'e karşı %14.8) önemli ölçüde daha yüksekti. Ek olarak,

AEA'nın kafa tabanından uzaklığı Keros tip 3 hastalarında Keros tip 2 hastalarına kıyasla anlamlı olarak daha yüksekti .⁷⁷

Yenigün ve ark. 368 örnekli BT ile yaptıkları çalışmalarında AEA'nın sinüs içerisinde seyrettiği olgular keros tip 3 de % 82.3 , tip 2 de %56.9 ve tip 1 de %24.2 bulunmuştur.³⁶

Floerani ve ark. 22 kadavra üzerinde paranazal BT ile yaptıkları çalışmada lateral lamella uzunluğuna göre %23 keros tip 1 , %50 keros tip 2 , %27 keros tip 3 olarak tespit etmişlerdir. Lateral lamella nın yüksekliği AEA'nın kafa tabanından uzaklığı ile güçlü bir şekilde ilişkilirdi. Öyleki keros tip 2 ve 3 de AEA'nın sinüs içerisinde geçme olasılığının 17.3 kat daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.⁷⁸

Li ve ark. 76 yetişkin hasta ile yaptıkları çalışmada hastaları SOEH olan ve olmayan olarak iki gruba ayırmışlardır. Ayrıca hastaları Keros sınıflandırmasına göre alt gruplara ayırmışlardır. Keros tip 1 için 1 ila 3 mm; Keros tip 2 için 3,1 ila 7 mm; ve Keros tip 3 için 7.1 ila 11 mm arasını kabul etmişlerdir. SOEH i bulunan grupta AEA nın sinüs içerisinde geçme oranını keros tip 1 için %30, tip 2 için %58, tip 3 %60 için bulmuşlardır. SOEH i bulunmayan grupta bu oranlar sırasıyla %0, %14,5 ve %50 dir.⁷⁹

Abdullah ve ark. Asyalılar üzerinde yaptıkları çalışmada Keros tip 1 %42,1 oranında ve tip 2 %57,9 oranında bulunurken tip 3'e rastlanmamıştır. AEA'nın sinüs içerisinde serbestçe geçtiği örnek sayısı keros tip 1 de %29,2, keros tip 2 de %43,2 olarak bulunmuştur.³⁷

Sjogren ve ark. 95 hasta (190 taraf) da BT ile yaptıkları çalışmalarında keros tip 1 %17.9, tip 2 %68.4 ve tip 3 %13.7 bulmuşlardır. İstatiksel olarak, Keros tip 1 ile aşağı yerleşimli AEA arasında ters ilişki saptarlarken, Keros tip 3 ile pozitif korelasyon saptamışlardır.⁸⁰

Çalışmamızda hastaların sağ taraflı Keros ana tipleri incelendiğinde %24,6 tip 1,%65,2 tip 2 ve %10,2 tip 3'tür. Sol taraflı Keros ana tipleri incelendiğinde %24,1 tip 1, %64 tip 2 ve %11,9 tip 3'tür. Taraflar arasında Keros ana tip açısından anlamlı farklılık görülmemiştir. Bizim bulgularımız Sjogren ve ark. yaptığı çalışmaya yakındır. Ayrıca literatüre uygun olarak en sık tip 2, sonra tip 1 ve en az tip 3 tespit edilmiştir.

Çalışmamızda keros tip 3 olan vakalarda %81 oranında, keros tip 2 olan vakalarda %50.6 ve keros tip 1 olan vakalarda ise %20.3 AEA grade 3 olarak sınıflandırılmış olup AEA sinüs içerisinde serbestçe geçmekteydi. Literatür ile uyumlu olarak lateral lamella yüksekliği ile AEA'nın kafa tabanından aşağıda seyretmesi arasında güçlü ilişki tespit ettik.

