

**T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
ADLI TIP ANABİLİM DALI**

**POSTMORTEM İZOLE KALP BİLGİSAYARLI  
TOMOGRAFİSİNDEN KARDİYAK KALSİYUM SKORLAMASI  
VE OTOPSİ BULGULARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

**UZMANLIK TEZİ  
DR. AHMET YAHYA GÜNGÖR**

**DANIŞMAN  
PROF. DR. KEMALETTİN ACAR**

**DENİZLİ – 2023**

**T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
ADLİ TIP ANABİLİM DALI**

**POSTMORTEM İZOLE KALP BİLGİSAYARLI  
TOMOGRAFİSİNDEN KARDİYAK KALSİYUM SKORLAMASI  
VE OTOPSİ BULGULARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

**UZMANLIK TEZİ  
DR. AHMET YAHYA GÜNGÖR**

**DANIŞMAN  
PROF. DR. KEMALETTİN ACAR**

Bu çalışma Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri  
Koordinasyon Birimi'nin 2022TIPF010 nolu  
kararı ile desteklenmiştir.

**DENİZLİ – 2023**



## TEŞEKKÜR

*Pamukkale Üniversitesi Adli Tıp Anabilim Dalı'ndaki eğitimim boyunca bilgi birikimi ve tecrübeleri ile eğitimime katkı sağlayan, fikirleri ile beni aydınlatan ve yol gösteren, tezimin hazırlanması sürecinde değerli katkılarıyla ve emekleriyle yardımını esirgemeyen, kıymetli hocam ve tez danışmanım sayın Prof. Dr. Kemalettin ACAR'a,*

*Uzmanlık eğitimim boyunca bilgi birikimi ve tecrübeleri ile bana sağladıkları katkılardan dolayı değerli hocalarım sayın Prof. Dr. Ayşe KURTULUŞ DERELİ, Prof. Dr. Bora BOZ ve Dr. Öğr. Üyesi Volkan ZEYBEK'e,*

*Asistanlık hayatım boyunca beraber çalışmış olduğum, zorlukları ve mutlulukları paylaştığım tüm asistan arkadaşlarım ve anabilim dalı çalışanlarımıza,*

*Birlikte çalışmaktan mutluluk ve gurur duyduğum Denizli Adli Tıp Şube Müdürlüğü çalışanlarına,*

*Bugünlere gelmemde büyük emekleri olan, her zaman yanımda olup maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, varlıklarına şükrettiğim annem, babam ve kardeşlerime,*

*Hiçbir fedakarlığı esirgemeyen, sevgisini ve desteğini her an yanımda hissettiğim, varlığı ile bana güç katan hayat arkadaşım, canım eşim Büşra'ya,*

*Saygı ve şükranlarımı sunarım...*

*Dr. Ahmet Yahya GÜNGÖR*

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ONAY SAYFASI .....	v
TEŞEKKÜR .....	iv
İÇİNDEKİLER .....	v
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	viii
TABLolar DİZİNİ .....	x
ÖZET .....	xii
SUMMARY .....	xiv
GİRİŞ VE AMAÇ .....	1
GENEL BİLGİLER .....	3
KALP .....	3
Kardiyak anatomi ve fizyoloji .....	3
Koroner arter anatomisi .....	5
KARDİYOvASKÜLER HASTALIKLAR .....	8
İskemik kalp hastalıkları .....	8
Ateroskleroz .....	9
Koroner arter kalsifikasyonu .....	13
KORONER ARTER KALSİYUM SKORLAMASI .....	15
POSTMORTEM GÖRÜNTÜLEME .....	17
X-ray .....	19
Bilgisayarlı Tomografi .....	19
Manyetik Rezonans Görüntüleme .....	20
Anjiografi .....	20
Postmortem Koroner Arter Kalsiyum Skorlaması .....	21
OTOPsİ .....	24
Kalp diseksiyonu .....	24
GEREÇ VE YÖNTEM .....	27
VAKALARIN TOPLANMASI .....	27
KORONER ARTER KALSİYUM SKORLAMASI .....	29

İSTATİSTİKSEL ANALİZ .....	32
<b>BULGULAR</b> .....	33
<b>TARTIŞMA</b> .....	57
<b>SONUÇ</b> .....	74
<b>KAYNAKLAR</b> .....	77

## SİMGELER VE KISALTMALAR

<b>AKÖ:</b>	Ani Kardiyak Ölüm
<b>KAH:</b>	Koroner Arter Hastalığı
<b>İKH:</b>	İskemik Kalp Hastalıkları
<b>KAKS:</b>	Koroner Arter Kalsiyum Skoru
<b>AS:</b>	Agatston Skoru
<b>BT:</b>	Bilgisayarlı Tomografi
<b>MR:</b>	Manyetik Rezonans Görüntüleme
<b>LMCA:</b>	Sol Ana Koroner Arter
<b>LAD:</b>	Sol Ön İnen Arter
<b>Cx:</b>	Sirkumfleks Arter
<b>RCA:</b>	Sağ Koroner Arter
<b>ÇKBT:</b>	Çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografi
<b>3D:</b>	Üç Boyutlu
<b>KVH:</b>	Kardiyovasküler Hastalık
<b>MESA:</b>	Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis
<b>GİA:</b>	Geçici İskemik Atak
<b>MI:</b>	Miyokard İnfarktüsü
<b>HU:</b>	Hounsfield Unit
<b>PMBT:</b>	Postmortem Bilgisayarlı Tomografi
<b>PMMR:</b>	Postmortem Manyetik Rezonans Görüntüleme
<b>PMBTA:</b>	Postmortem Bilgisayarlı Tomografi Anjiyografi
<b>PMMRA:</b>	Postmortem Manyetik Rezonans Anjiyografi
<b>VKİ:</b>	Vücut Kitle İndeksi
<b>AUC:</b>	Area Under the Curve (Eğri Altında Kalan Alan)
<b>ROC:</b>	Receiver Operating Characteristic
<b>PPD:</b>	Pozitif Prediktif Değer
<b>NPD:</b>	Negatif Prediktif Değer

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa No</b>
<b>Şekil 1</b> İzole kalp ÇKBT kesitlerinin 3D görüntüsü .....	5
<b>Şekil 2</b> İzole kalp ÇKBT kesitlerinin 3D görüntüsü .....	6
<b>Şekil 3</b> İzole kalp ÇKBT kesitlerinin 3D görüntüsü .....	7
<b>Şekil 4</b> Aterosklerotik lezyonların evrimi ve lezyon tiplerinin çeşitli olası yollarının ana hatları .....	12
<b>Şekil 5</b> AKÖ vakalarında ilerlemiş aterosklerotik koroner plağın ortalama bileşimlerinin diyagramı .....	14
<b>Şekil 6</b> İzole kalp taşıma kutusu, izole kalp ÇKBT çekimi.....	28
<b>Şekil 7</b> İzole kalp ÇKBT görüntüsüne ait bir kesit .....	29
<b>Şekil 8</b> İzole kalp ÇKBT görüntüsünün Agatston Skorlama programında işlenmiş bir kesiti .....	30
<b>Şekil 9</b> İzole kalp ÇKBT görüntüsüne ait bir kesit .....	30
<b>Şekil 10</b> İzole kalp ÇKBT görüntüsünün Agatston Skorlama programında işlenmiş bir kesiti .....	31
<b>Şekil 11</b> İzole kalp ÇKBT 3D görüntüsü .....	31
<b>Şekil 12</b> Vakaların cinsiyete göre dağılımı .....	35
<b>Şekil 13</b> Koroner arter darlıklarının dağılımı .....	41
<b>Şekil 14</b> KAKS'ın $\geq$ %50 koroner arter darlığı için ROC analizi .....	48
<b>Şekil 15</b> Cinsiyete göre KAKS'ın $\geq$ %50 koroner arter darlığı için ROC analizi .....	48
<b>Şekil 16</b> KAKS'ın $\geq$ %70 koroner arter darlığı için ROC analizi ....	49
<b>Şekil 17</b> Cinsiyete göre KAKS'ın $\geq$ %70 koroner arter darlığı için ROC analizi .....	49
<b>Şekil 18</b> Mitral kapağın ÇKBT kesiti(a) ve Agatston programında işaretlenmiş kesiti(b) .....	51
<b>Şekil 19</b> LAD'ye metalik stent implantasyonu uygulanmış bir vakanın BT seri kesitleri .....	52



<b>Şekil 20</b>	LAD'ye metalik stent implantasyonu uygulanmış bir vakanın 3D rekonstrüksiyonu .....	52
<b>Şekil 21</b>	Miyokard bulguları dağılımı .....	54
<b>Şekil 22</b>	Ölüm nedenleri ve KAKS'ların karşılaştırılması .....	55
<b>Şekil 23</b>	KAKS'ın KAH'a bağlı ölümler için ROC analizi .....	55
<b>Şekil 24</b>	KAKS'ın KAH'a bağlı ölümler için kadın ve erkek cinsiyette ROC analizi .....	56

## TABLolar DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
	<b>No</b>
<b>Tablo 1</b> Aterosklerozun yaygın tutulum yerleri ve klinik prezantasyonları .....	13
<b>Tablo 2</b> Agatston Skoru ile koroner arter kalsiyum yükünün sınıflandırılması .....	15
<b>Tablo 3</b> Klinik yorumlarla KAKS sınıflandırması .....	16
<b>Tablo 4</b> Vakaların koroner arter darlık oranları, KAKS'ları ile genel özellikleri - 1 .....	33
<b>Tablo 5</b> Vakaların koroner arter darlık oranları, KAKS'ları ile genel özellikleri - 2 .....	34
<b>Tablo 6</b> Vakaların koroner arter darlık oranları, KAKS'ları ile genel özelliklerinin tanımlayıcı istatistiksel analizi .....	36
<b>Tablo 7</b> Yaş ve cinsiyet dağılımları .....	37
<b>Tablo 8</b> Vücut-kitle indeksi dağılımı .....	38
<b>Tablo 9</b> Batın cilt altı yağ doku kalınlığının cinsiyete göre dağılımı .....	39
<b>Tablo 10</b> Kalp ağırlığı ile koroner arter darlık oranları arasındaki ilişki ...	40
<b>Tablo 11</b> Kalp ağırlığı ile KAKS arasındaki ilişki .....	40
<b>Tablo 12</b> Toplam KAKS ile kalp kapak çevreleri ve ventrikül kalınlıkları arasındaki ilişki .....	41
<b>Tablo 13</b> Sol ana koroner arter darlıklarının yaşlara göre dağılımı .....	42
<b>Tablo 14</b> Sol ön inen arter darlıklarının yaşlara göre dağılımı .....	42
<b>Tablo 15</b> Sirkumfileks arter darlıklarının yaşlara göre dağılımı .....	43
<b>Tablo 16</b> Sağ koroner arter darlıklarının yaşlara göre dağılımı .....	43
<b>Tablo 17</b> Yaş ile koroner arter darlıklarının korelasyonu .....	43
<b>Tablo 18</b> Yaş aralıklarına göre koroner arter kalsiyum skoru dağılımları ..	44
<b>Tablo 19</b> Yaş ve KAKS arasındaki korelasyon analizi .....	44

<b>Tablo 20</b> Koroner arterlerin darlık oranlarının KAKS gruplarına göre dağılımı .....	45
<b>Tablo 21</b> Koroner arter darlık oranları ve KAKS arasındaki korelasyon analizi .....	45
<b>Tablo 22</b> KAKS 0 ve >0 olan koronerler ile ciddi ( $\geq\%70$ ) darlık tespit edilen koronerlerin değerlendirilmesi .....	46
<b>Tablo 23</b> KAKS 0 eşik değeri ile koroner arterde $\geq\%70$ darlık oranını tespit edebilme testinin geçerliliği .....	46
<b>Tablo 24</b> KAKS $\leq 300$ ve $>300$ olan koronerler ile $\geq\%50$ oranında darlık tespit edilen koronerlerin değerlendirilmesi .....	47
<b>Tablo 25</b> KAKS $>300$ eşik değeri ile koroner arterde $\geq\%50$ darlık oranını tespit edebilme testinin geçerliliği .....	47
<b>Tablo 26</b> KAKS $\leq 400$ ve $>400$ olan koronerler ile ciddi ( $\geq\%70$ ) darlık tespit edilen damarların değerlendirilmesi .....	47
<b>Tablo 27</b> KAKS $>400$ eşik değeri ile koroner arterde $\geq\%70$ darlık oranını tespit edebilme testinin geçerliliği .....	48
<b>Tablo 28</b> KAKS 0 ve >0 olan koronerler ile ciddi koroner hastalığı bulunan vakaların değerlendirilmesi .....	50
<b>Tablo 29</b> KAKS $\leq 400$ ve $>400$ olan koronerler ile ciddi koroner hastalığı bulunan vakaların değerlendirilmesi .....	51
<b>Tablo 30</b> Trombüs tespit edilen koroner arterlerin KAKS'ları .....	53

## ÖZET

### **Postmortem izole kalp bilgisayarlı tomografisinden kardiyak kalsiyum skorlaması ve otopsi bulgularının karşılaştırılması**

Dr. Ahmet Yahya GÜNGÖR

Şüpheli ölümlerde ölüm nedeninin tespit edilmesi adli tıbbın önemli konularından birisidir. İskemik kalp hastalığı batı ülkelerinde ani ölümlerin en sık nedenini oluşturmaktadır. Koroner arter hastalığı, iskemik kalp hastalığının büyük çoğunluğunu kapsamaktadır. Postmortem anamnez ve klinik metodlardan yararlanma olanağının kısıtlı hale gelmesi koroner arter hastalığının tespit edilmesini daha kompleks hale getirmektedir. Agatston skorlaması, Bilgisayarlı Tomografi vasıtasıyla çeşitli dokularda biriken kalsiyum birikintilerini ölçebilen bir yöntemdir. Agatston skoru ile koroner arterler başta olmak üzere; aort, kalp kapakları, karotis ve femoral arterlerdeki kalsiyum yükü tespit edilebilmektedir. Koroner arter kalsiyum skoru, genel olarak koroner plak yükünü tahmin etmek ve gelecekteki kardiyak olay riskini belirlemek için kullanılan güvenilir ve noninvaziv bir tekniktir. Kardiyak ileri görüntüleme yöntemleri klinik olarak hastaların tanısında, risk sınıflandırmasında ve tedavisinde olduğu gibi, postmortem etiyoloji teşhisinde de adli olgularda tamamlayıcı yöntem olarak kullanılabilir. Kardiyak nedenli ölümlerde yardımcı yöntem olarak koroner arter kalsiyum skorlama yöntemi de kullanılabilir. Çalışmamızda Agatston Skorları ile koroner arter ateroskerozu ve koroner arter hastalığına bağlı ölümlerle arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi ve postmortem izole kardiyak Bilgisayarlı Tomografi'nin adli tıp pratiğinde uygulanabilirliği hususlarının ortaya konulması amaçlanmıştır. Medikolegal otopsi yapılan olguların kalpleri diğer toraks organlarından ayrıldıktan sonra, rutin otopsi uygulamasını aksatmamak kaydıyla, görüntüleme yapılmasına engel olmayacak uygun bir hazneye konularak, izole kalp bilgisayarlı tomografisi çekildi. Ardından Bilgisayarlı Tomografi görüntüleri incelenip Agatston skorlaması programı ile Agatston Skorları hesaplandı. Elde edilen bulgulara göre; koroner arter hastalığına bağlı ölümlerde, diğer ölüm nedenlerine göre; miyokard infarktüsü bulgusu bulunan vakaların, miyokard infarktüsü bulgusu bulunmayan vakalara göre; Agatston skorunun anlamlı şekilde daha fazla olduğu tespit edildi. Koroner arter aterosklerozuna bağlı darlık oranları ile Agatston skorunun arasında korelasyon mevcut olduğu tespit edildi. Ayrıca koroner arter darlıklarını tespit etmede KAKS >0 değerinin yüksek duyarlılık ve NPD'si

olduğu, KAKS >400 değerinin ise yüksek özgüllüğü olduğu görülmüştür. Yaptığımız araştırma ve literatür taraması neticesinde postmortem KAKS lmnn adli tıp pratiğinde vakalardaki koroner arter hastalığının tespit edilmesinde yol gösterici olarak kullanılabilceği ancak tek başına ölüm nedenini belirleyebilmek için kesin kanıt niteliğinde olmadığı sonucuna varılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Agatston Skoru, Postmortem Bilgisayarlı Tomografi, Otopsi, Koroner Arter Hastalığı.

## SUMMARY

### **Comparison of cardiac calcium score and autopsy findings from postmortem isolated cardiac computed tomography**

Dr. Ahmet Yahya GÜNGÖR

Determining the cause of death in cases of suspicious deaths is one of the important challenges in forensic medicine. Ischemic heart disease is the most common cause of sudden death in Western countries, and coronary artery disease accounts for the majority of cases. Limited access to postmortem anamnesis and clinical methods complicates the detection of coronary artery disease. The Agatston Score is a method that can measure calcium deposits in various tissues, including the coronary arteries, aorta, heart valves, carotid and femoral arteries, using computed tomography. The coronary artery calcium score is a reliable and non-invasive technique generally used to estimate coronary plaque burden and determine future cardiac event risk. Cardiac advanced imaging techniques can be used as complementary methods in forensic cases, such as in diagnosis, risk stratification, and treatment of patients, as well as in postmortem etiology diagnosis. The coronary artery calcium scoring method can also be used as an auxiliary method in cardiac deaths. The aim of our study was to investigate the relationship between Agatston scores and coronary artery atherosclerosis and deaths related to coronary artery disease, as well as to determine the applicability of isolated cardiac computed tomography in forensic practice. After the hearts of the cases that underwent medico-legal autopsy were separated from other thoracic organs, they were placed in a suitable container that would not interfere with imaging and isolated cardiac computed tomography was performed without disrupting routine autopsy procedures. Then, computed tomography images were examined and Agatston Scores were calculated using the Agatston scoring program. According to the findings, in deaths related to coronary artery disease, the Agatston Score was significantly higher compared to other causes of death, and cases with evidence of myocardial infarction had a significantly higher Agatston Score than those without. It

was also found that the degree of stenosis related to coronary artery atherosclerosis was correlated with the Agatston score. Additionally, it was observed that a CACS >0 value had high sensitivity and NPV for detecting coronary artery stenosis, and a CACS >400 value had high specificity. Based on our research and literature review, it was concluded that postmortem CACS measurement could be used as a guide in detecting coronary artery disease in forensic practice, but it was not conclusive evidence for determining the cause of death alone.

**Keywords:** Agatston Score, Postmortem Computed Tomography, Autopsy, Coronary Artery Disease.

## GİRİŞ VE AMAÇ

Şüpheli ölümlerde ölüm nedeninin tespit edilmesi, adli tıbbın önemli konularından birisidir. Adli tıp pratiğinde ölüm nedenleri doğal ve doğal olmayan nedenler olmak üzere ikiye ayrılır. Adli tıp uzmanları, ölüm nedeni doğal olsa bile açıklanamayan ölümlerle ilgilenirler. Doğal ani ölümlerin nedenleri genellikle solunum sistemi, merkezi sinir sistemi ve kardiyovasküler sistem hastalıklarıdır. Günümüzde adli tıp uzmanlarını ilgilendiren doğal nedenli ölümlerin en büyük grubunu kardiyovasküler sistem kaynaklı ani ölümler oluşturmaktadır (1, 2).

Ani beklenmedik ölüm, Dünya Sağlık Örgütü'ne göre; 'semptomların ortaya çıkmasından itibaren 24 saat içerisinde meydana gelen ölümler' olarak tanımlanmaktadır. Bununla birlikte tanık bulunan vakalarda, semptomların başlangıcından itibaren bir saat içinde meydana gelen ve kardiyovasküler bir nedenden kaynaklanan ölüm ani kardiyak ölüm (AKÖ) olarak adlandırılırken, tanık bulunmayan ölümlerde ise bireyin 24 saat önceki sağlık durumunun iyi olduğu biliniyorsa ve ölüm kardiyovasküler bir nedenden meydana geldiyse bu ölümler de AKÖ olarak adlandırılır (1).

Ani kardiyak ölümün en sık nedeni İskemik Kalp Hastalıkları (İKH)'dır. İKH'nın en sık nedeni de Koroner Arter Hastalığı (KAH)'dır. KAH'larının belirlenmesi; klinik semptomlara, ileri görüntüleme yöntemlerine, elektrokardiyograma ve biyokimyasal belirteçlere dayanmaktadır. Adli tıpta anamnez ve klinik metotlardan yararlanma olanağının kısıtlı olması hastalıkların tespit edilmesini daha kompleks ve zor hale getirmektedir (3). Otopsi sırasında kalbin makroskopik olarak incelenmesi ve gerektiğinde yapılan histopatolojik değerlendirme, iskemi ve KAH açısından fikir verici olsa da, spesifik bulguların elde edilebilmesi her zaman mümkün olamamaktadır.

Otopsi pratiğinde pek çok çalışmada ileri görüntüleme yöntemlerinin (Manyetik rezonans görüntüleme (MR), Bilgisayarlı Tomografi (BT), X-ray) kullanımını artmaktadır (4). KAH'a bağlı ölümlerde de anjiyografi yöntemleri başta olmak üzere postmortem görüntülemeler kullanılabilmektedir. Koroner arter kalsiyum skoru (KAKS) ölçümü de genel koroner plak yükünü tahmin etmek ve gelecekteki



kardiyak olay riskini belirlemek için kullanılan güvenilir ve noninvaziv bir tekniktir (5).

Agatston skoru (AS), kardiyak bilgisayarlı tomografi (BT) çekilen hastalarda uygulanabilen, koroner arter kalsifikasyonunun derecesini hesaplamak için kullanılan bir skordur (6). Agatston skoru, miyokard infarktüsü ve ani kardiyak ölüm riski için güçlü bir risk faktörüdür (7). Literatürde bulunan postmortem kalsiyum skorlama çalışmalarına bakıldığında KAKS'ın İKH'nın belirlenmesi açısından önemli bir skorlama yöntemi olduğu görülmektedir (8).

Çalışmamızda medikolegal otopsi yapılan olguların kalpleri diğer toraks organlarından ayrıldıktan sonra, rutin otopsi uygulamasını aksatmamak kaydıyla, BT'de görüntüleme yapılmasına engel olmayacak uygun bir hazneye konuldu. Kalp kardiyak kalsiyum skorlamasına uygun olacak şekilde bilgisayarlı tomografide görüntülendi. Görüntülemenin hemen ardından otopsi salonunda kalbin diseksiyonu gerçekleştirilerek koroner arterler ince kesitler halinde incelendi ve elde edilen bulgular kaydedildi.

Çalışmamızda elde edilen Agatston Skorlarıyla otopsi sırasında saptanan bulguların karşılaştırılmasından hareketle; öncelikle postmortem izole kalpte yapılan kalsiyum skorlaması ile otopside tespit edilen kalp bulgularının ilişkisinin bulunup bulunmadığının araştırılması, bunun yanında KAKS düzeylerinin kardiyak kökenli ölümler ile kardiyak kökenli olmayan ölümler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığa sahip olup olmadığı, olgu yaşı ile Agatston Skoru arasında ilişki bulunup bulunmadığı ve izole kardiyak BT kullanılarak Agatston Skorlaması yapılmasının adli tıp pratiğinde uygulanabilirliği hususlarının ortaya konulması amaçlanmıştır.

## GENEL BİLGİLER

### KALP

#### Kardiyak Anatomi ve Fizyoloji

Kalp, kan damarları yoluyla tüm vücuttaki dolaşımı sağlayan organdır. Mediastinum mediusta yer almaktadır. Alt komşuluğunda diyafragma, ön komşuluğunda sternum, her iki yan komşuluğunda ise akciğerlerin ön alt kısımları yer alır. Kalbin iç kısmı 4 boşluktan oluşur. Bunlar atrium cordis sinistrum, atrium cordis dextrum, ventriculus cordis dexter ve ventriculus cordis sinister'dir. Kalp bir bütün olmasına rağmen sağ yarısı sağ kalp, sol yarısı sol kalp olarak adlandırılmaktadır (9).

Sağ kalp, sağ atrium ve sağ ventrikülden oluşur. Sağ atriumun arka kısmına vena cava inferior ve vena cava superior açılır, bu bölge sinüs venarum cavarum olarak isimlendirilir. Kalbin venöz kanının çoğunluğunun toplandığı sinüs coronarius sağ atriumda bulunan ostium sinüs coronariusu açılır. Kuspis septalis, ostium coronarius ve todaro ligamanının oluşturduğu üçgende atrioventriküler nod bulunur ve bu üçgen Koch Üçgeni olarak adlandırılır. Sağ atriumun üst bölümünde auricula dextra isimli çıkıntı bulunur. Kalbin sternokostal komşuluğunun büyük bölümünü sağ atrium oluşturur. Ostium atrioventrikulare dextrum; sağ atriumu sağ ventriküle bağlar. Valva tricuspidalis burada yer alır ve kuspis anterior, kuspis posterior ve kuspis septalis olmak üzere 3 adet kapakçığı bulunur. Sağ ventrikül pulmoner arter aracılığıyla akciğere kanı pompalar. Burada bulunan valvula seminularis diastol sırasında kapanarak kanın geri kaçışını önler (9).

Sol kalp sol atrium ve sol ventrikülden oluşur. Sol atrium kalbin tabanını oluşturur ve üst sol köşesinde auricula sinistra isimli çıkıntısı bulunur. 4 adet vena pulmonalis sol atriuma açılır. Sol ventrikül ile sol atrium arasında mitral kapak bulunur. Mitral kapak cuspis anterior, cuspis posterior, anulus fibrosus, chordae tendinealar ve musculus papillarislerden oluşur (10). Sol ventrikülün ön sağ kısmında ostium aortae bulunur. Buradaki aort kapağında valvula semilunaris dextra, sinistra ve posterior isimlerinde 3 adet kapakçık yer alır. Ayrıca bu kapakçıklar koroner arter çıkışlarına göre de isimlendirilir. Bu nedenle arka kapakçık aynı zamanda nonkoroner kuspis olarak da isimlendirilir. Bu kapakçıklar ile aorta lümeni arasında bulunan cep

şeklindeki kısımlar sinüs valsalvae olarak isimlendirilir. Sağ koroner arter (RCA) sağ sinüsten, sol ana koroner arter (LMCA) sol sinüsten çıkar. RCA'nın aorttan çıktığı seviye LMCA'nın çıktığı seviyeden genellikle daha aşağıda yer alır (9, 11).

Kalbin fonksiyonlarına genel olarak bakıldığında; kan damarları yoluyla oksijeni ve besin maddelerini dokulara iletmek, artık maddeleri dokulardan uzaklaştırmak, hormonların salgılandıktan sonra etki yerlerine ulaşmasını sağlamak, kan basıncını oluşturmak, kan sirkülasyonunu yönlendirmek, kanın tek yönlü akışını sağlamak ve kan gereksinimini (kontraksiyon gücünü ve kasılma hızını değiştirerek) ayarlama gibi işlevleri vardır (9).

Kalbin en temel işlevi ise oksijen seviyesi düşük kanı akciğerlere ve akciğerden gelen oksijenden zengin kanı ise diğer tüm organlara pompalamaktır. Bu iki dolaşım büyük dolaşım ve küçük dolaşım olmak üzere ikiye ayrılır. Büyük dolaşım pulmoner venlerden gelen kan sol atriuma, buradan da sol ventriküle ulaşır. Sol ventrikül yüksek basınçla aorta üzerinden kanı tüm vücuda pompalar. Küçük dolaşım ise dokulardan gelen venöz kan, vena cava superior ve vena cava inferior ile sağ atriuma açılır, buradan sağ ventriküle geçen venöz kan pulmoner arter vasıtasıyla akciğere pompalanır. Kalp pompa işlevlerini yüksek basınçlar oluşturacak şekilde kasılarak yerine getirir (12).

Kalp duvarının yapısı dıştan içe doğru epikardiyum, myokardiyum ve endokardiyum isimli üç tabakadan oluşur. Endokardiyum kalbin iç yüzeyini kaplayan zardır. Myokardiyum kalp kasını içeren orta tabakadır. Sağ ve sol atriumun myokard tabakasındaki lifler birbiriyle devam etmezken, ventriküllerdeki lifler birleşiktir. Ventriküllerin kas tabakası atriumdakilerden daha kalındır. Sol ventrikül duvarında, sağ ventrikül duvarından yaklaşık 3 kat daha kalın kas tabakası mevcuttur. Kalbin en dışında bulunan epikardiyum ise kalbin yüzeyini kaplayan seröz zardır (9).

Perikard kalbi ve büyük damarların kök kısımlarını dıştan çepeçevre saran iki tabakalı zardır. Dış tabaka fibröz, iç tabaka ise seröz yapıdadır. Seröz tabaka dışta lamina parietalis, içte lamina visceralis'ten oluşur. Lamina visceralis kalbin üzerini örten ince tabakadır. Bu iki seröz zar arasında kalbin kasılıp gevşerken sürtünmesini azaltan ortalama 20-30 ml kadar kayganlaştırıcı perikard sıvısı bulunur (9).

## Koroner Arter Anatomisi

Arter, ven ve kapiller olmak üzere 3 çeşit kan damarı bulunmaktadır. Arterler yapılarına göre arterioller, musküler arterler ve elastik arterler olmak üzere 3'e ayrılırlar. Koroner arterler histolojik olarak musküler arter sınıfında yer alır (13).

Kalbin beslenmesi aortanın ilk dalları olan sağ ve sol koroner arterler ile sağlanır. Bu koroner arterler aort kökündeki sağ ve sol sinüs valsvalardan çıkarlar. Posterior sinüsten istisnalar dışında koroner arter çıkışı olmadığı için nonkoroner sinüs valsalva olarak adlandırılmıştır (9).

LMCA sol sinüs valsalvadan çıkar. Uzunluğu 5-20 mm arasında değişmektedir. Pulmoner trunkusun arka kesiminin solundan seyrederek. Çıkışından hemen sonra sol ön inen arter (LAD) ve sirkumfileks arter (Cx) olmak üzere iki dala ayrılır (9).

LAD truncus pulmonalis ve auricula sinistra arasından geçerek sol anterior interventriküler sulkusta seyrederek. Kalbin apeksine doğru ilerler (Şekil 1, 3). Septum interventrikülerinin büyük kısmı ile sol kalbin büyük kısmını besler. LAD seyri sırasında aşağıdaki dalları verir (9).

- R. Coni arteriosi: LAD'nin başlangıç kısmından geçer.
- R. Diagonalis: Sol ventrikül lateral duvara dağılır (Şekil 1).
- R. İnterventrikularis septalis: İnterventriküler septumun çoğunluğunu besler.

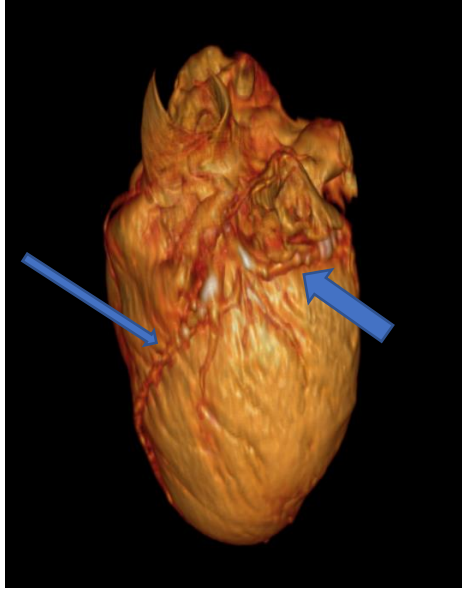


**Şekil 1: İzole Kalp ÇKBT kesitlerinin 3D görüntüsü**

-İzole kalp çok kesitli bilgisayarlı tomografi (ÇKBT) kesitlerinin üç boyutlu (3D) işlenmiş görüntüsünde LAD (kalın ok işareti ile işaretlenmiş) ve LAD'nin diagonal dalının (ince ok ile işaretlenmiş) epikardiyal kısımları görülmektedir.

Cx sulcus coronarius'un solundan uzanır (Şekil 2). Sol atriumu ve sol ventrikülün bir kısmını besler. Seyri sırasında aşağıdaki dalları verir.

- R. Atrialis anastomoticus: Sağ atriuma giderek RCA'nın dalları ile anastomoz yapar.
- Rr. Atrioventriculares: Sol atrium ve sol ventrikülü beslerler.
- R. Marginalis sinister
- R. Atrialis intermedius
- R. Posterior ventriculi sinistri
- R. Nodi sinotrialis: %35 oranında Cx'den çıkar.
- R. Nodi atrioventricularis: %20 oranında Cx'den dallanır ve atrioventriküler nodu besler. Ancak atrioventriküler nodu %80 oranında RCA besler.
- R. Atriales



### Şekil 2: İzole Kalp ÇKBT kesitlerinin 3D görüntüsü

- İzole kalp ÇKBT kesitlerinin 3D işlenmiş görüntüsünde Cx (kalın ok işareti ile işaretlenmiş) ve LAD'nin (ince ok ile işaretlenmiş) epikardiyal kısımları görülmektedir.

RCA sağ sinüs valsavadan çıkar. Konus arteriosus ile auricula dextra arasından geçerek sağa doğru uzanır, ardından sulcus interventrikularis posteriora gelir ve kalbin apeksine doğru ilerler (Şekil 3). RCA sağ atriumu, sağ ventrikülü, atrioventriküler nodu ve genellikle sinoatrial nodu besler (14). RCA'nın dominant

olduğu kalplerde sol ventrikülün arka yüzünün bir kısmını RCA besler. Konus arteri genellikle RCA'nın ilk dalıdır. Bir kısmında ise konus arteriosus direkt olarak aortadan köken alır. RCA seyri sırasında aşağıdaki dalları verir (9).

-R. Interventricularis posterior: Her iki ventriküle ve septum interventrikülaireye dallar verir.

-R. Marginalis dexter: Sağ ventrikül myokardiyumunu besler.

-R. Nodi sinoatrialis: Sinoatrial nodu besler.

-R. Atriales: Sağ ve sol atriumu besler.

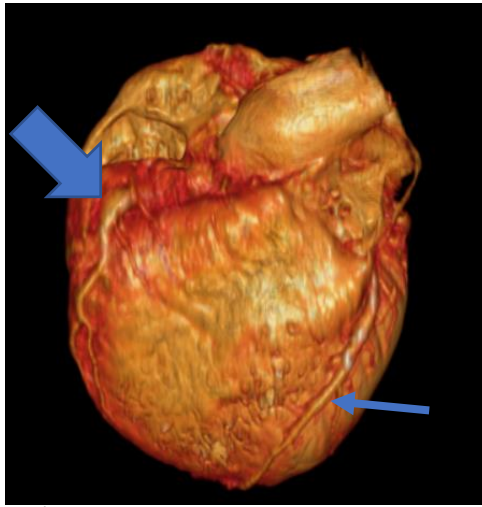
-R. Atrioventriculares

-R. Coni arteriosi: Conus arteriosus'un alt kısmı ile sağ ventrikülün üst kısmını besler.

-R. Atrialis intermedius: Sağ atriumun arka duvarını besler.

-R. Nodi atrioventrikularis: Atrioventriculer nodu besler.

Posterior desendan arter ve posterolateral dalların, sağ veya sol koroner arterden köken almasına göre koroner arter dominansından bahsedilir. Eğer bu damarların her ikisi de RCA'dan köken alırsa sağ dominant koroner dolaşım denilir ve bu durumda RCA, sol ventrikülün inferoseptalini ve sol ventrikülün inferiorunu besler. Her iki damar Cx'den köken alırsa sol dominant koroner dolaşım denilir. Genel olarak kişilerde %80-85 oranında sağ dominantlık, %15-20 oranından sol dominantlık mevcuttur. %5 oranında ise posterior desendan arter RCA'dan ve posterolateral dal Cx'den köken alır ve kodominant dolaşımdan bahsedilir (15).



**Şekil 3: İzole Kalp ÇKBT kesitlerinin 3D görüntüsü**

-İzole Kalp ÇKBT kesitlerinin 3D işlenmiş görüntüsünde RCA (kalın ok ile işaretlenmiş) ve LAD (ince ok ile işaretlenmiş) damarlarının epikardiyal kısımlarının anatomik seyirleri görülmektedir.