Ayrıca çalışmamızda sınıflandırmayı revize ederek oluşturduğumuz yeni sınıflandırmaya göre de hastalar gruplara ayrıldı. Buna göre keros tip 2; 2A ve 2B olarak ayrıldı. Lateral lamella yüksekliği 2A için 4-5.99 mm ve 2B için 6-7.99 mm olarak kabul edildi. Kafa tabanına göre grade 3 AEA oranı keros tip 2A grubundaki hastalarda %42 iken keros tip 2B grubundaki hastalarda %62 olarak bulundu. Bu şekilde keros sınıflandırmasında tip 2 (4-7.99 mm) içerisindeki değerler de bile grade 3 AEA bulunma oranının anlamlı şekilde fark ettiğini göstermeyi amaçladık. Bu yüzden AEA derecelendirmesi açısından lateral lamella yükseliğini esas alan yeni bir sınıflandırma oluşturulabileceğini düşünmekteyiz.

Jang ve ark. 2014'de 78 hastada (toplam 156 örnek) BT görüntüleriyle yaptıkları çalışmada SOEH varlığı % 53 oranında saptanmıştır. SOEH'in geniş olduğu tarafta AEA'nın kafa tabanının altından seyretmesini daha olası bulmuşlardır. Ayrıca SOEH olan bütün taraflarda AEA'nın bu hücrenin arka sınırından geçtiğini tespit etmişlerdir.¹⁰

Joshi ve ark. BT görüntüleriyle yaptıkları 50 hastalık çalışmada-sağ ve sol 97 arteri inceleyebilmişler ve %45 SOEH tespit etmişlerdir. Kendi yaptıkları AEA sınıflamasına göre SOEH olan taraflarda AEA %14 oranında kafa tabanından seyrederken, SOEH olmayan tarafta bu oran %75,9 bulunmuştur. Ayrıca SOEH olan tarafta olmayana göre AEA'nın kafa tabanına olan ortalama uzaklığının daha fazla olduğunu ortaya koymuşlardır.¹¹

Simmen ve ark. 2006 yılında 34 kadavra ile yaptıkları çalışmada 16 sında SOEH tespit etmişler ve fazla pnömatize olan SOEH'i bulunan 10 örnekte AEA'nın kafa tabanına ortalama uzaklığı 1-8 mm ile daha az pnömatize SOEH'i bulunan hastalarda ise 0.2 mm ölçülmüştür. On sekiz örnekte SOEH tespit etmemişler ve bunlar içerisinde, arterin kafa tabanının 3.5 mm altında olduğu bir örnek dışında, hepsinin kafa tabanına yakın olduğunu tespit etmişlerdir.⁷⁶

Souza ve ark. 2009'da 70 hastanın BT görüntüleri ile yaptıkları çalışmalarında SOEH varlığını %35 olarak bulmuşlardır. Bunların hepsinde arterin etmoid sinüs içerisinden serbestçe geçtiğini ve aralarındaki ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu tespit etmişlerdir..⁷²

Yenigün ve ark. yaptıkları çalışmada (184 hasta,368 taraf) örneklerin %40,2 (sağ: 72.7 %, sol: 77.3 %) sinde SOEH gözlemişlerdir. SOEH varlığında %75 oranında (sağ: 72.7 %, sol: 77.3 %) AEA sinüs içerisinden geçtiğini, SOEH yokluğunda ise bu oranı %25(sağ: 27.3 %, sol: 22.7 %) olarak gözlemlemişler. Bu ilişkiyi istatistiksel olarak anlamlı bulmuşlardır.³⁶

Li ve ark. yaptıkları çalışmada sinüs içerisinde seyreden arter oranı SOEH`i bulunan hastalarda %53.8 ve SOEH bulunmayan hastalarda ise % 18.1 tespit edilmiştir.⁷⁹

Sjogren ve ark. 95 hasta (190 taraf) da BT ile yaptıkları çalışmalarında SOEH görülme oranını %11,6 bulmuşlardır. Uluslararası frontal sinüs anatomisi sınıflandırması içerisinde sadece SOEH ile aşağı seyirli AEA arasında ilişki olduğunu gözlemlemişlerdir. Yirmi iki supraorbital etmoid hücreden 21'inde sağda (n 2), solda (n 5) ve bilateral (n 7) ilişkili bir aşağı seyirli AEA vardı.⁸⁰