## **Kardiyovasküler Hastalıklar**

Kardiyovasküler hastalık (KVH) kalp ve/veya kan damarlarının hastalıklarının genel isimlendirmesidir. KVH'lar batı dünyasında en çok ölüme sebep olan hastalıklardır (16). Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre Türkiye'deki en sık görülen ölüm nedeni de KVH kaynaklıdır (17). KVH'ların başlıca patofizyolojileri; pompa yetersizliği (sistolik disfonksiyon), kan akımında obstrüksiyon (aort stenozu vb.), kan akımının regürjitasyonu (kapak yetmezlikleri), şant oluşumları, kalpteki iletim bozuklukları, kalbin veya büyük damarların rüptüre olmasıdır (18). Dünya Sağlık Örgütü KVH'ı; ateroskleroza bağlı olanlar ve diğerleri şeklinde ikiye ayırmıştır.

Ateroskleroza bağlı KVH'lar:

- İskemik kalp hastalığı veya koroner arter hastalığı,
- Serebrovasküler hastalıklar,
- Hipertansiyon,
- Periferik vasküler hastalık dahil olmak üzere aort ve arter hastalıklarıdır.

Diğer KVH'lar:

- Konjenital kalp hastalıkları,
- Romatizmal kalp hastalığı,
- Kardiyomiyopatiler,
- Kardiyak aritmiler olarak sıralanmıştır (19).

Kardiyovasküler hastalıkların çeşitli risk faktörlerinin sistematik olarak değerlendirilmesi 1948 yılında Framingham Heart Study ile başlamıştır. Tarihsel olarak öncelikle hipertansiyon ve yüksek kolesterol seviyelerinin KVH'da risk faktörü olduğu bulunmuştur. Bununla birlikte ilerleyen yıllarda eklenen faktörlerle Framingham risk skorlamasında kullanılan risk faktörleri; yaş, cinsiyet, sigara içimi, total kolesterol, HDL düzeyi ve sistolik kan basıncıdır (20, 21). Framingham risk skorlamasına ek olarak; Reynolds risk skoru, JBS3 skoru, QRISK 3 skoru, Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA) risk skoru, PCP-HF ve SCORE gibi risk değerlendirme ölçütleri de sık olarak kullanılmaktadır (22).

## **İskemik Kalp Hastalıkları**

İskemik kalp hastalıkları miyokardial iskemi ile sonuçlanan durumları temsil eder. Miyokardial perfüzyon ile kalbin oksijen ihtiyacı arasındaki dengenin bozulduğu durumlarda meydana gelir (18). KVH'lara bağlı ölümlerin en sık sebebi iskemik kalp

hastalıklarıdır (19). İskemik kalp hastalıklarının başlıcaları koroner arter aterosklerozu, hipertansif kalp hastalığı, aort kapağı hastalıkları, koroner arterlerdeki anomaliler, kardiyomyopatik dilatasyon, bazı konjenital kalp hastalıkları ve poliarteritis hastalıklarıdır (1).

Koroner arterlerin major patolojilerini fikse stenozlar, anevrizmalar, diseksiyonlar, trombüsler, emboluslar, küçük damar hastalıkları ve spazmlar oluşturur. Bu patolojilerin en sık görüleni fikse stenozlardır. Fikse stenozları; ateroskleroz, konjenital anomaliler, kardiyak transplantasyon, perkütan koroner girişim ile ilişkili travma, eksternal kompresyon oluşturur (23).

İKH'nın %90'ından fazlası aterosklerozun sebep olduğu koroner arterlerdeki darlık nedeniyle oluşur. Koroner ateroskleroz dışında koroner emboli, miyokardial damar inflamasyonu veya damar spazmı da miyokardial iskemiye neden olabilir. Orta seviye koroner darlıklar; hipoksemi, sistemik hipotansiyon ve kalbin oksijen ihtiyacının arttığı diğer durumlarda ciddi klinik tablolara sebep olabilir. İskemik kalp hastalığının klinik prezantasyonu genellikle miyokard infarktüsü, angina pectoris, kronik kalp yetmezliği ve ani kardiyak ölüm olarak ortaya çıkmaktadır (18). Görünüşte sağlıklı bir kişide semptomların başlamasından sonraki 1 saat içinde meydana gelen, tanık bulunan, doğal, beklenmedik ölümcül olaya ani kardiyak ölüm denilmiştir. Ani kardiyak ölümün en sık sebebi İKH'dır (1, 24).

### **Ateroskleroz**

Ateroskleroz aterom olarak adlandırılan intimal lezyonlardan oluşur. Genellikle abdominal aorta, koroner arterler, popliteal arterler, inen torasik aorta, internal karotid arterler ve willis poligonunda görülen kronik bir hastalıktır (1). Ateroskleroz, damar duvarlarının sertleşmesine ve daralmasına neden olur bu nedenle; periferik vasküler hastalıkların, koroner arter hastalığının ve serebrovasküler hastalıkların oluşumunda önemli bir etken olarak kabul edilmektedir.

Aterom plakları, hücre artıkları, kolesterol kristalleri, köpüksü hücreler, kalsiyum içeren nekrotik merkez ve bunu saran; düz kas hücreleri, makrofajlar, lenfositler, kollajen, elastin ve proteoglikanlardan oluşan fibröz şapkadan oluşur. Aterosklerotik plakların anahtar özellikleri intimal kalınlaşma ve lipid birikimidir. Bu plaklar farklı yükseklik ve renklerde olabilir. Mekanik obstrüksiyonun yanında aterosklerotik plak, rüptüre olarak tromboza sebep olabilir (13, 23).



Aterosklerozun major risk faktörleri;

Değiştirilemez major risk faktörleri:

- Genetik anomaliler,
- Aile hikayesi,
- İlerleyen yaş,
- Erkek cinsiyettir.

Değiştirilebilir major risk faktörleri:

- Hiperlipidemi,
- Hipertansiyon,
- Sigara,
- Diabettir.

Ateroskleroza bağlı kardiyovasküler hastalıkların %20'sinde major risk faktörleri bulunmamaktadır. Majör risk faktörlerinin dışında ek risk faktörleri de ateroskleroz oluşumunda yer almaktadır.

Ek risk faktörleri:

- İnflamasyon,
- Hiperhomosistinemi,
- CRP yüksekliği,
- Metabolik sendrom,
- Lipoprotein (a) seviyesi yüksekliği,
- Prokoagülan düzeylerinin artmasıdır (13).

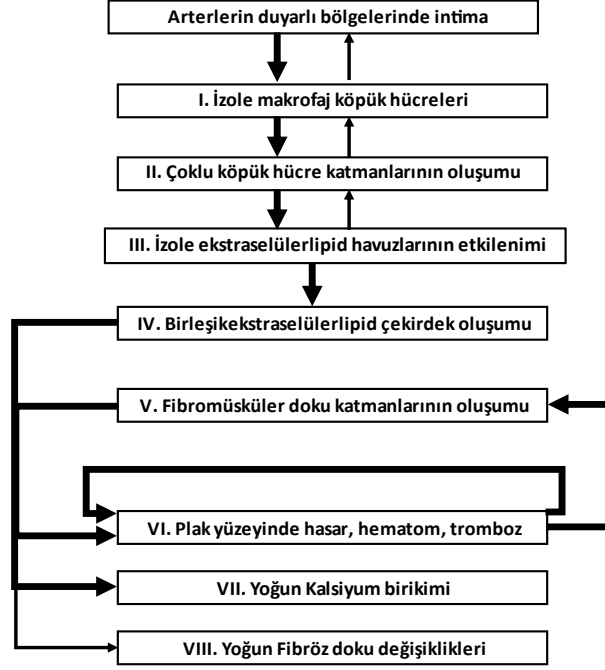
Bu risk faktörlerinin yanında belirgin etkisi daha az ve ölçümü zor olan başka faktörler de vardır. Bunlar içerisinde egzersiz eksikliği, stresli yaşam, obezite sayılabilir (13).

Ateroskleroz patogenezi hasara yanıt hipotezi ile açıklanmaktadır. Bu hipotez aterosklerozun patogenezi, arter duvarının endotelinin hasara karşı kronik inflamatuvar yanıtı olarak tanımlar. Endotel hasarı en çok hemodinamik bozukluk, hiperkolesterolemi ve inflamasyon nedeniyle gelişir (13, 25). Oluşan lezyon; makrofajlar, T lenfositleri, modifiye lipoproteinler ve damar yapısındaki hücreler arasındaki etkileşimlerle ilerler. Bu patogenez basamaklarının başlıcaları aşağıda sıralanmıştır:

- Endotel yaralanması ve disfonksiyonu; damar geçirgenliği, lökosit adezyonu ve trombozda artışa neden olur.
- Lipoproteinlerin toplanması; esas olarak LDL ve oksitlenmiş formları damar duvarının içinde toplanır.
- Endotele monosit adezyonu; monositler adezyonun ardından intimaya göç, makrofajlara ve köpük hücrelerine dönüşürler.
- Platelet adezyonu.
- Faktör salınımı; Aktive trombositlerden, makrofajlardan, düz kas hücrelerinden ve damar duvar hücrelerinden faktör salınımı.
- Düz kas hücrelerinin artışı, ekstraselüler matriks üretimi ve T hücrelerinin çağrılması.
- Lipid yapılarının oluşumu; Hem hücre dışı hem de hücreler (makrofajlar ve düz kas hücreleri) arasında yağ yapılarının oluşumu.
- Kalsifikasyon; Geç dönemde ekstraselüler matriks ve nekrotik kalıntıların kalsifikasyonu (13).

Mahmoudi ve ark. tarafından hazırlanan ateroskleroz aşamalarının histolojik sınıflandırması aşağıdaki gibidir:

- Patolojik intimal kalınlaşma: Gevşek, lipid açısından zengin, fibröz dokudan oluşur. Lipid çekirdek yoktur.
- Fibröz şapkalı aterom: Kalın, bazen çok katmanlı fibröz doku şapkası bulunan lipid çekirdek vardır. Sınırlı veya düzensiz kalsifikasyon. Özellikle çekirdeğin çevresinde lenfositik infiltratlar olabilir.
- İnce fibröz başlıklı aterom: İnce, bazen inflamasyonlu, fibröz şapkalı lipid çekirdek vardır. Koronerde <80 µm, karotis arterlerde <200 µm kalınlık oluşturabilir.
- Plak rüptürü: Fibröz şapkanın rüptürü ve trombüs ile ilişkilidir.
- Plak erozyonu: Trombüs oluşumu ile endotelin ülserasyonu.
- Fibrokalsifik lezyon: Fibrozis ve geniş kalsifikasyon alanları içerir. Lipid çekirdeklerinde distrofik kalsifikasyon görülmesinin sonucunda gelişir.
- Kalsifik lezyon: Aterosklerotik sürecin son aşamalarından biri olan ağır kalsifiye lezyonlardır (26).



**Şekil 4:** Aterosklerotik lezyonların evrimi ve lezyon tiplerinin çeşitli olası yollarının ana hatları.

-Aterosklerotik lezyonların evrimi ve lezyon tiplerinin çeşitli olası yollarının ana hatları özetlenmiş olup kalın oklar daha olası yolları, ince oklar daha az olası yolları temsil için kullanılmıştır (27).

Aterosklerozun klinik sonuçları genellikle oluşturduğu darlığın derecesine göre ortaya çıkar. Aterosklerozun yaygın tutulum yerleriyle de uyumlu bir şekilde kalp ve beyin en çok etkilenen organlardır. Koroner arterlerde %50'nin üstündeki darlıklar akımı bozmaya başlar ve darlık %70'in üstüne çıktıktan sonra kan akımı kritik düzeyde bozulur. Darlığın yanı sıra plağın geometrik şekli ve uzunluğu da önemlidir (13). Ciddi derecede darlık oluşturmamış yoğun kalsifikasyon içeren plaklar ve çoğunluğu kollajen ve düz kas hücrelerinden oluşan plaklar stabil olup komplikasyon gelişmedikçe klinikleri genellikle stabildir (28).

**Tablo 1:** Aterosklerozun yaygın tutulum yerleri ve klinik prezantasyonları; (29)

Aterosklerozun lokalizasyonu	Akut prezantasyon	Kronik prezantasyon
Koroner arterler	Akut koroner sendrom (anstable anjina, miyokard infarktüsü) AKÖ	Stable anjina, Sessiz iskemi
Karotid ve serebral arter	İnme, Geçici iskemik atak (GİA)	Tekrarlayan GİA, Vasküler demans
Torasik aorta	Aort rüptürü, Aort diseksiyonu	
Abdominal aorta	Aort oklüzyonu	Aort anevrizması
Renal arterler	Renal arter oklüzyonu	Renal fonksiyonların bozulması, Renovasküler hipertansiyon
Superior ve inferior mezenterik arterler	Akut mezenterik iskemi	Kronik mezenterik iskemi, Abdominal anjina
Periferik arterler (aorta iliak komunis, superfisial femoral arterler, popliteal, tibial ve peroneal arterler)	Akut periferik arter oklüzyonu, Akut ekstremite iskemisi,	Kronik bacak iskemisi, İntermittan klodikasyo

Koroner arterlerdeki ateroskleroz İKH'nın en önemli sebebidir (23). Koroner arterlerde meydana gelen aterom plakları daha çok LAD ve Cx'in ilk birkaç santimetresinde ve RCA'nın genel seyri sırasında görülür. Miyokard infarktüsü (MI) özellikle akut gelişen tıkanıklıklarda görülür. Yavaş oluşan tıkanıklıklarda kompanseasyon mekanizmalarından özellikle kollateral damar oluşumu meydana gelir ve böylelikle MI'dan korunulur. Akut tıkanıklıklarda ise kollateral damar oluşumu için yeterli süre yoktur (28).

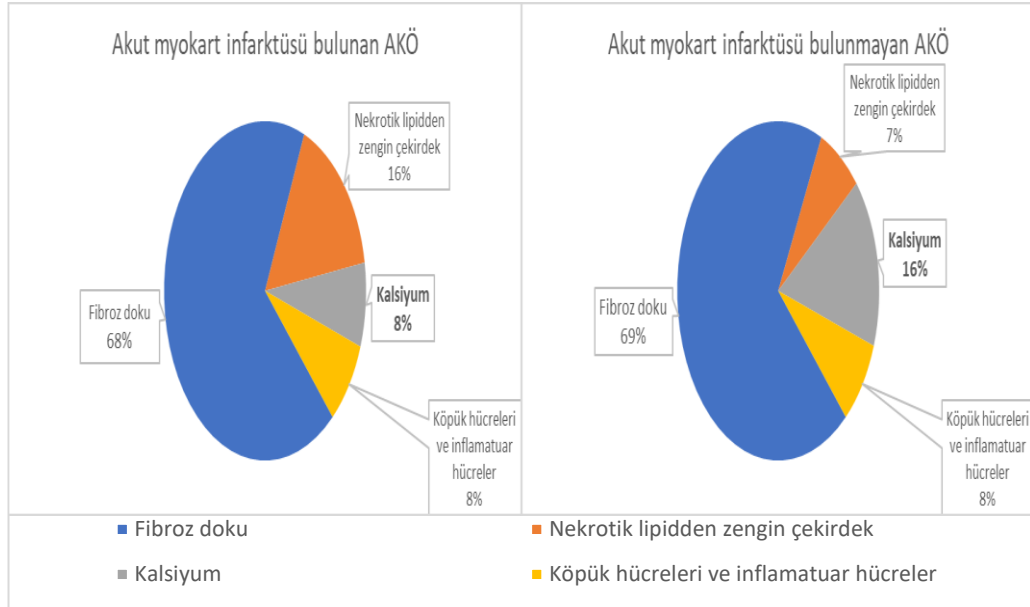
### **Koroner arter kalsifikasyonu**

Kalsiyum mineralinin anormal birikimine patolojik kalsifikasyon denilir. Distrofik ve metastatik olmak üzere iki çeşit kalsifikasyon vardır. Serum kalsiyum

seviyeleri normalken hasarlı ve nekrotik dokularda lokal kalsiyum birikimine distrofik kalsifikasyon, normal dokularda yüksek serum kalsiyum seviyelerinin eşlik ettiği kalsiyum birikimine metastatik kalsifikasyon denilir (30).

Damarlardaki kalsifikasyonun enflamatuar, metabolik, genetik ve epigenetik mekanizmalar dahil olmak üzere birçok nedeni vardır. Damar yapısının gerilebilirliği ve esnekliği; normal hemodinami ve otheregülatör fonksiyonunu koruması için önemlidir. Sert yapıdaki kalsiyum mineralinin arter duvarında birikmesi hemodinamiyi bozar (31).

İlerlemiş ateroskleroz sürecinin bir parçası da damar duvarlarında kalsifikasyondur (23, 28). Koroner arterlerin duvarında izlenen kalsiyum, aterosklerozun önemli bir göstergesidir. Aterosklerotik kalsifikasyonun altındaki en önemli neden kronik inflamasyondur. Kronik inflamasyon ile ilişkili en önemli etken olarak da damar duvarında birikmiş okside lipidler sorumlu tutulmaktadır (31). Koroner arter kalsifikasyonu koroner arter hastalığı ve koroner arter plak yüküyle ilişkilidir (32). Ayrıca yüzeysel ya da lekeli kalsifikasyon, plakların mekanik instabilitesi ile ilişkilidir bu tür kalsiyum birikimleri plakların rüptüre olmasını tetikleyebilir (33).



**Şekil 5:** AKÖ vakalarında ilerlemiş aterosklerotik koroner plağın ortalama bileşimlerinin diyagramı.

- Akut MI bulunan ve bulunmayan AKÖ vakalarında ciddi stenoz oluşturan aterosklerotik plakların ortalama bileşimini gösteren diyagramlar (25, 34).

### **Koroner Arter Kalsiyum Skorlaması**

Koronerlerdeki aterosklerotik plakların kalsiyum miktarı radyolojik görüntülemelerle belirlenebilmektedir. BT, İnvasküler Ultrasonografi ve Optik Koherens Tomografi görüntülemeler ile KAKS değerlendirilebilir (35, 36). Bununla birlikte KAKS için en yaygın kullanılan yöntem ÇKBT'dir (37).

Koroner arter kalsiyumunun ölçümü için kullanılan Agatston skorunu 1990 yılında Agatston ve arkadaşları tanıtmışlardır (38). Agatston ve arkadaşları Elektron Beam Bilgisayarlı Tomografi ile Elektrokardiyografi eşliğinde elde edilen görüntülerde skorlama yapmışlardır. Şu anki kullanımda ise Elektron Beam Bilgisayarlı Tomografi yerine ÇKBT görüntüleme yöntemi kullanılarak Agatston skoru hesaplanmaktadır (39). Bu skorlama yöntemi halen koroner kalsiyum skorlaması için standart ölçüm yöntemi olarak kullanılmaktadır. Bu skorlama yönteminde ÇKBT'de birbirine komşu 2-3 pikselde 1 mm<sup>2</sup> den geniş bir alanda, yoğunluğu 130 Hounsfield Unit (HU)'den fazla olan lezyonlar kalsifikasyon olarak yorumlanmaktadır (38). Agatston skorlama yöntemi halen en yaygın kullanılan KAKS yöntemi olmakla birlikte kalsiyum mass ve volume skor yöntemleri ile de KAKS hesaplanabilmektedir (40, 41).

Elde edilen Agatston skorunun sınıflandırılmasında tablo 2 ve 3'de gösterildiği gibi farklı sınır değerler kullanılmaktadır. Bu tabloların yanında KAKS'ın KVH risk skorunda kullanımında Agatston skorunu 100'ün ve 300'ün altı-üstü olarak değerlendirmeye alan çalışmalar da mevcuttur (42, 43).

**Tablo 2:** Agatston Skoru ile koroner arter kalsiyum yükünün sınıflandırılması (44)

<b>Toplam değer (Agatston skoru)</b>	<b>Koroner arter kalsiyum yükü</b>
0	Yok
1-10	Minimal
11-100	Hafif
101-400	Orta
401-1000	Şiddetli
>1000	Yaygın

**Tablo 3:** Klinik yorumlarla KAKS sınıflandırması (39)

Koroner arter Kalsifikasyon derecesi	KAKS (Agatston skoru)	Cinsiyete, yaşa ve etnik kökene göre düzeltilmiş KAKS – yüzdelik dilim (MESA)	Klinik yorum
Mevcut değil	0	0	İleride koroner olay riski çok düşük
Çeşitli	1 - 100	$\leq 75$	Gelecekteki koroner olaylar için düşük risk; düşük miyokardiyal iskemi olasılığı
Orta	101 - 400	76 - 90	Gelecekteki koroner olay riskinde artış
Belirgin	> 400	> 90	Artan miyokardiyal infarktüs olasılığı

Koroner arter kalsiyum skoru, kardiyak olaylar ve mortalite için bağımsız bir risk belirteçidir (32, 45). KAKS, KVH kılavuzlarında ve KVH risk sınıflandırmalarında kullanılmaktadır. American College of Cardiology ve American Heart Association'ın 2019 yılında yayınladığı Kardiyovasküler Hastalık Önleme Kılavuzu'nda; orta derecede risk altındaki yetişkinlerde veya sınırda risk altındaki seçili yetişkinlerde, eğer riske dayalı önleyici tedavilerde kararsız kalırsa KAKS'a bakılması önerilmektedir. KAKS ayrıca diğer kardiyovasküler risk belirteçlerine ek prognostik bilgi de sağlar. Asemptomatik kişilerde Framingham risk sınıflandırmasına göre endikasyonu uygun kişilerin de KAKS'ına bakılması önerilir. Özellikle diyabetli hastalarda KAKS, iskemi taramasından ve agresif klinik tedaviden fayda sağlayabilecek yüksek risk altındaki bireylerin belirlenmesinde yardımcı olur (39). Kişinin koroner arter riskini belirlemede MESA çalışması ile orta riskli hastalarda KAKS'ın KVH riskini belirlemede önemli olduğu belirlenmiştir (46). KAKS'ın 0 olması, kişinin kardiyovasküler olay geçirme riskini düşürür (47). American College of Cardiology ve American Heart Association kılavuzunda semptomatik hastalar için ölçülebilir koroner kalsiyumunun bulunmaması kriterinin, invazif tanısal prosedürler veya girişimlerden önce etkili bir filtre olabileceği belirtilmiştir (48). Bununla birlikte semptomatik KAH bulunan kişilerde KAKS'ın tek başına kullanımını sınırlıdır (39, 42).

Koroner arterlere ek olarak, Agatston skorumla yöntemi ile aort gibi diğerk damarların ve kalp kapaklarının kalsifikasyonu ölçülebilmektedir (49). Aort kapak kalsifikasyonu ile aort darlığı arasında ilişki olduğu bilinmektedir. Aort kapağında kadınlarda 1300, erkeklerde 2000'in üstündeki Agatston Skorları ciddi olarak değerlendirilmektedir (50, 51). Mitral kapak darlığı ve disfonksiyonu ile mitral kapağın yüksek Agatston Skorları arasında da ilişki mevcuttur (52, 53). Aort ve mitral kapak kalsifikasyonlarının KAH için risk faktörü olduğu bilinmektedir (54, 55). Aortada tespit edilen kalsiyum birikiminin de KAH ve KAKS ile ilişkili olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (56–58).

## **POSTMORTEM GÖRÜNTÜLEME**

Virtopsi, 'sanal' ve 'otopsi'yi birleştiren bir kelimedir. Virtopsi bilgisayarlı tomografi, manyetik rezonans görüntüleme gibi görüntüleme yöntemlerinin kullanıldığı bir tür adli radyolojik teşhis prosedürüdür. Bu proje 1990'lı yılların sonunda İsviçre'deki, Bern Üniversitesi'nin adli tıp, tanısall radyoloji ve nöroradyoloji enstitüsü tarafından tanıtılmış olup, kesitsel görüntüleme tekniklerinin adli bilimlere uygulanması amacıyla yola çıkmıştır (59). Virtopsi ölüm nedeni, ölüm zamanının tahmini ve kimliklendirme gibi konuları kapsamaktadır (60, 61). Bununla birlikte çoğu zaman vakalarla ilgili kesin sonuçlara varmak için virtopsiye geleneksel otopsi yöntemleri eşlik eder. İki prosedür birbirinin alternatifi olarak düşünülemez ve düşünülmemelidir (62).

Bazı durumlarda ekonomik, dini, kültürel etkenlerle ve personel eksikliği gibi sebeplerle invaziv otopsi yapılmak istenmeyen durumlarda postmortem görüntüleme yöntemleri otopsi yerine tercih edilebilmektedir (63, 64). Ayrıca 2020 yılında Dünya Sağlık Örgütü tarafından pandemi sınıflandırmasına giren COVID 19 hastalığından sağlık çalışanlarının korunması için de bazı durumlarda, Postmortem Bilgisayarlı Tomografi (PMBT) kullanılmasını öneren merkezler mevcuttur (65).

Postmortem radyolojik incelemenin avantajları;

- Objektif veri toplama: Adli tıp uzmanından bağımsız olarak, ikinci bir görüş almak çok daha kolaydır.
- Daha iyi tekrarlanabilirlik: Yalnızca bilirkişi raporu değil, bulgular da kanıt olarak sunulabilir.



- Kansız dokümanlar: Mahkemede rahatsız edici olmayan dokümanlar sunulabilir.
- Uzak mesafeden uzmanlık: Bulgular birden fazla uzman tarafından yorumlanabilir.
- 3D rekonstrüksiyon: Kanıt olarak cesedin gerçek ölçekli 3D kopyası kullanılabilir.
- Postmortem anjiyografi: Tüm travma vakalarının ve tıbbi girişim hatalarının araştırılmasında kanama odakları net olarak tanımlanabilir. Kardiyak ve vasküler müdahaleler sonrası net bilgi edinilebilir. Yumuşak dokulardaki kanamanın 3D kaydı mümkündür.
- Postmortem BT taramaları yüzey dokümantasyonu: Yaralanmaların şekli ve boyutu ile iddia edilen silah arasında ölçek olarak doğru 3D morfometrik karşılaştırmalar yapma imkanı verir. Yer ve zamandan bağımsız olarak trafik kazalarının ve cinayetlerin gerçek verilere dayalı olarak yeniden yapılandırılmasını sağlar. Ceset ile kontamine olmadan başka bir adli tıp uzmanının vakayı 3D olarak incelemesine olanak sağlar. Bununla birlikte cesedin 3D görüntüsü, olay yeri için oluşturulan 3D görüntülerle birleştirilerek, olay yerinin ve cesedin birlikte değerlendirilmesi sağlanabilir.
- Vücuttaki gaz birikimlerinin net tespiti: Arterlerde ve venlerde gaz embolilerinin göğüs boşluğuna kaçışından önce tespit edilebilmesine olanak sağlar.
- Kamuoyunu ilgilendiren ünlü davalarda kamuoyuna net bilgiler verilebilir.
- Yabancı cisimlerin, mermi parçalarının tespiti: Yabancı cisimlerin net lokalizasyon bilgisini sağlar.
- Tahribatsız prosedür: Dini gerekçelerle otopsi istenmeyen durumlarda kullanılabilir.
- Baş, boyun, pelvis ve periferik damar bölgeleri gibi incelenmesi zor alanlardaki bulguların güvenilir şekilde kaydedilmesi; ölüm nedenini belirlemek ve adli rekonstrüksiyon için ek bilgi sağlar.

- Kanıt olarak kullanmak üzere cesedin dijital bir kopyasını arşivleyebilme; ek ve müteakip uzman görüşleri her zaman daha sonraki bir tarihte mümkündür (66)..

X-ray, Bilgisayarlı Tomografi ve Manyetik rezonans görüntüleme yöntemleri postmortem incelemelerde kullanılmaktadır.

### **X-ray (Röntgen)**

Geleneksel radyoloji yöntemlerinden X-ray: Radyopak yabancı cisimlerin görüntülenmesinde, insan kalıntılarının kimliklerinin doğrulanmasında, kemik kırıklarında kullanılabilen ucuz ve hızlı bir yöntemdir. Bununla birlikte radyasyon bulunması, 3D görüntülemeye izin vermemesi ve yumuşak dokuları iyi gösterememesi gibi dezavantajları mevcuttur. Günümüzde BT ve MR'ın adli tıp pratiğinde kullanılmasıyla birlikte X-ray kullanımının önemi azalmıştır.

### **Bilgisayarlı Tomografi**

BT yöntemi günümüzde postmortem görüntülemelerde en sık kullanılan yöntemdir. PMBT'nin travmatik kemik kırıkları bulunan kazalarda, çocuk yaralanmalarında, ateşli silah yaralanmalarında, mekanik asfiksi vakalarında, pütrefiye ve karbonize cesetlerde kullanılma endikasyonu vardır (59). PMBT; nispeten hızlı, kullanımı kolay bir teknik olmasıyla, yüksek çözünürlüklü görüntüler elde etmesiyle, 3D rekonstrüksiyona imkan sağlamasıyla ve metalik parçalarla uyumlu olmasıyla avantajlı bir yöntemdir. BT cihazlarının ve personelin yüksek maliyeti ve temin güçlüğü bu tekniğin uygulanabilirliğindeki en önemli sınırlılıklardır (59). PMBT'nin otopsiye eklendiği durumlarda özellikle kemik kırıkları, hemorajiler, gaz birikimleri ve pnömotoraksın tespit edilmesinde daha iyi sonuçlar ortaya çıktığı bilinmektedir (67–69). Bununla birlikte PMBT yönteminin yumuşak doku ve organları göstermedeki gücü sınırlıdır. Otopside önce, vakaları taramak için Adli Tıp bölümlerinin kendi BT'lerinin olması önerilmekle birlikte, alternatif olarak belirli vakalarda BT incelemesi elde etmek için yerel radyoloji merkezleri veya hastanelerle iş birliği yapılabileceği önerilmiştir (59).

## **Manyetik Rezonans Görüntüleme**

Postmortem Manyetik Rezonans Görüntüleme (PMMR) yönteminin yumuşak dokuyu ve organları görselleştirmede özellikle; beyin, medulla spinalis, kalp, cilt altı yağ dokusu ve karın içi organları (karaciğer, dalak, pankreas ve böbrekler) göstermede PMBT'ye göre üstünlüğü mevcuttur. PMMR sıvı birikimlerini iyi gösterdiği için, subkutan hematomu, kemik kontüzyonunu, organ laserasyonlarını, hemorajileri, beyin ödemi, perikardial ve plevral efüzyonu ve pulmoner ödemi gösterebilir (59). PMMR subkortikal kemik trabeküllerindeki kanamaların görüntülenebilmesiyle motorlu araç, yaya ve bisikletlerin dahil olduğu kazalarda ayırt edici olarak kullanılabilceği de tespit edilmiştir (70). PMMR'ın teknik zorlukları; metalik cisimlerle kullanılmaya uygun olmaması, PMBT'ye göre daha zor ve daha zaman alıcı bir prosedür olmasıdır (59).

## **Anjiyografi**

Postmortem anjiyografi, vasküler sistemdeki patolojileri analiz etmek için geçerli bir yöntemdir. Bu yöntemde, vasküler sisteme bir kontrast madde enjekte edilir ve MR veya BT ile görüntü alınır. Kontrast madde enjekte etmek, yumuşak doku içindeki kontrastı da artırır ve böylelikle organ bulgularının tespit edilmesine olanak sağlamakla birlikte artefakt oluşumuna da sebep olabilir. Anjiyografili yöntemlerin avantajlarına rağmen, anjiyografi için ek maliyet ve çaba gereksinimi, ayrıca kontrast maddelerin otopsi sırasında artefakt oluşturma ihtimali olması gibi faktörler, bu yöntemin negatif yönlerindedir (59).

PMBT Anjiyografi (PMBTA) ile damar yapılarındaki ve parankimal dokulardaki patolojileri belirlemede kesin sonuçlar ortaya konulabilmektedir. Bu yöntemde invaziv işlem öncesi normal PMBT çekilir, böylece işlem sırasında oluşabilecek artefaktlar en aza indirilmeye çalışılır. PMBT sırasında damar sistemine kontrast madde enjekte edilir ve perfüzyon devam ederken BT çekimi tekrarlanır. PMBTA özellikle koroner arter hastalığına bağlı ani kardiyak ölüm vakaları başta olmak üzere, kesici delici alet yaralanmaları, ateşli silah yaralanmaları, medikal malpraktis ve masif iç kanama vakalarında avantaj sağlamaktadır. PMMR Anjiyografi (PMMRA)'de PMBTA ile benzer şekilde damar patolojilerini tespit etmek amacıyla kullanılabilir (59). Bununla birlikte ileri derecede çürümüş veya büyük laserasyonları

bulunan vakalarda Postmortem Anjiyografi uygulanmak istenirse; verilen kontrast madde damar bütünlüğünün bozulduğu alanlardan damar dışına çıkacağı için başarısız olacaktır (60, 71).

PMMR ve PMBT'ye ek olarak görüntüleme kılavuzluğunda biyopsi veya sıvı aspirasyonu gerçekleştirerek, minimal invaziv bir teknikle doku veya vücuttaki sıvı birikimlerinin örnekleri elde edilebilmektedir. Böylece, organların, dokuların veya vücuttaki sıvı birikimlerinin histolojik, toksikolojik veya mikrobiyolojik incelemeleri yapılabilir. PMBT veya PMMR yöntemi, sıvı veya gaz birikimlerinin lokalizasyonunu saptayarak, bu alanlardan örnek alınmasını mümkün kılar (59).

Özellikle beyin, kalp ve akciğerin görüntülemelerinin yapılması ölüm nedeninin belirlenmesinde fayda sağlamaktadır.

### **Postmortem Santral Sinir Sistemi Görüntülemesi**

Santral sinir sistemi görüntülemeleri kafatası kırığı, subaraknoid kanama gibi travma bulgularını iyi bir şekilde belirleyebilmektedir. Bunun yanında artmış kafa içi basınca bağlı herniasyonları, beyin korteksindeki mikrokanamaları, serebellar infarktı ve küçük beyin lezyonlarını göstermede PMMR ve PMBT yöntemleri kullanılabilir (71). Pütrefiye cesetlerin, beyin diseksiyonu sırasında kimi zaman beyin anatomik yapısı korunamamaktadır, bu durumda da kafatası içindeki anatomik yapıların değerlendirilmesinde görüntüleme yöntemleri santral sinir sistemi incelemesinde yardımcı olabilmektedir (71, 72).

### **Postmortem Solunum Sistemi Görüntülemesi**

Akciğerlerin postmortem radyolojik incelenmesi özellikle solunum sistemi kaynaklı ölümlerin otopsileri için önemlidir. Hemotoraks, pnömotoraks, kosta kırıkları, pulmoner ödem, pnömoni, pulmoner tüberküloz bulguları kolaylıkla PMBT ile ortaya konabilir (73). Akciğerin parankimal kontüzyonları ve laserasyonları PMMR ile görülebilir (71). Toraks bölgesinin PMBT ve PMMR'ı ile aort rüptürü de tespit edilebilir (73). Solunum sisteminin yaygın ölüm nedenlerinden biri olan pulmoner embolizm kontrast olmadan görülememekte, anjiyografi ile ise kısmen tespit edilebilmektedir. Ancak postmortem görüntüleme yöntemleri ile pulmoner embolinin tespiti halen kesinlik kazanmamış, tartışmalı konular arasındadır (74).

## **Postmortem Kardiyak Görüntüleme**

KVH nedenli ölümlerde geleneksel X-ray görüntülemesi ve PMBT yöntemlerinin kullanılması hemoperikardium, kalsifiye aterom plakları, kalsifiye kalp kapakları, kardiyovasküler cihazların tanımlanmasında ve lokalizasyonunun belirlenmesinde yardımcı olmaktadır (64). PMBT ve PMMR yöntemleri anjiografisiz ve anjiografi ile birlikte kardiyak nedenli ölümleri tespit etmede kullanılabilen yöntemlerdir (64). Bununla birlikte anjiografisiz kullanılan radyolojik görüntüleme yöntemleri, ani kardiyak ölümlerin büyük çoğunluğunu oluşturan koroner arter hastalığını tespit etmekte yetersiz kalabilmektedir (75). Postmortem anjiografi ana koroner arterlerin paternlerini, stenoz veya obstrüksiyonlarını, stent ve bypass greftlerini değerlendirmede kullanılabilir (64).