Abdullah ve ark. 126 hastanın BT görüntüleriyle yaptıkları çalışmalarında %29,8 inde SOEH tespit etmişlerdir. Bunların %81.3 ünde AEA`nın sinüs içerisinde serbestçe geçtiğini tespit etmişlerdir.³⁷

Çalışmamızda vakaların %48,7 sinde (sağ ve sol toplam 2000 vaka) SOEH tespit ettik. SOEH`i bulunan vakaların %75 inde AEA sinüs içerisinde serbestçe geçerken SOEH`i bulunmayan vakalarda bu oran %24 dür. Çalışmamızdaki bulgular Yenigün ve ark.`ın yaptığı çalışmayla benzerdir.

Ayrıca çalışmamızda Keros sınıflandırması ve SOEH varlığı arasındaki ilişki araştırılmıştır. Buna göre SOEH ile ilişkisi en yüksek olan tip keros 3 iken en az keros tip 1`dir. Keros Tip 1 olanların %36,3`ünde, Tip 2 olanların %49,5`inde ve Tip 3 olanların ise %71,5`inde SOEH görülmüştür. Keros tipleri arasında SOEH varlığı açısından anlamlı farklılık görülmüştür. Literatürde bu yönde çalışma bulamadık.

Tablo 11. SOEH ile ilgili değerlerin literatür karşılaştırması

Literatür karşılaştırması	SOEH oranı	SOEH varlığında AEA oranı
Joshi ve ark.	%45	%86
Souza ve ark.	%35	%100
Yenigün ve ark.	%40.2	%75
Abdullah ve ark.	%29.8	%81.3
Çalışmamız	%48.7	%75

Çalışmamızda bazı limitasyonlar bulunmaktadır. Çalışmamız retrospektif planlanmış olup tek merkeze başvuran hasta sonuçlarını yansıtmaktadır. Mevcut çalışmada

nispeten az sayıda olgumuz mevcut olup prospektif, çok merkezli çalışmalar ve cerrahi spesimen ile korele çalışmalar yapılabilir.



6.SONUÇ

ESC bazıları hayati tehlikeye yol açan çeşitli komplikasyonları bulunan bir operasyondur. Bunlardan biri de AEA yaralanmasıdır. Bu yaralanmanın en önemli nedeni AEA'nın etmoid sinüs içerisinden geçmesi ve cerrahın bu konuda ameliyat sırasında fikir sahibi olmamasıdır. Çalışmamızda AEA'nın kafa tabanına göre seyrini tahmin etmede kullanmak için SOEH ve lateral lamella yüksekliği (keros sınıflandırması) ile ilişkisini değerlendirdik. Ayrıca bu üç veriyi sağ ve sol taraflara göre farklılık oluşturup oluşturmadığını değerlendirdik. Çalışmamızda keros sınıflandırması, AEA'nın kafa tabanındaki seviyesi ve SOEH varlığı açısından sağ ve sol taraflara göre anlamlı farklılık gözlenmedi.

Çalışmamızda AEA'yı kafa tabanına göre grade 1,2,3 olarak gruplandırdık. Grade 3 olan grup cerrahide en riskli grubu oluşturmaktadır. Keros sınıflandırması yüksek olan ve SOEH bulunan hastalarda Grade 3 AEA bulunma olasılığı literatüre uygun olarak bizim çalışmamızda da anlamlı olarak yüksekti. Bu nedenle pre-op görüntülemenin keros sınıflandırmasına ve SOEH varlığına göre AEA seyrini tahmin edebileceği ve cerraha yol gösterebileceğini düşünmekteyiz.

7.KAYNAKLAR

1. Meccariello G, Deganello A, Choussy O, et al. Endoscopic nasal versus open approach for the management of sinonasal adenocarcinoma: A pooled-analysis of 1826 patients. *Head Neck*. 2016;38 Suppl 1:E2267-2274. doi:10.1002/hed.24182
2. Karkos PD, Fyrmpas G, Carrie SC, Swift AC. Endoscopic versus open surgical interventions for inverted nasal papilloma: a systematic review. *Clin Otolaryngol Off J ENT-UK Off J Neth Soc Oto-Rhino-Laryngol Cervico-Facial Surg*. 2006;31(6):499-503. doi:10.1111/j.1365-2273.2006.01333.x
3. Ramakrishnan VR, Kingdom TT, Nayak JV, Hwang PH, Orlandi RR. Nationwide incidence of major complications in endoscopic sinus surgery. *Int Forum Allergy Rhinol*. 2012;2(1):34-39. doi:10.1002/alr.20101
4. Moon H, Kim H, Lee J, Chung I, Yoon JH. Surgical Anatomy of the Anterior Ethmoidal Canal in Ethmoid Roof. *The Laryngoscope*. 2001;111:900-904. doi:10.1097/00005537-200105000-00027
5. McDonald SE, Robinson PJ, Nunez DA. Radiological anatomy of the anterior ethmoidal artery for functional endoscopic sinus surgery. *J Laryngol Otol*. 2008;122(3):264-267. doi:10.1017/S0022215107008158
6. Naunheim MR, Sedaghat AR, Lin DT, et al. Immediate and Delayed Complications Following Endoscopic Skull Base Surgery. *J Neurol Surg Part B Skull Base*. 2015;76(5):390-396. doi:10.1055/s-0035-1549308
7. Stankiewicz JA, Chow JM. Two faces of orbital hematoma in intranasal (endoscopic) sinus surgery. *Otolaryngol--Head Neck Surg Off J Am Acad Otolaryngol-Head Neck Surg*. 1999;120(6):841-847. doi:10.1016/S0194-5998(99)70324-4
8. Keros P. [On the practical value of differences in the level of the lamina cribrosa of the ethmoid]. *Z Laryngol Rhinol Otol*. 1962;41:809-813.
9. Jacob TG, Kaul JM. Morphology of the olfactory fossa – A new look. *J Anat Soc India*. 2014;63(1):30-35. doi:10.1016/j.jasi.2014.04.006
10. Jang DW, Lachanas VA, White LC, Kountakis SE. Supraorbital ethmoid cell: a consistent landmark for endoscopic identification of the anterior ethmoidal artery. *Otolaryngol--Head Neck Surg Off J Am Acad Otolaryngol-Head Neck Surg*. 2014;151(6):1073-1077. doi:10.1177/0194599814551124
11. Joshi AA, Shah KD, Bradoo RA. Radiological correlation between the anterior ethmoidal artery and the supraorbital ethmoid cell. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2010;62(3):299-303. doi:10.1007/s12070-010-0088-3
12. Gotwald TF, Zinreich SJ, Corl F, Fishman EK. Three-Dimensional Volumetric Display of the Nasal Ostiomeatal Channels and Paranasal Sinuses. *Am J Roentgenol*. 2001;176(1):241-245. doi:10.2214/ajr.176.1.1760241
13. Anatomical basis of the surgical approach to the medial wall of the orbit - PubMed. Accessed May 1, 2022. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3994849/>