Postmortem Kardiyak görüntülemeleri değerlendirdiğimizde; X-ray'in hızlı ve düşük maliyetli bir teknik olması, iskelet sisteminin kolaylıkla görüntülenebilmesi ve radyopak yabancı cisimler ile kalp boyutunun ve aorttaki kalsifikasyonları tespit edebilme gibi avantajları bilinmektedir. Ancak 3D görüntü oluşturamama, yumuşak dokuların görüntülenememesi ve iyonize radyasyona maruziyet riski gibi dezavantajları mevcuttur (76).

PMBT'nin kardiyak görüntülemedeki avantajlarına bakıldığında hızlı uygulanabilir olduğu, nispeten ucuz olduğu, kalp boyutunu, kalsifiye alanları ve radyopak cihazları görüntüleyebildiği, kılavuzlu biyopsilerin mümkün olduğu bilinmektedir. Ancak iyonize radyasyon maruziyeti, veri depolama zorluğu, kutanöz doku ve damarların görüntülemesindeki kısıtlılıklar dezavantajlarındandır. PMBTA'nun avantajları ise damarların görselleştirilebilmesi ve damarlardaki stenoz ve oklüzyonların değerlendirilebilmesi, damarların 3D rekonstrüksiyonuna izin vermesidir. Bununla birlikte PMBTA'nın maliyetinin yüksek ve zor bir teknik olması, histolojik ve radyolojik artefakt oluşturması gibi dezavantajları mevcuttur (76).

PMMR ile yumuşak dokular daha iyi görüntülenebilir, 3D rekonstrüksiyona izin verir ve iyonize radyasyon maruziyeti riski yoktur. Ancak bu yöntem daha uzun süre alan, bakım maliyetleri yüksek, vücut içinde metalik nesnelere varlığında özel dikkat edilmesi gereken bir yöntemdir. Ayrıca postmortem artefaktlar ve ısı değişimi nedeniyle görüntüleme sınırlıdır. PMMR'da da koroner arter lümenlerinin yorumlanması sınırlıdır. PMMRA'da PMMR'a ek olarak damar lümenlerinin

değerlendirilmesi mümkündür. Dezavantajına bakıldığında uzun süren ve zor bir teknik olduğu görülmektedir (76).

Ayrıca KAH'dan şüphelenilen vakalarda izole kalbin görüntülemesi, tüm vücut görüntülemesine göre daha kolay ve erişilebilir olduğu için kalbin çıkarılmasının ardından kalp uygun bir kap içerisine konularak izole kalp görüntülemesi yapılabilmektedir (64, 77).

### **Postmortem Koroner Arter Kalsiyum Skorlaması**

Postmortem KAKS, otopsi vakalarında koroner arterlerindeki kalsiyum miktarının ölçülmesiyle hesaplanır. Bu skor, kişide KAH bulunma olasılığını değerlendirmek için kullanılabilir (8). KAKS'larının aterosklerozu öngörmedeki değeri iyi bilinmektedir. Ancak ölüm nedenini belirlemede yardımcı olmak için KAKS'ın faydası kesin olarak bilinmemektedir. Postmortem vakalarda, kan akımı olmayan durumlarda KAKS'ların uygulanabilirliği ve klinik değeri henüz doğrulanmamıştır (78).

### **OTOPSİ**

Türkiye'deki otopsiler adli ve tıbbi otopsiler olarak ikiye ayrılır. Tıbbi otopsiler genellikle ailenin isteği üzerine yapılır. Adli otopsiler ise Cumhuriyet Savcısı'nın otopsi kararı alması üzerine yapılmaktadır. Adli otopsilerde 5271 sayılı Ceza Muhakemeleri Kanunu Madde 86-89'da tanımlandığı üzere, zorunlu haller haricinde bir adli tıp ve bir diğer branş uzmanı, zorunlu haller durumunda pratisyen hekim tarafından yapılır (79).

### **Kalp Diseksiyonu**

Bütün vakalarda kalbin diseksiyonu önemli olmakla birlikte özellikle doğal nedenli ani ölümlerde kalp büyük önem arz etmektedir. Bu grubun büyük çoğunluğunu ani kardiyak ölümler oluşturur (80).

Postmortem kalp incelemesinin standardize edilebilmesi için Association for European Cardiovascular Pathology tarafından 2017 yılında yenilenen otopsi prosedürü yayınlanmıştır. Bu prosedürde dış muayenede dikkat edilmesi gerekenler aşağıda listelenmiştir:

- Vücudun kilo ve uzunluğu kaydedilir.
- Herhangi bir dismorfik görünüm incelenir.

- Tüm yaralanmalar detaylı bir şekilde incelenir, gerekli görülürse bilgisayarlı tomografi (BT) ve magnetik rezonans görüntüleme (MR) yöntemleri kullanılır.
- İntravenöz girişim, entübasyon, EKG pedleri, defibrilatör ve elektrik yanıkları, travmatik lezyonlar kontrol edilir.
- İnternal kardiyak defibrilatör ve pacemaker olup olmadığı kontrol edilir.

Standart kalp inceleme prosedürü ise aşağıdaki şekildedir:

- Perikardium kontrol edilir, açılır ve perikardiyal kavite incelenir.
- Büyük arterler incelenir, emboli yönünden incelemek amacıyla pulmoner arter in situ olarak açılır.
- Eğer konjenital kalp hastalıklarından şüpheleniliyorsa kalp ve akciğerler blok olarak çıkarılır.
- Eğer aort diseksiyonundan şüpheleniliyorsa asendan aortadan iliak bifurkasyona kadar devamlılığı korunmalıdır.
- Pulmoner venler kontrol edilir ve kesilir. Superior vena kava sinus nodunu koruyarak sağ atrium krestine ile superior vena kavanın birleştiği noktanın 2 cm üstünden kesilir.
- Vena kava inferior diyafragma yakın mesafeden kesilir.
- İnteratriyal vena kavadan kalbin apeksine kadar sağ atriyum açılır.
- Superior pulmoner venler ile sol atrial apendiks kesilerek sol atrium açılır.
- Atriyal boşluklar ve interatriyal septum incelenir, foramen ovale'nin açık olup olmadığı belirlenir.
- Mitral ve triküspit kapakçıkları varsa kapak protezleri yukarıdan incelenir, papiller kaslar ve korda tendinianın bütünlüğü kontrol edilir.
- Aorta, pulmoner arterler, aort ve pulmoner kapaklar varsa kapak protezleri kontrol edilir.
- Koroner arterler incelenir:
  - o Koroner ostiumun boyutu, şekli, konumu, sayısı ve açıklığı incelenir.
  - o Ana koroner arterlerin boyutu, seyri ve baskınlığı değerlendirilir.

- Ana koroner arterler, diagonal ve marginal arterler de dahil olmak üzere seyirleri boyunca 3 mm aralıklarla enine kesiler yapılır ve açıklıkları kontrol edilir.
- Ağır kalsifiye koroner arterler bütün şekilde çıkarılmalı, dekalsifiye edildikten sonra enine kesitler yapılabilir veya keskin bir makas yardımıyla in situ enine kesitler de atılabilir.
- Metalik stent içeren koroner arter segmentleri, reçine yerleştirme olanakları olan laboratuvarlara intakt olarak gönderilmelidir. Bu yöntem, stent yerinde iken arter duvarının anatomik ilişkilerini koruyarak kesilmesine izin verir. İmplantasyondan sonraki ilk saatlerde veya günlerde stentler uzunlamasına açılabilir, çıkarılabilir ve trombüs açısından kontrol edilebilir. Alternatif olarak, stent lümenini incelemek üzere stentli damarı kesmek için bistüri kullanılabilir. Herhangi bir ileri incelemeden önce stentli damarın radyolojik görüntülemesi önerilmektedir.
- Koroner arter bypass greftleri enine kesitlerle dikkatlice incelenmelidir. Proksimal ve distal anastomoza özellikle dikkat edilmelidir.
- Kalbin apeksinden başlayarak midventriküler hatta kadar 1 cm aralıklarla transvers kesitler yapılır. Kesitlerdeki myokardiyum, endokardiyum ve ventriküler kavite dikkatle incelenir.
- Triphenyltetrazolium boyaması akut miyokard infarktüsünün ön incelemesinde kullanılabilir.
- Kan boşaltıldıktan sonra aşağıdaki ölçümler yapılır.
  - Toplam kalp ağırlığı ölçülür.
  - Duvar kalınlıkları: sol ventrikül ve sağ ventrikülün orta serbest duvarının ve interventriküler septumun kalınlığı ölçülür.
  - Geri kalan kalp kanın akış yönüne göre açılır. Atrium ve ventriküllerin iç yüzleri ve kapaklar incelenir (64).

Kalp diseksiyonu için yaygın olarak kullanılan başka bir yöntem de Prausnitz tarafından modifiye edilen Virchow methodudur. Bu diseksiyonda vena kavadan itibaren kan akım yönü takip edilir. Kalp sağ ventrikülün lateral kenarından pulmoner



konusa ve pulmoner artere kadar kesilir. Ardından sol atrial venler sol atrium ve sol ventrikülün kenarından sol kalbin kan akış yönü izlenir ve aorta açılır. Ardından koroner arterler 3 mm aralıklarla enine kesilerle diseke edilerek incelenir (80).

Kalp diseksiyonu esnasında geçirilmiş eski MI ve akut MI nedeniyle kalp kasındaki hasarları ve değişiklikleri gösteren tipik makroskopik patoloji bulguları tespit edilebilmektedir. Kan akışının kesilmesiyle birlikte ilk 12-18 saat boyunca makroskopik bulgu görülmeyebilir. Bu sürenin sonunda solukluk ve koyu beneklenmeler görülebilir. Birinci günün sonundan itibaren ve 2-3. günlerde kırmızı çizgilenmeler ve sarı renk değişimi görülür. 3-7. günlerde infarkt alanının; kenarlarında hiperemi belirginleşir ve merkezinde sarı renk değişimi belirginleşir. Birkaç gün sonra infarkt alanı daha yumuşak ve frajil hale gelir. Üçüncü haftadan itibaren infarktın merkezi jelatinöz bir yapı alır ve gri renge dönüşür. Ardından 1-2 ay içerisinde infarkt alanında fibrotik doku oluşur ve gri beyaz renk değişimi görülür (1, 81, 82).

## GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamız ile ilgili olarak gerekli literatür taraması yapılmış, bunun ardından hipotez oluşturulmuştur.

Çalışmaya başlamadan önce Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'na başvuruda bulunularak 30/11/2021 tarih ve 60116787-020/136553 sayılı onay kararı alınmıştır.

Çalışmamız Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 28/04/2022 tarih ve 2022TIPF010 proje numarası ile desteklenmiştir.

### **Vakaların Toplanması**

Çalışmamıza etik kurul onayının alınmasını takiben 6 (altı) aylık sürede Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Adli Tıp Anabilim Dalı otopsi salonunda yapılmış olan 126 adet medikolegal otopsi vakası dahil edilmiştir.

### **Çalışmadan dışlanma kriterleri**

- İleri derecede pütrefiye, karbonize veya parçalanmış cesetler,
- 18 yaş altı vakalar,
- Sistemik otopsi yapılmamış vakalar çalışmaya alınmamıştır.

Tüm olguların boy uzunlukları mezura ile santimetre cinsinden ve ağırlıkları ise sedye baskülü ile kilogram cinsinden ölçülmüştür. Vücut-kitle indeksleri (VKİ) bu veriler kullanılarak hesaplanmıştır.

Sistemik otopsi yapılan 126 olguda kalp usulüne uygun şekilde torakstan çıkarılmıştır. Otopsi devam etmekteyken, kalp plastik kutu (şekil 6-a) içerisine, her seferinde kalbin arka yüzü aşağı gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Ardından kalp Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Bilgisayarlı Tomografi Çekim Odası'na götürülerek Philips Ingenuity CT cihazıyla kalsiyum skorlamasına uygun olacak şekilde ÇKBT görüntülemesi (şekil 6-b) yapılmıştır.



**Şekil 6: İzole kalp taşıma kutusu(a), izole kalp ÇKBT çekimi(b)**

İzole kalbin ÇKBT çekiminin ardından kalp tekrar otopsi salonuna getirilip usulüne uygun diseke (Association for European Cardiovascular Pathology'nin 2008 yılında yayınlanıp 2017'de güncellenen kılavuzuna göre) edilmiş olup, her seferinde aynı kişi tarafından değerlendirilmiş ve elde edilen tüm bulgular kaydedilmiştir (64). Koroner arter kesitlerindeki stenoz oranları şematik diyagram ile karşılaştırma yapılarak belirlenmiş ve lokalizasyonları ayrıntılı bir şekilde kaydedilmiştir. Kullanılan şematik diyagram, Champ ve Coghill tarafından yayınlanmış olup, aterosklerotik koroner arterlerin enine kesit alanlarındaki lümen darlığının yüzdesini belirlemekte kullanılmaktadır (83). Stentli damarlarda, metalik stentli kısım haricindeki koroner arter kısımlarına ait darlıklar kaydedilmiştir.

Kalp diseksiyonundan elde edilen makroskobik bulgular (koroner arter ateroskleroza ve kalsifikasyonu, en yüksek darlık oranı, trombus mevcut olup olmadığı, miyokartta varsa patolojik bulgular ve anatomik yerleşim yerleri), kişinin yaşı, cinsiyeti, kilosu, boyu, batin cilt altı yağ doku kalınlığı (BCAYDK), ölüm nedeni, kalbin ağırlığı, sağ-sol ventrikül kalınlıkları, kalp kapak ölçüleri, bypass veya stent uygulanmış olup olmadığı kayıt altına alınmıştır.

Çalışmamızda sadece kalbin bilgisayarlı tomografisi çekilmiş olup, kalp uygun şekilde diseke edilmesini takiben tekrar vücut boşluğuna bırakılmıştır ve böylelikle bu araştırma amacıyla cesetten herhangi bir doku veya organ alınmamıştır.

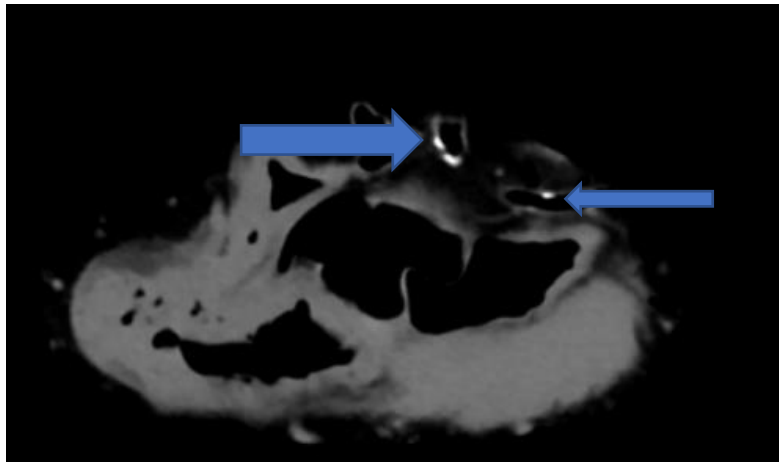
Başlangıçta çalışmanın yapılacağı örneklem büyüklüğünün belirlenmesinde %90 güç için; koroner arter kalsifikasyon prevalansı %30, çift yönlü test null kapa değeri %60, beklenen kapa değeri %90 olarak alındığında, gerekli büyüklük 89 vaka

olarak hesaplanmış olmakla birlikte (84) çalışmanın gücünü geliştirmek için belirlenen süre içinde gelen, uygun yeni olgular alınmaya devam edilmiştir.

### **Koroner Arter Kalsiyum Skorlaması**

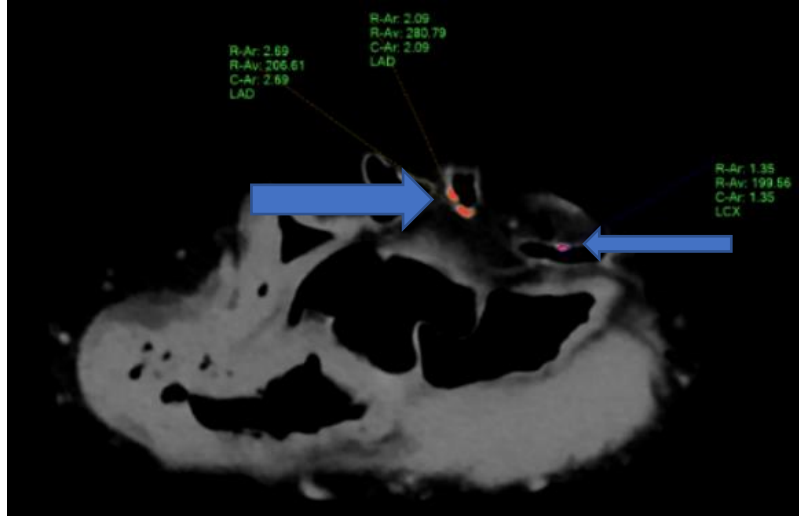
İzole kalp görüntülemesi Philips Ingenuity CT 128 cihazı ile 1 mm kesit kalınlığında elde edilmiştir. Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) formatında kayıtlı olan izole kalp BT görüntüleri IntelliSpace Portal 10.1 yazılımına aktarılmıştır. Koroner arter kalsiyum yükünü hesaplamak için görüntüler HeartBeat-CS eklentisiyle açılmış ve ölçüm yöntemi olarak Agatston Skorlama yöntemi seçilmiştir. Bu program komşu piksellerdeki, en az 1 mm<sup>2</sup> alanda 130 HU'dan yüksek dansitedeki bölgeleri kalsifikasyon olarak değerlendirip boyamaktadır. Bu boyanan alanlar radyoloji anabilim dalı ile birlikte incelenerek, sol ana koroner arter, sol ön inen arter, sirkümfleks arter ve sağ koroner arter olmak üzere 4 ana koroner arter ayrı ayrı işaretlenmiştir (Şekil 7, 9). İşaretli alanlar program tarafından otomatik olarak hesaplanarak koroner arterlerin tek tek ve toplam Agatston skoru elde edilmiştir. Koroner arterlere ek olarak kalp kapaklarının ve kesit alanına giren aortanın kalsiyum skoru Agatston Skoru cinsinden hesaplanmıştır. Koroner arter kalsiyum skorları hesaplanırken karşılaşılan metalik stentler işaretlenmemiş olup, aynı koronerin stent dışında kalan kısımlarındaki KAKS'ı hesaplanmıştır.