14. Monjas-Cánovas I, García-Garrigós E, Arenas-Jiménez JJ, Abarca-Olivas J, Sánchez-Del Campo F, Gras-Albert JR. [Radiological anatomy of the ethmoidal arteries: CT cadaver study]. *Acta Otorrinolaringol Esp*. 2011;62(5):367-374. doi:10.1016/j.otorri.2011.04.006
15. Naidoo Y, Wormald PJ. Chapter 4 - Endoscopic and Open Anterior/Posterior Ethmoid Artery Ligation. In: Chiu AG, Palmer JN, Adappa ND, eds. *Atlas of Endoscopic Sinus and Skull Base Surgery (Second Edition)*. Elsevier; 2019:25-32.e1. doi:10.1016/B978-0-323-47664-5.00004-3
16. Lee WC, Ming Ku PK, van Hasselt CA. New guidelines for endoscopic localization of the anterior ethmoidal artery: a cadaveric study. *The Laryngoscope*. 2000;110(7):1173-1178. doi:10.1097/00005537-200007000-00020
17. Kazak Z, Celik S, Ozer MA, Govsa F. Three-dimensional evaluation of the danger zone of ethmoidal foramens on the frontoethmoidal suture line on the medial orbital wall. *Surg Radiol Anat SRA*. 2015;37(8):935-940. doi:10.1007/s00276-015-1429-4
18. Celik S, Ozer MA, Kazak Z, Govsa F. Computer-assisted analysis of anatomical relationships of the ethmoidal foramina and optic canal along the medial orbital wall. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2015;272(11):3483-3490. doi:10.1007/s00405-014-3378-7
19. Standring S. *Gray's Anatomy E-Book: The Anatomical Basis of Clinical Practice*. Elsevier Health Sciences; 2021.
20. Lannoy-Penisson L, Schultz P, Riehm S, Atallah I, Veillon F, Debry C. The anterior ethmoidal artery: radio-anatomical comparison and its application in endonasal surgery. *Acta Otolaryngol (Stockh)*. 2007;127(6):618-622. doi:10.1080/00016480600987826
21. Ko YB, Kim MG, Jung YG. The Anatomical Relationship between the Anterior Ethmoid Artery, Frontal Sinus, and Intervening Air Cells; Can the Artery Be Useful Landmark?. *Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg*. 57(10):687-691.
22. Ferrari M, Pianta L, Borghesi A, et al. The ethmoidal arteries: a cadaveric study based on cone beam computed tomography and endoscopic dissection. *Surg Radiol Anat*. 2017;39(9):991-998. doi:10.1007/s00276-017-1839-6
23. Abdullah B, Lim EH, Mohamad H, et al. Anatomical variations of anterior ethmoidal artery at the ethmoidal roof and anterior skull base in Asians. *Surg Radiol Anat*. 2019;41(5):543-550. doi:10.1007/s00276-018-2157-3
24. Dungan DH, Heiserman JE. The carotid artery: embryology, normal anatomy, and physiology. *Neuroimaging Clin N Am*. 1996;6(4):789-799.
25. Yang WJ, Wong KS, Chen XY. Intracranial Atherosclerosis: From Microscopy to High-Resolution Magnetic Resonance Imaging. *J Stroke*. 2017;19(3):249-260. doi:10.5853/jos.2016.01956
26. Comer BT, Kincaid NW, Smith NJ, Wallace JH, Kountakis SE. Frontal sinus septations predict the presence of supraorbital ethmoid cells. *The Laryngoscope*. 2013;123(9):2090-2093. doi:10.1002/lary.23705
27. Zhang L, Han D, Ge W, et al. Computed tomographic and endoscopic analysis of supraorbital ethmoid cells. *Otolaryngol--Head Neck Surg Off J Am Acad Otolaryngol-Head Neck Surg*. 2007;137(4):562-568. doi:10.1016/j.otohns.2007.06.737

28. Owen RG, Kuhn FA. Supraorbital ethmoid cell. *Otolaryngol--Head Neck Surg Off J Am Acad Otolaryngol-Head Neck Surg*. 1997;116(2):254-261. doi:10.1016/s0194-5998(97)70337-1
29. Bajaj V, Singh B, Purohit JP. Prevalence of anatomical variations of lateral wall of nose in chronic sinusitis patients. *J Evol Med Dent Sci*. 2015;4(32):5492-5506.
30. Zinreich SJ. Paranasal Sinus Imaging. *Otolaryngol Neck Surg*. 1990;103(5_suppl):863-869. doi:10.1177/01945998901030S505
31. Erdem G, Erdem T, Miman MC, Ozturan O. A radiological anatomic study of the cribriform plate compared with constant structures. :6.
32. Cashman EC, MacMahon PJ, Smyth D. Computed tomography scans of paranasal sinuses before functional endoscopic sinus surgery. *World J Radiol*. 2011;3(8):199-204. doi:10.4329/wjr.v3.i8.199
33. Salroo I, Dar N, Yousuf A, Lone K. Computerised tomographic profile of ethmoid roof on basis of keros classification among ethnic Kashmiri's. *Int J Otorhinolaryngol Head Neck Surg*. Published online November 12, 2015. doi:10.18203/issn.2454-5929.ijohns20151134
34. Mozzanica F. Horizontal lateral lamella as a risk factor for iatrogenic cerebrospinal fluid leak. Clinical retrospective evaluation of 24 cases. *Rhinology*. 2018;56. doi:10.4193/Rhin18.103
35. Lateral lamella of the cribriform plate, a keystone landmark: proposal for a novel classification system. *Rhinol J*. 2017;56(1). doi:10.4193/Rhino17.067
36. Yenigun A, Goktas SS, Dogan R, Eren SB, Ozturan O. A study of the anterior ethmoidal artery and a new classification of the ethmoid roof (Yenigun classification). *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2016;273(11):3759-3764. doi:10.1007/s00405-016-4064-8
37. Abdullah B, Chew SC, Aziz ME, et al. A new radiological classification for the risk assessment of anterior skull base injury in endoscopic sinus surgery. *Sci Rep*. 2020;10(1):4600. doi:10.1038/s41598-020-61610-1
38. ACR Appropriateness Criteria®. Accessed May 15, 2022. <https://www.acr.org/Clinical-Resources/ACR-Appropriateness-Criteria>
39. Projected Cancer Risks From Computed Tomographic Scans Performed in the United States in 2007 | Radiology | JAMA Internal Medicine | JAMA Network. Accessed May 15, 2022. <https://jamanetwork.com/journals/jamainternalmedicine/article-abstract/415368>
40. Fred HL. Drawbacks and Limitations of Computed Tomography. *Tex Heart Inst J*. 2004;31(4):345-348.
41. Wiest PW, Locken JA, Heintz PH, Mettler FredA. CT scanning: A major source of radiation exposure. *Semin Ultrasound CT MRI*. 2002;23(5):402-410. doi:10.1016/S0887-2171(02)90011-9
42. Baker HL, Campbell JK, Houser OW, Reese DF. Early Experience with the EMI Scanner for Study of the Brain. *Radiology*. 1975;116(2):327-333. doi:10.1148/116.2.327
43. Beckmann EC. CT scanning the early days. *Br J Radiol*. 2006;79(937):5-8. doi:10.1259/bjr/29444122