Aynı vakalar Agatston Skorlama programında isimsiz bir şekilde tekrar işaretlenerek aynı Agatston Skorları elde edilip edilmediği kontrol edilmiştir. Tekrarlanan Agatston skorlarında bir değişiklik mevcut olmadığı tespit edilmiştir.



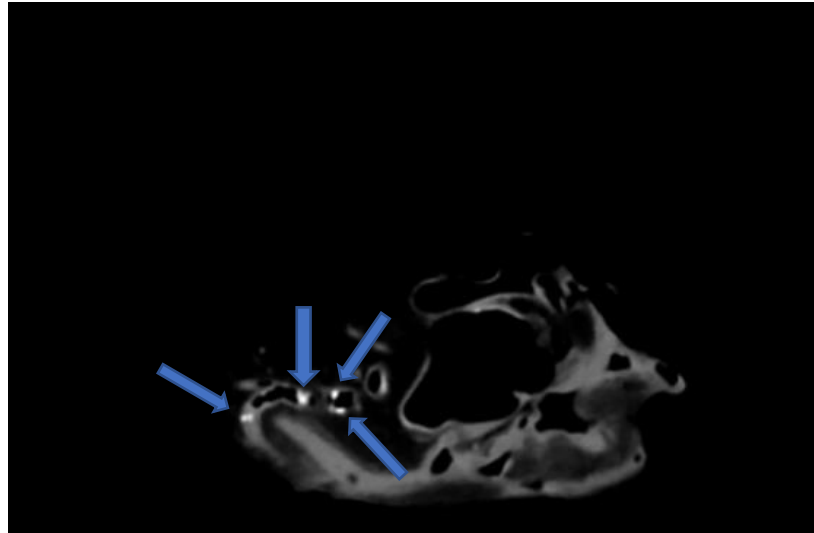
**Şekil 7: İzole kalp ÇKBT görüntüsüne ait bir kesit**

- İzole kalp aksiyal kesitinde LAD (kalın ok) ve Cx (ince ok) koronerlerindeki hiperdens alanlar görülmektedir.



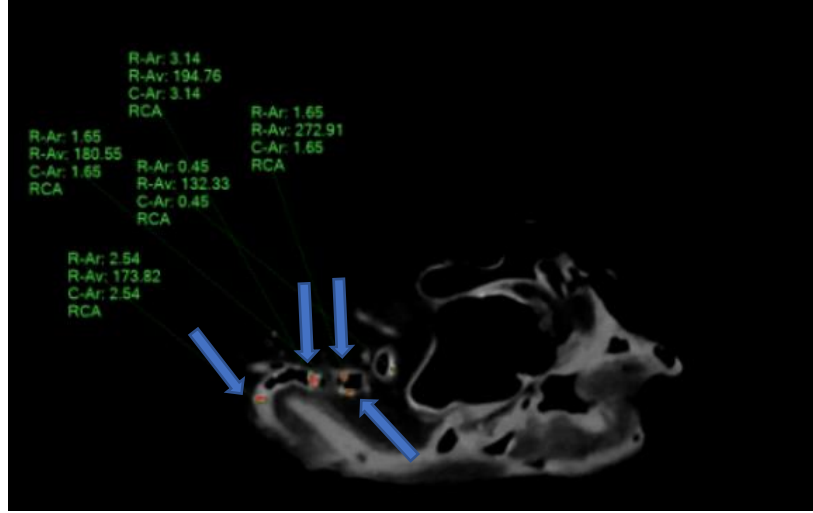
**Şekil 8: İzole kalp ÇKBT görüntüsünün Agatston Skorlama programında işlenmiş bir kesiti**

- Bu görüntü Şekil 7'deki kesitin Agatston Skorlama programında işlenmiş hali olup, LAD (kalın ok) ve Cx (ince ok) koronerlerinde kalsifikasyon yönünde algılanan alanlar program tarafından otomatik olarak boyanmış olup, ardından boyalı alanlar tarafımızca işaretlenmiştir.



**Şekil 9: İzole kalp ÇKBT görüntüsüne ait bir kesit**

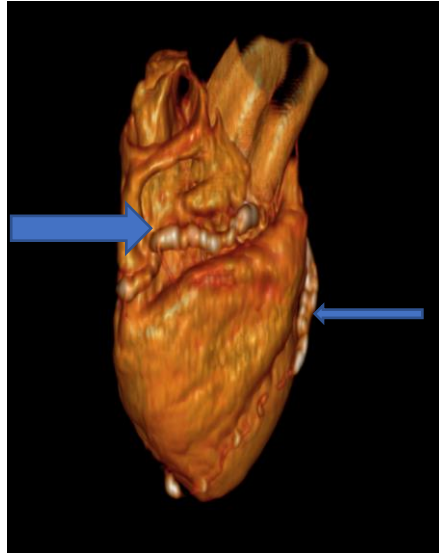
- İzole kalp aksiyal kesitinde RCA'da bulunan hiperdens alanlar ok ile gösterilmiştir.



**Şekil 10: İzole kalp ÇKBT görüntüsünün Agatston Skorlama programında işlenmiş bir kesiti**

- Bu görüntü Şekil 9'daki kesitin Agatston skorlama programında işlenmiş görüntüsü olup RCA'da kalsifikasyon yönünde algılanan alanlar program tarafından boyanmış (ok işareti ile gösterilmiştir) olup tarafımızca işaretlenmiştir.

Agatston Skorlama işlemi ile kalp kapaklarının ve kesit alanına giren aort kökü ve asendan aortanın da Agatston Skorlaması yapılmıştır. İzole kalp ÇKBT kesitleri incelenirken aynı zamanda 3 boyutlu analizi de incelenmiştir. Bu inceleme sırasında kalbin anatomisinde, koroner arterlerin seyirleri ve şekillerinde major patoloji olup olmadığı incelenmiştir.



**Şekil 11: İzole kalp ÇKBT 3D görüntüsü**

- İzole kalp ÇKBT 3 boyutlu görüntüsünde RCA (kalın ok) ve LAD (ince ok)'nin ok ile gösterilen alanları kalsifikasyon lehine yorumlanmış olup daha sonra Agatston Skorlama programında bu alanların kalsifikasyon odakları olduğu doğrulanmıştır.

Kişinin Agatston Skoru ile yaş, cinsiyet ve etnik kökeni baz alarak persantil olarak KAKS'ın hesaplanmasını sağlayan uygulama (<https://www.mesa-nhlbi.org/Calcium/input.aspx> web sitesindeki uygulama aracılığıyla) ile 45-84 yaş arası vakalarda MESA KAKS persantili hesaplanmıştır.

### **İstatistiksel Analiz**

Çalışmanın istatistiksel analizlerinde SPSS 25.0 (Statistical Package for the Social Sciences SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA) istatistik paket programı kullanılmıştır. Sürekli değişkenlerin ortalama ve en düşük-en yüksek değerleri kullanılarak ifade edildiği, kategorik değişkenlerin ise sayı ve yüzdeleriyle gösterildiği bir veri seti kullanılmıştır. Verilerin normal dağılıma uygunluğu, Shapiro-Wilk testi ile değerlendirilmiştir. Analizlerimizde kullandığımız veriler parametrik test varsayımları sağlamadığı için iki grubun farklılıklarını karşılaştırmak için Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. İki veya daha fazla grubun karşılaştırılmasında, Kruskal-Wallis analizi kullanılmıştır.

Koroner arter darlık yüzdesini ve Koroner arter hastalığı kaynaklı ölümlerin tespitinde kullanılacak koroner arter kalsiyum skorunun tanısıl gücünü belirlemek için Receiver Operating Characteristic (ROC) analizi yapılmış ve eğri altındaki alan (AUC) ile Youden indeksine dayalı bir kesme değeri belirlenmiştir. Sürekli değişkenler arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için Spearman korelasyon testi kullanılmıştır. Analizlerde p değerlerinin <0.05 olması istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

## BULGULAR

Çalışmamıza 126 adet vaka dahil edilmiştir. Tüm vakaların sistematik otopsi bulguları ve izole kalp BT'leri incelenmiştir.

**Tablo 4: Vakaların koroner arter darlık oranları, KAKS'ları ile genel özellikleri - 1**

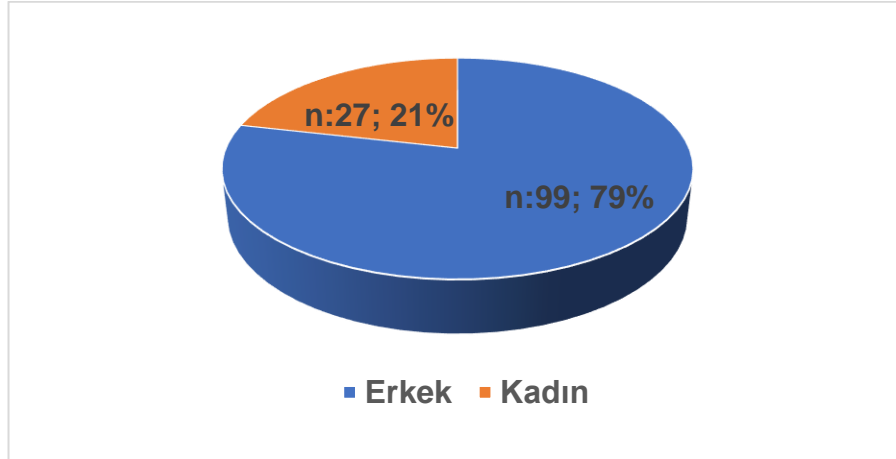
	yaş	cinsiyet	VKİ	BCAYDK	Makro. MI bulgusu	Ölüm nedeni	LMCA	KAKS	LAD	KAKS	CX	KAKS	RCA	KAKS	Top. KAKS
1	70	K	39,1	14	MI bulgusu yok	KAH	%0	0	%40	433,32	%80	52,45	%40	220,72	706,72
2	75	E	31,8	5	Akut MI	KAH	%20	0	%90	350,3	%40	24,08	%50	0	374,38
3	81	K	26,7	3	Akut+Eski MI	KAH	%20	0	%90	99,38	%0	0	%90	14,36	113,74
4	36	E	29,4	4,5	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%20	0	%0	0	%0	0	%0	0	0
5	71	K	29,7	5	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%20	112,04	%20	82,43	%20	0	194,47
6	62	E	27,5	5	Akut MI	KAH	%20	298,31	%90	605,77	%90	122,67	%90	576,52	1603,27
7	19	E	19,2	1,5	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%0	0	%0	0	%0	0	0
8	65	E	26,2	4	Akut+Eski MI	KAH	%0	102,13	%90	508,97	%100	310,82	%80	132,28	1054,2
9	58	E	29,4	5	Akut MI	KAH	%50	73,37	%70	594,64	%80	488,99	%70	1867,82	3025,82
10	56	E	25,5	4	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%40	163,29	%50	73,62	%40	0	%50	11,09	248
11	34	E	32	5	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%0	0	%0	0	%0	0	0
12	31	E	25,6	2	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%0	0	%0	0	%0	0	0
13	57	E	24,1	3,5	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%20	0	%20	0	%0	0	0
14	64	E	21,1	3	Eski MI	Doğal olmayan	%0	0	%0	0	%0	0	%0	0	0
15	63	E	19,6	2	Eski MI	Doğal olmayan	%0	64,24	%90	415,61	%30	36,35	%50	295,21	808,41
16	25	E	20,4	2	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%0	0	%0	0	%0	0	0
17	23	E	19,1	1,5	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%20	0	%0	0	%0	0	%0	0	0
18	47	E	20,5	1,5	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%0	0	%0	0	%0	0	0
19	43	E	22,8	1,5	Akut+Eski MI	KAH	%30	0	%90	111,67	%80	168	%60	198,95	479,54
20	49	K	27,3	4	MI bulgusu yok	KAH dışı Doğal	%0	0	%0	0	%20	0	%0	0	0
21	40	E	37,6	6	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%20	0	%0	0	%0	0	0
22	83	K	26	4	MI bulgusu yok	KAH dışı Doğal	%0	23,46	%90	394,84	%0	82,51	%20	1307,19	1712,57
23	34	E	31,1	6	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%20	0	%0	0	%0	0	0
24	78	E	21,5	1	MI bulgusu yok	KAH dışı Doğal	%0	0	%0	3,08	%0	1,66	%0	0	4,74
25	29	E	29,3	4	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%0	0	%0	0	%0	0	0
26	64	E	33,8	6	Akut MI	KAH	%0	0	%90	25,96	%0	0	%40	50,71	76,67
27	49	K	21,3	2,5	MI bulgusu yok	KAH dışı Doğal	%0	0	%50	0	%20	0	%50	5,89	5,89
28	33	E	36,4	5	Eski MI	Doğal olmayan	%0	0	%0	0	%0	0	%0	0	0
29	22	E	22,2	3,5	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%20	0	%0	0	%0	0	0
30	50	E	13,8	1	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%10	22,04	%0	0	%0	0	22,04
31	47	E	25,9	3	Eski MI	Doğal olmayan	%40	39,26	%60	29,08	%0	0	%10	8,35	76,69
32	29	E	22,6	2	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%10	0	%10	0	%0	0	0
33	54	E	30	3,5	Akut MI	KAH	%10	7,95	%70	462,02	%40	252,4	%100	253,53	975,9
34	56	E	26,3	3	Akut+Eski MI	KAH	%50	71,55	%70	215,34	%80	43,66	%80	101,78	432,34
35	70	K	23,5	3	Eski MI	Doğal olmayan	%60	76,9	%90	781,2	%80	710,23	%80	434,33	2002,66
36	70	E	24,2	2,5	Akut+Eski MI	KAH	%0	0	%0	0	%0	0	%10	0	0
37	54	E	15,4	2	MI bulgusu yok	KAH dışı Doğal	%0	0	%60	111,21	%0	0	%0	0	111,21
38	57	E	37,5	4	Akut+Eski MI	KAH	%0	0	%90	352,9	%40	132,9	%60	83,94	569,81
39	71	E	29,4	4,5	Eski MI	Doğal olmayan	%0	0	%70	0	%30	0,84	%30	14,2	15,04
40	90	E	25,6	3	Eski MI	KAH dışı Doğal	%0	163,06	%30	407,05	%60	408,28	%20	268,26	1246,65
41	52	E	23,7	2	Akut MI	KAH	%0	0	%40	681,88	%100	403,87	%40	72,51	1158,26
42	33	E	29,4	4	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%20	2,22	%0	0	%0	0	2,22
43	44	E	23,1	2	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%10	0	%0	0	%50	0	0
44	81	K	28	4	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%0	1,16	%10	14,27	%0	0,85	16,28
45	62	E	24,3	2,5	Eski MI	Doğal olmayan	%0	71,22	%50	217,52	%50	40,68	%90	41,61	371,03
46	32	E	23	2	MI bulgusu yok	KAH dışı Doğal	%0	0	%0	0	%0	0	%0	0	0
47	75	K	27	4	MI bulgusu yok	KAH	%0	0	%0	0	%0	0	%0	86,8	86,8
48	64	E	17,2	1	MI bulgusu yok	KAH	%0	0	%0	0	%0	0	%80	2,27	2,27
49	52	E	25,7	3	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%30	0	%80	76,17	%80	156,09	%0	8,13	240,39
50	56	E	22,8	2	Eski MI	KAH dışı Doğal	%0	0	%20	142,52	%0	58,44	%0	27,75	228,71
51	57	K	31,4	4	Eski MI	Doğal olmayan	%0	0	%100	334,7	%0	0	%30	1	335,7
52	40	K	38,1	6	MI bulgusu yok	KAH	%30	0	%30	101,61	%60	21,52	%80	149,67	272,8
53	42	E	26,9	3	Eski MI	KAH	%0	0	%70	78,5	%30	28,08	%40	1,3	107,88
54	25	E	29,9	6,5	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%0	0	%0	0	%0	0	0
55	40	E	21,6	2	Akut+Eski MI	KAH	%0	0	%100	48,47	%90	29,91	%50	43,93	122,6
56	56	E	21,3	1,5	MI bulgusu yok	KAH dışı Doğal	%30	0	%70	318,64	%80	143,54	%40	53,85	516,03
57	42	E	28,7	2,5	Akut MI	KAH	%0	0	%90	0	%80	5,8	%60	0	5,8
58	68	E	29,3	3,5	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%0	0	%0	0	%0	0	0
59	47	E	27,2	4	Akut+Eski MI	KAH	%0	0,24	%40	47,57	%70	0	%40	20,63	68,44
60	88	K	18,4	2	Akut+Eski MI	KAH	%40	47,42	%80	273,41	%50	152,41	%100	45,13	518,37
61	92	E	15,2	0,7	MI bulgusu yok	KAH dışı Doğal	%0	14,17	%90	173,07	%40	21,14	%10	470,27	678,65
62	83	E	22,6	3	Eski MI	KAH	%10	11,01	%90	884,1	%0	85,23	%90	688,47	1668,65
63	67	K	24,6	2	Akut MI	KAH	%0	12,05	%90	109,8	%50	40,73	%10	1,18	163,76