44. Barrett JF, Keat N. Artifacts in CT: Recognition and Avoidance. *RadioGraphics*. 2004;24(6):1679-1691. doi:10.1148/rg.246045065
45. Sucu HK, Gokmen M, Gelal F. The Value of XYZ/2 Technique Compared With Computer-Assisted Volumetric Analysis to Estimate the Volume of Chronic Subdural Hematoma. *Stroke*. 2005;36(5):998-1000. doi:10.1161/01.STR.0000162714.46038.0f
46. Villafana T. Technologic advances in computed tomography. *Curr Opin Radiol*. 1991;3(2):275-283.
47. Rigauts H, Marchal G, Baert AL, Hupke R. Initial experience with volume CT scanning. *J Comput Assist Tomogr*. 1990;14(4):675-682. doi:10.1097/00004728-199007000-00035
48. Goldman LW. Principles of CT: Multislice CT. *J Nucl Med Technol*. 2008;36(2):57-68. doi:10.2967/jnmt.107.044826
49. Kohl G. The Evolution and State-of-the-Art Principles of Multislice Computed Tomography. *Proc Am Thorac Soc*. 2005;2(6):470-476. doi:10.1513/pats.200508-086DS
50. Mahesh M. The AAPM/RSNA Physics Tutorial for Residents. *RadioGraphics*. 2002;22(4):949-962. doi:10.1148/radiographics.22.4.g02jl14949
51. Johnson TRC. Dual-energy CT: general principles. *AJR Am J Roentgenol*. 2012;199(5 Suppl):S3-8. doi:10.2214/AJR.12.9116
52. Fletcher JG, Takahashi N, Hartman R, et al. Dual-energy and dual-source CT: is there a role in the abdomen and pelvis? *Radiol Clin North Am*. 2009;47(1):41-57. doi:10.1016/j.rcl.2008.10.003
53. Karçaaltıncaba M, Aktaş A. Dual-energy CT revisited with multidetector CT: review of principles and clinical applications. *Diagn Interv Radiol Ank Turk*. 2011;17(3):181-194. doi:10.4261/1305-3825.DIR.3860-10.0
54. Gupta R, Phan CM, Leidecker C, et al. Evaluation of dual-energy CT for differentiating intracerebral hemorrhage from iodinated contrast material staining. *Radiology*. 2010;257(1):205-211. doi:10.1148/radiol.10091806
55. Flohr TG, McCollough CH, Bruder H, et al. First performance evaluation of a dual-source CT (DSCT) system. *Eur Radiol*. 2006;16(2):256-268. doi:10.1007/s00330-005-2919-2
56. Ferda J, Novák M, Mírka H, et al. The assessment of intracranial bleeding with virtual unenhanced imaging by means of dual-energy CT angiography. *Eur Radiol*. 2009;19(10):2518-2522. doi:10.1007/s00330-009-1495-2
57. Rice DH. Endoscopic Sinus Surgery: Results at 2-Year Followup. *Otolaryngol Neck Surg*. 1989;101(4):476-479. doi:10.1177/019459988910100412
58. Kennedy DW, Zinreich SJ, Rosenbaum AE, Johns ME. Functional Endoscopic Sinus Surgery: Theory and Diagnostic Evaluation. *Arch Otolaryngol*. 1985;111(9):576-582. doi:10.1001/archotol.1985.00800110054002
59. Ling FTK, Kountakis SE. Important Clinical Symptoms in Patients Undergoing Functional Endoscopic Sinus Surgery for Chronic Rhinosinusitis. *The Laryngoscope*. 2007;117(6):1090-1093. doi:10.1097/MLG.0b013e31804b1a90