**Tablo 5: Vakaların koroner arter darlık oranları, KAKS'ları ve genel özellikleri - 2**

	yaş	cinsiyet	VKİ	BCAYDK	Makro. MI bulgusu	Ölüm nedeni	LMCA	KAKS	LAD	KAKS	CX	KAKS	RCA	KAKS	Top. KAKS
64	39	E	24,8	3	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%5	0	%20	0	%0	0	%20	0	0
65	31	E	67	14	MI bulgusu yok	KAH dışı Doğal	%0	0	%10	0	%0	0	%0	0	0
66	78	E	23,7	2	Akut+Eski MI	KAH	%40	0	%20	0	%0	0	%20	0	0
67	58	E	24	3	Akut+Eski MI	KAH	%40	18,29	%90	226,51	%40	30,7	%90	426,59	702,09
68	31	K	27,6	4	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%0	0	%0	0	%0	0	0
69	59	E	25,4	2	Eski MI	Doğal olmayan	%0	102,17	%20	215,38	%0	9,66	%40	751,07	1078,28
70	30	E	24,2	3	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%0	0	%0	0	%0	0	0
71	54	E	20,8	2,5	Akut+Eski MI	KAH	%0	0	%50	40,57	%20	36,91	%50	0	77,48
72	38	E	21,9	3,5	MI bulgusu yok	KAH dışı Doğal	%0	0	%10	0	%0	0	%0	0	0
73	40	E	22,7	2	MI bulgusu yok	KAH dışı Doğal	%0	0	%10	0	%0	0	%0	0	0
74	48	E	22,2	1,5	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%0	0	%0	0	%0	0	0
75	46	K	30	5	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%0	0	%0	0	%0	0	0
76	62	E	27,5	3	Akut MI	KAH	%50	33,86	%90	101,59	%70	0,93	%50	0	136,38
77	62	E	30,9	3,5	Akut MI	KAH	%0	100,14	%100	118,41	%50	15,89	%70	9,54	243,98
78	45	E	25,5	4,5	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%10	0	%0	0	%0	0	0
79	34	E	26,5	4	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%5	0	%0	0	%0	0	0
80	31	E	19,8	2,5	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%10	0	%0	0	%10	0	0
81	27	E	23,4	2	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%20	0	%0	0	%0	0	0
82	49	E	24,9	2	Akut MI	KAH	%0	0	%40	27,02	%0	0	%20	0	27,02
83	44	E	16,3	0,8	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%0	0	%0	0	%0	0	0
84	74	K	23,2	3	Eski MI	KAH	%0	33,38	%80	240,79	%80	310,52	%20	532,83	1117,52
85	39	E	19,8	2	MI bulgusu yok	KAH dışı Doğal	%0	0	%40	11,42	%0	0	%0	0	11,42
86	48	K	39,8	8	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%0	0	%0	0	%0	0	0
87	47	E	24,9	5	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%0	0	%0	0	%20	0	0
88	23	E	21,3	4	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%0	0	%0	0	%0	0	0
89	43	K	30,1	5	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%20	0	%0	3,2	%0	0	3,2
90	41	E	20,2	1,5	MI bulgusu yok	KAH dışı Doğal	%0	0	%0	15,07	%0	0	%0	0	15,07
91	55	E	22,2	2	MI bulgusu yok	KAH	%20	0	%100	173,84	%20	33,5	%80	40,56	247,9
92	68	E	34,6	3,5	Eski MI	Doğal olmayan	%0	178,53	%100	589,94	%100	618,27	%80	659,18	2045,92
93	45	E	26,4	5	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%0	0	%0	0	%0	0	0
94	43	K	28,6	6	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%0	0	%0	0	%0	0	0
95	53	E	29,9	5	Akut+Eski MI	Doğal olmayan	%0	0	%30	64,25	%90	15,58	%60	169,01	248,84
96	51	K	20,6	2	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%20	0	%10	0	%0	0	0
97	43	E	27,3	4	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	63,58	%0	288,49	%0	49,27	%0	50,07	451,41
98	72	E	19,5	3	Akut+Eski MI	KAH	%40	0	%90	0	%10	0	%70	0	0
99	39	E	21,3	1	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%0	33,16	%0	229,54	%0	269,53	532,23
100	41	E	27,2	3	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%20	0	%50	0	%50	0	%80	0	0
101	59	E	27,7	3	MI bulgusu yok	KAH	%0	0	%10	0	%10	0	%0	0	0
102	51	E	22	5	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%80	57,46	%10	4,91	%50	0	62,37
103	54	E	18,2	3	Akut MI	KAH	%0	0	%70	128,41	%50	28,48	%70	183,78	340,67
104	31	K	18	2	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%0	0	%0	0	%0	0	0
105	34	K	28,2	3	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%0	0	%0	0	%0	0	0
106	45	K	32	4,5	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%0	0	%0	0	%0	0	0
107	34	K	30,4	4	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%0	0	%0	0	%0	0	0
108	43	E	28,2	4	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%30	46,95	%0	4,32	%20	0	51,27
109	50	E	29,4	2	Eski MI	Doğal olmayan	%0	0	%0	20,24	%0	0,52	%70	45,66	66,42
110	65	E	17,7	0,5	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%30	40,49	%40	0	%10	0	40,49
111	50	E	30,6	4	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%10	0	%10	0	%0	0	%80	0	0
112	31	K	18,5	1,5	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%10	0	%0	0	%0	0	0
113	29	E	18,9	2	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%0	0	%0	0	%0	0	0
114	28	E	28	4	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%70	0	%0	0	%10	0	0
115	27	E	18,5	0,5	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%0	0	%0	0	%0	0	0
116	74	E	17,8	2	Eski MI	Doğal olmayan	%30	0	%20	280,54	%20	27,02	%40	63,58	371,14
117	62	E	28,4	3	Eski MI	Doğal olmayan	%30	95,37	%100	1300,97	%100	73,91	%100	2198,22	3668,47
118	77	K	25,4	6	Eski MI	KAH	%10	0	%10	3,97	%10	30,2	%20	0	34,17
119	36	E	23,2	4,5	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%40	0	%0	0	%0	0	0
120	89	E	28,4	3	Akut MI	KAH	%0	58,32	%60	288,69	%70	89,56	%70	594,04	1030,61
121	38	E	23,1	3	Akut+Eski MI	KAH	%0	0	%20	0	%70	5,36	%50	0	5,36
122	67	K	32	2	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%10	0	%0	0	%0	0	0
123	70	E	19,8	1,5	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%20	0	%20	19,07	%20	0	%10	0	19,07
124	65	E	23,5	3,5	Eski MI	Doğal olmayan	%20	0	%20	222,52	%30	252,72	%20	1056,19	1531,43
125	47	E	24,5	4	Akut MI	KAH	%0	0	%50	22,05	%70	17,22	%20	7,56	46,83
126	23	E	40,9	5	MI bulgusu yok	Doğal olmayan	%0	0	%0	0	%0	0	%0	0	0

Çalışmamıza dahil edilen 126 vakanın yaşları, cinsiyetleri, VKİ'leri, BCAYDK'ları, makroskopik miyokard infarktüsü bulguları, ölüm nedenleri, koroner arterlerin darlık oranları, koroner arterlerin ayrı ayrı KAKS'ları ve toplam KAKS değerleri tablo 4-5'de gösterilmiştir.



**Şekil 12:** Vakaların cinsiyete göre dağılımı

Çalışmamıza dahil edilen 126 vakanın %79'u (n=99) erkek, %21'i (n=27) kadındı. Vakaların cinsiyet dağılımı Şekil 12'de verilmiştir.

Tüm vakaların minimum ve maksimum yaşları 19 ve 92 idi. Yaşların ortalaması  $50,93 \pm 17,21$  idi. Vakaların boyları minimum 144 cm ve maksimum 194 cm olarak ölçülmüş olup, ortalaması  $169,72 \pm 9,55$  cm [ortanca değer:171] olarak saptandı. Kilo ölçümlerinde, vakalardaki bireylerin kilosu minimum 37 kg ve maksimum 210 kg olarak ölçülmüş olup, ortalama kilo  $74,46 \pm 20,79$  [ortanca değer: 73] olarak saptanmıştır. VKİ minimum  $13,82$  kg/m<sup>2</sup> ve maksimum  $67,03$  kg/m<sup>2</sup> olarak hesaplanmış olup, ortalama VKİ  $25,78 \pm 6,49$  [ortanca değer: 25,41] olarak saptanmıştır. BCAYDK ölçümleri için, örneklemdeki bireylerin BCAYDK değerleri minimum 0,50 cm ve maksimum 14,00 cm olarak ölçülmüş olup, ortalama BCAYDK  $3,37 \pm 1,97$  [ortanca değer: 3] olarak saptanmıştır.

Kalp kapağı çevreleri ölçümleri için, örneklemdeki bireylerin aort kapağı çevresi ortalama  $6,99 \pm 0,91$  cm [ortanca değer: 7], pulmoner kapak çevresi ortalama  $7,11 \pm 0,90$  cm [ortanca değer: 7], mitral kapak çevresi ortalama  $10,45 \pm 1,06$  cm [ortanca değer: 10] ve triküspit kapak çevresi ortalama  $11,52 \pm 1,13$  cm [ortanca değer: 11] olarak saptanmıştır. Sol ve sağ ventrikül duvar kalınlıkları için sırasıyla ortalama değerler  $15,11 \pm 2,25$  cm [ortanca değer: 15 cm] ve  $4,68 \pm 1,22$  cm [ortanca değer: 4

**Tablo 6:** Vakaların koroner arter darlık oranları, KAKS'ları ile genel özelliklerinin tanımlayıcı istatistiksel analizi

	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Ortanca Değer	Minimum	Maksimum
Yaş	50,9286	17,21496	49	19,00	92,00
Boy (cm)	169,7222	9,54538	171	144,00	194,00
Kilo (kg)	74,4643	20,79771	73	37,00	210,00
Vücut Kitle İndeksi (kg/m <sup>2</sup> )	25,7794	6,49155	25,4115	13,82	67,03
BCAYDK (cm)	3,3730	1,97251	3	0,50	14,00
Kalp kapağı çevreleri (cm)					
Aort kapağı	6,9960	0,91323	7	5,00	10,00
Pulmoner kapak	7,1111	0,90308	7	5,00	9,00
Mitral kapak	10,4524	1,06100	10	8,00	13,00
Triküspit kapak	11,5238	1,13112	11	8,00	15,00
Sol ve Sağ ventrikül duvar kalınlıkları (cm)					
Sol ventrikül	15,1111	2,25290	15	10,00	25,00
Sağ ventrikül	4,6786	1,22060	4	2,00	8,00
Kalp ağırlığı (g)	399,4841	101,80929	385	225,00	750,00
Koroner arter darlık yüzdeleri (%)					
LMCA	6,7857	13,94940	0	0,00	60,00
LAD	34,5635	35,77720	20	0,00	100,00
Cx	22,1429	31,68866	0	0,00	100,00
RCA	26,4286	32,13632	10	0,00	100,00
Koroner arter kalsiyum skorları (AS)					
LMCA	15,2640	42,45231	0	0,00	298,31
LAD	112,5332	209,53304	0,58	0,00	1300,97
Cx	47,6839	117,68698	0	0,00	710,23
RCA	116,0150	322,77723	0	0,00	2198,22
Toplam	290,7337	595,66815	8,655	0,00	3668,47

cm] olarak bulunmuştur. Kalp ağırlıkları ölçümleri için, örneklemdeki bireylerin kalp ağırlıkları değerleri minimum 225 g ve maksimum 750 g olarak ölçülmüş olup, ortalama kalp ağırlıkları  $399,4841 \pm 101,81$  [ortanca değer: 385] olarak saptanmıştır.

Koroner arter darlıklarının LMCA, LAD, Cx ve RCA için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. LMCA'nın darlıkları minimum %0 ve maksimum %60 olarak ölçülmüş olup, ortalama  $\%6,79 \pm 13,95$  [ortanca değer: %0] darlık olduğu tespit

edilmiştir. LAD'nin darlıkları minimum %0 ve maksimum %100 olarak ölçülmüş olup, ortalama %34,56 ± 35,78 [ortanca değer: %20] darlık olduğu tespit edilmiştir. Cx için darlıklar minimum %0 ve maksimum %100 olarak ölçülmüş olup, ortalama %22,14 ± 31,69 [ortanca değer: %0] darlık olduğu tespit edilmiştir. RCA için darlıklar minimum %0 ve maksimum %100 olarak ölçülmüş olup, ortalama %26,43 ± 32,14 [ortanca değer: %10] darlık olduğu tespit edilmiştir.

Koroner arter kalsiyum skorları LMCA, LAD, Cx ve RCA değerlendirilmesinde; LMCA'nın KAKS'ı minimum 0 AS ve maksimum 298,31 AS ölçülmüş olup, ortalama KAKS 15,26 ± 42,45 [ortanca değer: 0] olduğu tespit edilmiştir. LAD'nin KAKS'ı minimum 0 AS ve maksimum 1300,97 AS ölçülmüş olup, ortalama KAKS 112,53 ± 209,53 [ortanca değer: 0,58] olduğu tespit edilmiştir. Cx'in KAKS'ı minimum 0 AS ve maksimum 710,23 AS ölçülmüş olup, ortalama KAKS 47,68 ± 117,69 [ortanca değer: 0] olduğu tespit edilmiştir. RCA'nın KAKS'ı minimum 0 AS ve maksimum 2198,47 AS ölçülmüş olup, ortalama KAKS 116,02 ± 322,78 [ortanca değer: 0] olduğu tespit edilmiştir. Toplam KAKS minimum 0 AS ve maksimum 3668,47 AS ölçülmüş olup, ortalama KAKS 290,73 ± 595,67 [ortanca değer: 8,655] olduğu tespit edilmiştir.

**Tablo 7:** Yaş ve cinsiyet dağılımları

Yaş aralığı	Cinsiyet		Toplam
	Erkek	Kadın	
18-29 yaş	13 (13,1 %)*	0 (0 %)**	13 (10,3 %)***
30-39 yaş	17 (17,2 %)*	5 (18,5 %)**	22 (17,5 %)***
40-49 yaş	21 (21,2 %)*	8 (29,6 %)**	29 (23,0 %)***
50-59 yaş	22 (22,2 %)*	2 (7,4 %)**	24 (19,0 %)***
60-69 yaş	14 (14,1 %)*	2 (7,4 %)**	16 (19,0 %)***
70+ yaş	12 (12,1 %)*	10 (37,0 %)**	22 (12,7 %)***
<b>Toplam</b>	<b>99 (78,6 %)</b>	<b>27 (21,4 %)</b>	<b>126 (100,0 %)</b>

\* Her yaş grubunun, erkek olguların (n:27) içerisindeki yüzdelik oranı

\*\* Her yaş grubunun, kadın olguların (n:99) içerisindeki yüzdelik oranı

\*\*\* Her yaş grubunun toplam olguların (n:126) içerisindeki yüzdelik oranı

Erkek vakalarda; 18-29 yaş aralığında 13, 30-39 yaş aralığında 17, 40-49 yaş aralığında 21, 50-59 yaş aralığında 22, 60-69 yaş aralığında 14, 70 yaş ve üstünde ise 12 kişi mevcut olduğu görülmüştür. Kadın vakalarda; 30-39 yaş aralığında 5, 40-49 yaş aralığında 8, 50-59 yaş aralığında 2, 60-69 yaş aralığında 2, 70 yaş ve üstünde ise 10 kişi bulunduğu görülmüştür (Tablo 7). Kadın vakaların yaşlarının en düşük ve en yüksek değerleri 31-88 olup ortalama yaşlarının 56,89, erkek vakaların yaşları 19-92 arasında olup, ortalama yaşları 49,30 idi. Kadın vakaların yaşlarının ortalaması, erkek vakaların yaş ortalamasından fazla olmakla birlikte, bu farkın istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ( $p>0,05$ ).

### Vücut-Kitle İndeksi(VKİ) Dağılımları

**Tablo 8:** Vücut-kitle indeksi dağılımı

VKİ grupları	Kişi sayısı	Yüzelik Oranı (%)
VKİ < 18,5 kg/m <sup>2</sup>	11	8,7
VKİ 18,5 – 24,9 kg/m <sup>2</sup>	51	40,5
VKİ 25 – 29,9 kg/m <sup>2</sup>	42	33,3
VKİ 30 – 34,9 kg/m <sup>2</sup>	14	11,1
VKİ 35 – 39,9 kg/m <sup>2</sup>	6	4,8
VKİ ≥ 40 kg/m <sup>2</sup>	2	1,6
<b>Toplam</b>	<b>126</b>	<b>100,0</b>

Otopsi öncesinde vakaların; sedye tartısıyla ölçülen ağırlıkları ve mezura ile ölçülen uzunlukları kullanılarak VKİ'leri hesaplanmıştır. Hesaplanan VKİ'lerin ortalaması 25,78 olarak bulunmuştur. Erkek vakaların ortalama VKİ'si 25,28, kadın vakaların ortalama VKİ'si 27,60 idi. VKİ'lerin dağılımına bakıldığında; < 18,5 kg/m<sup>2</sup> olan 11 kişi, 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup> aralığında olan 51 kişi, 25 – 29,9 kg/m<sup>2</sup> aralığından olan 42,30 – 34,9 kg/m<sup>2</sup> aralığında olan 14, 35 – 39,9 kg/m<sup>2</sup> aralığında olan 6, ≥ 40 kg/m<sup>2</sup> olan 2 kişi mevcut olduğu tespit edilmiştir. VKİ ile KAKS'ın toplamı arasında ve VKİ ile koroner arter darlıkları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon olmadığı tespit edilmiştir ( $p>0,05$ ).

## Batın Cilt Altı Yağ Doku Kalınlığı Dağılımları

**Tablo 9:** Batın cilt altı yağ doku kalınlığının cinsiyete göre dağılımı

BCAYDK (cm)	Erkek	Kadın	Toplam
0,50	2	0	2(% 1,6)*
0,70	1	0	1(% 0,8)*
0,80	1	0	1(% 0,8)*
1,00	4	0	4(% 3,2)*
1,50	8	1	9(% 7,1)*
2,00	20	5	25(% 19,8)*
2,50	5	1	6(% 4,8)*
3,00	18	4	22(% 17,5)*
3,50	8	0	8(% 6,3)*
4,00	13	7	20(% 15,9)*
4,50	4	1	5(% 4,0)*
5,00	10	3	13(% 10,3)*
6,00	3	3	6(% 4,8)*
6,50	1	0	1(% 0,8)*
8,00	0	1	1(% 0,8)*
14,00	1	1	2(% 1,6)*
Toplam	99	27	126(% 100)*

\*Sütun yüzdeleri alınmıştır.