60. Smith TL, Litvack JR, Hwang PH, et al. Determinants of outcomes of sinus surgery: A multi-institutional prospective cohort study. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2010;142(1):55-63. doi:10.1016/j.otohns.2009.10.009
61. Failed Endoscopic Sinus Surgery: Spectrum of CT Findings in the Frontal Recess | RadioGraphics. Accessed June 20, 2022. <https://pubs.rsna.org/doi/abs/10.1148/rg.291085118>
62. O'Brien WT, Hamelin S, Weitzel EK. The Preoperative Sinus CT: Avoiding a "CLOSE" Call with Surgical Complications. *Radiology.* 2016;281(1):10-21. doi:10.1148/radiol.2016152230
63. Jain R, Stow N, Douglas R. Comparison of anatomical abnormalities in patients with limited and diffuse chronic rhinosinusitis. *Int Forum Allergy Rhinol.* 2013;3(6):493-496. doi:10.1002/alr.21131
64. Alkire BC, Bhattacharyya N. An assessment of sinonasal anatomic variants potentially associated with recurrent acute rhinosinusitis. *The Laryngoscope.* 2010;120(3):631-634. doi:10.1002/lary.20804
65. Stankiewicz JA. Complications of endoscopic intranasal ethmoidectomy. *The Laryngoscope.* 1987;97(11):1270-1273. doi:10.1288/00005537-198711000-00004
66. J K, Gl R, D C, T S, Ra S, Pj W. Multiplanar reconstructed computed tomography images improves depiction and understanding of the anatomy of the frontal sinus and recess. *Am J Rhinol.* 2002;16(2). Accessed June 20, 2022. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12030358/>
67. Weitzel EK, Floreani S, Wormald PJ. Otolaryngologic heuristics: a rhinologic perspective. *ANZ J Surg.* 2008;78(12):1096-1099. doi:10.1111/j.1445-2197.2008.04757.x
68. Deutschmann MW, Yeung J, Bosch M, et al. Radiologic reporting for paranasal sinus computed tomography: a multi-institutional review of content and consistency. *The Laryngoscope.* 2013;123(5):1100-1105. doi:10.1002/lary.23906
69. Hegazy HM, Carrau RL, Snyderman CH, Kassam A, Zweig J. Transnasal endoscopic repair of cerebrospinal fluid rhinorrhea: a meta-analysis. *The Laryngoscope.* 2000;110(7):1166-1172. doi:10.1097/00005537-200007000-00019
70. Nair DrS. Importance of Ethmoidal Roof in Endoscopic Sinus Surgery. *Otolaryngology.* 2012;01(S1). doi:10.4172/scientificreports.251
71. Gotwald TF, Menzler A, Beauchamp NJ, zur Nedden D, Zinreich SJ. Paranasal and orbital anatomy revisited: identification of the ethmoid arteries on coronal CT scans. *Crit Rev Comput Tomogr.* 2003;44(5):263-278. doi:10.3109/bctg.44.5.263.278
72. Souza SA, Souza MMA de, Gregório LC, Ajzen S. Anterior ethmoidal artery evaluation on coronal CT scans. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2009;75(1):101-106. doi:10.1016/s1808-8694(15)30839-9
73. Bayram M, Sirikci A, Bayazit YA. Important anatomic variations of the sinonasal anatomy in light of endoscopic surgery: a pictorial review. *Eur Radiol.* 2001;11(10):1991-1997. doi:10.1007/s003300100858
74. başak H, Karaman C, Akdilli A, Mutlu C, Odabasi O, Erpek G. Evaluation of some important anatomical variations and dangerous areas of the paranasal sinuses by CT for safer endonasal surgery. *Rhinology.* 1999;36:162-167.

75. Cankal F, Apaydin N, Acar HI, et al. Evaluation of the anterior and posterior ethmoidal canal by computed tomography. *Clin Radiol*. 2004;59(11):1034-1040. doi:10.1016/j.crad.2004.04.016
76. Simmen D, Raghavan U, Briner HR, et al. The surgeon's view of the anterior ethmoid artery. *Clin Otolaryngol Off J ENT-UK Off J Neth Soc Oto-Rhino-Laryngol Cervico-Facial Surg*. 2006;31(3):187-191. doi:10.1111/j.1365-2273.2006.01191.x
77. Poteet PS, Cox MD, Wang RA, Fitzgerald RT, Kanaan A. Analysis of the Relationship between the Location of the Anterior Ethmoid Artery and Keros Classification. *Otolaryngol Neck Surg*. 2017;157(2):320-324. doi:10.1177/0194599817696302
78. Floreani SR, Nair SB, Switajewski MC, Wormald PJ. Endoscopic Anterior Ethmoidal Artery Ligation: A Cadaver Study. *The Laryngoscope*. 2006;116(7):1263-1267. doi:10.1097/01.mlg.0000221967.67003.1d
79. Li M, Sharbel DD, White B, Y. Tadros S, Kountakis SE. Reliability of the supraorbital ethmoid cell vs Keros classification in predicting the course of the anterior ethmoid artery. *Int Forum Allergy Rhinol*. Published online February 4, 2019;alr.22307. doi:10.1002/alr.22307
80. Sjogren PP, Waghela R, Ashby S, Wiggins RH, Orlandi RR, Alt JA. International Frontal Sinus Anatomy Classification and anatomic predictors of low-lying anterior ethmoidal arteries. *Am J Rhinol Allergy*. 2017;31(3):174-176. doi:10.2500/ajra.2017.31.4428