Batın cilt altı yağ doku kalınlıklarının (BCAYDK) genel ortalaması 3,37'dir. Erkeklerdeki BCAYDK değerlerinin en küçük ve en yüksek değerlerinin 0,5-14 cm ve ortalama kalınlığının ise 3,15 cm olduğu hesaplanmıştır. Kadınlardaki BCAYDK değerlerinin en küçük ve en yüksek değerlerinin 1,5-14 cm ve ortalamasının 4,20 cm olduğu tespit edilmiştir. BCAYDK'nın kadın ve erkek cinsiyet arasında ( $z$ :-2,344,  $p$ <0,05) istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu ve kadın cinsiyette BCAYDK'nın ortalamasının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. BCAYDK ile KAKS ve koroner arter darlık oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon bulunmadığı tespit edilmiştir. Koroner arter hastalığına bağlı ölen vakalar ile koroner arter hastalığı dışında kalan nedenlerle ölen vakaların BCAYDK'lerinin arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark mevcut olmadığı tespit edilmiştir. BCAYDK ile kalp ağırlıklarının arasında istatistiksel olarak anlamlı bir pozitif korelasyon olduğu ( $z$ :0,383,  $p$ <0,05) tespit edilmiştir.

### Kalp Ağırlıkları ve Kapak Ölçüleri

Olgularımızın kalp ağırlıklarının ortalamasının 399,48 gr olduğu, en düşük ve en yüksek değerlerin 225-750 gr olduğu görülmüştür. Erkek vakaların kalp ağırlık

ortalaması 404 g, kadın vakaların kalp ağırlık ortalaması 380 g idi. Erkek vakaların kalp ağırlık ortalaması kadın vakaların kalp ağırlığı ortalamasından daha yüksek olmakla birlikte erkek ve kadınlar arasında kalp ağırlığı açısından istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p>0,05$ ). KAH'a bağlı ölümlerde ortalama kalp ağırlığı 460 g, KAH dışı ölümlerde ortalama kalp ağırlığı 373 g'dı. Bu iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark mevcuttu ( $z:20,163$ ,  $p<0,01$ ).

**Tablo 10:** Kalp ağırlığı ile koroner arter darlık oranları arasındaki ilişki

		Koroner Arter Darlık Oranları			
		LAD	CX	RCA	LMCA
Kalp ağırlığı	r	,288**	,360**	,384**	,256**
	p	,001	,000	,000	,004
	n	126	126	126	126

\* Spearman Korelasyon (Bağıntı) analizi yapıldı. \*\*Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlı.

**Tablo 11:** Kalp ağırlığı ile KAKS arasındaki ilişki

		Koroner Arter Kalsiyum Skoru				
		LAD	CX	RCA	LMCA	Toplam KAKS
Kalp ağırlığı	r	,289**	,323**	,329**	,216***	,331**
	p	,001	,000	,000	,015	,000
	n	126	126	126	126	126

\* Spearman Korelasyon (Bağıntı) analizi yapıldı.

\*\*Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlı.

\*\*\* Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlı.

Kalp ağırlığı ile koroner arter darlık oranlarına bakıldığında (Tablo 10) tüm koroner arterlerin koroner arter darlık oranlarıyla pozitif (LAD:0,288, Cx:0,360, RCA:0,384, LMCA: 256) ve istatistiksel olarak anlamlı ( $p<0,01$ ) ilişki olduğu tespit edilmiştir. Kalp ağırlığı ile KAKS arasındaki ilişkiye bakıldığında (Tablo 11) tüm koroner arterler ve toplam KAKS ile kalp ağırlığı arasında pozitif (LAD:0,289, Cx:0,323, RCA:0,329, LMCA:0,216, Toplam:0,331) ve istatistiksel olarak anlamlı ( $p<0,05$ ) korelasyon bulunduğu tespit edilmiştir.

Aort kapağı çevre ortalamasının 6,99 cm, Pulmoner kapak çevresinin ortalamasının 7,11 cm, Mitral kapak çevresinin ortalamasının 10,45 cm, Triküspit kapak çevresinin 11,52 cm olduğu görülmüştür. Sol ventrikül duvar kalınlığı ortalaması 15,11 cm olup, en küçük ve en büyük değerleri 10-25 cm, sağ ventrikül duvar kalınlığı ortalaması 4,68 cm olduğu ve en küçük ve en büyük değerlerinin 2-8 cm olduğu görülmüştür.

**Tablo 12:** Toplam KAKS ile kalp kapak çevreleri ve ventrikül kalınlıkları arasındaki ilişki

		Kalp Kapak ve Kalınlık Ölçüleri					
		Aort kapak çevresi	Pulmoner kapak çevresi	Mitral kapak çevresi	Triküspit kapak çevresi	Sol ventrikül kalınlığı	Sağ ventrikül kalınlığı
KAKS (Toplam)	r	,238**	,318**	,204***	,228***	,086	,022
	p	,001	,000	,000	,015	,341	,811
	N	126	126	126	126	126	126

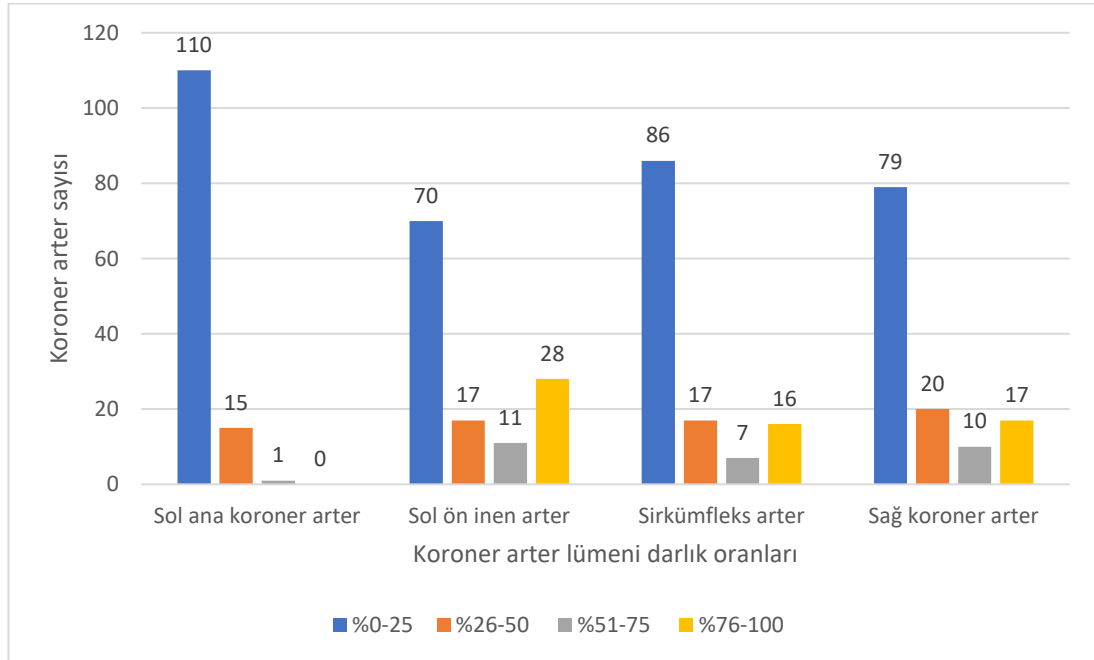
\* Spearman Korelasyon (Bağımlı) analizi yapıldı.

\*\*Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlı.

\*\*\* Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlı.

KAKS ile kalp kapak ölçüleri ve kalbin duvar kalınlıkları arasındaki ilişkiye baktığımızda; KAKS ile kalp kapak çevreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif korelasyon gösterdiği ve ventrikül kalınlıkları ile KAKS arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki mevcut olmadığı görüldü. Kalp kapak ölçüleri ve duvar kalınlıkları ile KAKS arasındaki korelasyon analizi Tablo 12’de gösterilmiştir.

#### Koroner Arter Darlık Oranları



**Şekil 13:** Koroner arter darlıklarının dağılımı

126 vakanın 4’er koroner arteri değerlendirilmiş olup toplamda 504 adet koroner arter incelenmiştir. Bu koroner arterlerin darlık oranlarının dağılımı Şekil 13’de verilmiştir. %0-25 arasında darlığı olan 346, %26-50 arasında darlığı olan 69,



%51-75 arasında darlığı olan 29, %76-100 arasında darlığı olan 60 adet koroner arter mevcut olduğu tespit edilmiştir.

**Tablo 13:** Sol ana koroner arter darlıklarının yaşlara göre dağılımı

Vakaların yaş dağılımları	Sol Ana Koroner Arterdeki Darlık Oranları			Toplam
	%0-25 darlık	%26-50 darlık	%51-75 darlık	
18-29 yaş	13 100%*	0 0,0%*	0 0,0%*	13 % 100*
30-39 yaş	22 100%*	0 0,0%*	0 0,0%*	22 % 100*
40-49 yaş	26 89,7%*	3 10,3%*	0 0,0%*	29 % 100*
50-59 yaş	18 75,0%*	6 25,0%*	0 0,0%*	24 % 100*
60-69 yaş	14 87,5%*	2 12,5%*	0 0,0%*	16 % 100*
≥70 yaş	17 77,3%*	4 18,2%*	1 4,5%*	22 % 100*
<b>Toplam</b>	110 87,3%	15 11,9%	1 0,8%	126 % 100*

\* Satır yüzdeleri alınmıştır.

**Tablo 14:** Sol ön inen arter darlıklarının yaşlara göre dağılımı

Vakaların yaş dağılımları	Sol Ön İnen Koroner Arterin Darlık Oranları				Toplam
	%0-25 darlık	%26-50 darlık	%51-75 darlık	%76-100 darlık	
18-29 yaş	12 92,3%*	0 0,0%*	1 7,7%*	0 0,0%*	13 % 100*
30-39 yaş	19 86,4%*	2 9,1%*	0 0,0%*	1 4,5%*	22 % 100*
40-49 yaş	17 58,6%*	7 24,1%*	2 6,9%*	3 10,3%*	29 % 100*
50-59 yaş	8 33,3%*	4 16,7%*	6 25,0%*	6 25,0%*	24 % 100*
60-69 yaş	5 31,3%*	2 12,5%*	0 0,0%*	9 56,3%*	16 % 100*
≥70 yaş	9 40,9%*	2 9,1%*	2 9,1%*	9 40,9%*	22 % 100*
<b>Toplam</b>	70 55,6%	17 13,5%	11 8,7%	28 22,2%	126 % 100*

\* Satır yüzdeleri alınmıştır.

**Tablo 15:** Sirkumfileks arter darlıklarının yaşlara göre dağılımı

Vakaların yaş dağılımları	Sirkumfileks Arterdeki Darlık Oranları				Toplam
	%0-25 darlık	%26-50 darlık	%51-75 darlık	%76-100 darlık	
18-29 yaş	13 *	0 0,0%*	0 0,0%*	0 0,0%*	13 %100*
30-39 yaş	21 95,5%*	0 0,0%*	1 4,5%*	0 0,0%*	22 %100*
40-49 yaş	21 72,4%*	2 6,9%*	3 10,3%*	3 10,3%*	29 %100*
50-59 yaş	13 54,2%*	5 20,8%*	0 0,0%*	6 25,0%*	24 %100*
60-69 yaş	5 31,3%*	6 37,5%*	1 6,3%*	4 25,0%*	16 %100*
≥70	13 59,1%*	4 18,2%*	2 9,1%*	3 13,6%*	22 %100*
<b>Toplam</b>	86 68,3%	17 13,5%	7 5,6%	16 12,7%	126 %100*

\* Satır yüzdeleri alınmıştır.

**Tablo 16:** Sağ koroner arter darlıklarının yaşlara göre dağılımı

Vakaların yaş dağılımları	Sağ Koroner Arterdeki Darlık Oranları				Toplam
	%0-25 darlık	%26-50 darlık	%51-75 darlık	%76-100 darlık	
18-29 yaş	13 100%*	0 0,0%*	0 0,0%*	0 0,0%*	13 %100*
30-39 yaş	21 95,5%*	1 4,5%*	0 0,0%*	0 0,0%*	22 %100*
40-49 yaş	20 69,0%*	5 17,2%*	2 6,9%*	2 6,9%*	29 %100*
50-59 yaş	7 29,2%*	7 29,2%*	5 20,8%*	5 20,8%*	24 %100*
60-69 yaş	6 37,5%*	3 18,8%*	1 6,3%*	6 37,5%*	16 %100*
≥70 yaş	12 54,5%*	4 18,2%*	2 9,1%*	4 18,2%*	22 %100*
<b>Toplam</b>	79 62,7%*	20 15,9%*	10 7,9%*	17 13,5%*	126 100%*

\* Satır yüzdeleri alınmıştır.

**Tablo 17:** Yaş ile koroner arter darlıklarının korelasyonu

		lmca	lad	cx	rca
Yaş	r	,296**	,483**	,456**	,525**
	p	,001	,000	,000	,000

\* Spearman Korelasyon (Bağıntı) analizi yapıldı. \*\*Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlı.

LMCA, LAD, Cx ve RCA'nın darlıklarının yaş gruplarına göre dağılımı Tablo 13-16'da gösterilmiştir. Yaş ile darlık yüzdelerinin arasındaki ilişkide koroner arterlerle vakaların yaşları arasında korelasyonlara baktığımızda (Tablo 17); yaş ile LMCA, LAD, Cx ve RCA arterlerindeki darlık yüzdesi arasındaki Spearman'ın korelasyon katsayısı sırasıyla 0,296, 0,483, 0,456, 0,525 olduğu ve bu korelasyonların istatistiksel olarak anlamlı olduğu ( $p < 0.01$ ) olduğu tespit edilmiştir.

### Koroner Arter Kalsiyum Skoru Dağılımları

**Tablo 18:** Yaş aralıklarına göre koroner arter kalsiyum skoru dağılımları

Yaş aralığı	KAKS Toplam				Toplam
	0	1-100	101-400	>400	
<b>18-29</b>	13	0	0	0	13
yaş	100,0%*	0,0%*	0,0%*	0,0%*	100,0%*
<b>30-39</b>	18	3	0	1	22
	81,8%*	13,6%*	0,0%*	4,5%*	100,0%*
<b>40-49</b>	15	9	3	2	29
	51,7%*	31,0%*	10,3%*	6,9%*	100,0%*
<b>50-59</b>	4	4	8	8	24
	16,7%*	16,7%*	33,3%*	33,3%*	100,0%*
<b>60-69</b>	3	3	4	6	16
	18,8%*	18,8%*	25,0%*	37,5%*	100,0%*
<b>Toplam</b>	56	25	19	26	126
	<b>44,4%**</b>	<b>19,8%**</b>	<b>15,1%**</b>	<b>20,6%**</b>	<b>100,0%**</b>

\* Her KAKS grubunun, bulunduğu yaş grubundaki tüm olguların içerisindeki yüzdeler oranı

\*\* KAKS grubunun toplam olgu sayısına (n:126) oranı

Olguların LMCA, LAD, CX ve RCA koroner arterlerinin ayrı ayrı ve toplam KAKS'ları hesap edilmiştir. Toplam KAKS'ının; 0 olduğu 56(%44,4), 0-100 arasında olduğu 25(%19,8), 101-400 arasında olduğu 19(%15,1), 401 üstünde ise 26(%20,6) vaka mevcut olduğu tespit edilmiştir.

**Tablo 19:** Yaş ve KAKS arasındaki korelasyon analizi

Yaş	r	KAKS Toplam	KAKS LMCA	KAKS LAD	KAKS CX	KAKS RCA
		0,627**	0,435**	,598**	0,518**	0,539**
	p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

\* Spearman Korelasyon (Bağıntı) analizi yapıldı. \*\*Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlı.

Yaş ile KAKS değerleri arasındaki korelasyonlar Tablo 19'da verilmiştir.

Erkek vakalardaki toplam KAKS değerinin ortalamasının 296,44, kadın vakalardaki toplam KAKS ortalamasının 269,80 olduğu görüldü. Erkek vakalarda

toplam KAKS ortalamasının daha yüksek olduğu bununla birlikte, erkek ve kadınların toplam KAKS'ları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadığı (p>0,05) tespit edilmiştir.

### KAKS ile Koroner Arter Darlıklarının Değerlendirilmesi

**Tablo 20:** Koroner arterlerin darlık oranlarının KAKS gruplarına göre dağılımı

Koroner arter darlık	Koroner arter kalsiyum skoru (AU)						Toplam
	0	1-10	11-100	101-400	401-1000	>1000	
%0-25	283	17	27	15	2	2	346
	81,8%*	4,9%*	7,8%*	4,3%*	0,6%*	0,6%*	100%*
	91,0%**	65,4%**	32,9%**	27,3%**	8,0%**	40,0%**	68,7%**
%26-50	19	4	33	9	4	0	69
	27,5%*	5,8%*	47,8%*	13,0%*	5,8%*	0,0%*	100%*
	6,1%**	15,4%**	40,2%**	16,4%**	16,0%**	0,0%**	13,7%**
%51-75	5	3	8	8	4	1	29
	17,2%*	10,3%*	27,6%*	27,6%*	13,8%*	3,4%*	100%*
	1,6%**	11,5%**	9,8%**	14,5%**	16,0%**	20,0%**	5,8%**
%76-100	4	2	14	23	15	2	60
	6,7%*	3,3%*	23,3%*	38,3%*	25,0%*	3,3%*	100%*
	1,3%**	7,7%**	17,1%**	41,8%**	60,0%**	40,0%**	11,9%**
Toplam	311	26	82	55	25	5	504
	61,7%*	5,2%*	16,3%*	10,9%*	5,0%*	1,0%*	100%*
	100%**	100%**	100%**	100%**	100%**	100%**	100%**

\* Satır yüzdesi alınmıştır.

\*\* Sütun yüzdesi alınmıştır.

126 vakanın LMCA, LAD, CX ve RCA koroner arterleri ile bu koronerlere ait KAKS'ları değerlendirilmiştir. 504 koroner arterin %61,7 (n:311)'sinin KAKS'ının 0, %5,2(n:26)'sinin KAKS'ının 1-10 arasında, %16,3(n:82)'ünün KAKS'ının 11-100 arasında, %10,9(n:55)'unun KAKS'ının 101-400 arasında, %5,00(n:25)'inin KAKS'ının 401-1000 arasında, %1(n:5)'inin KAKS'ının 1000'in üstünde olduğu tespit edilmiştir. Darlıklar değerlendirildiğinde, %0-25 arasında olan 346(%68,7), %26-50 arasında olan 69(%13,7), %51-75 arasında olan 26(%5,8), %76 ve üstünde olan 60(11,9) koroner arter mevcut olduğu tespit edilmiştir.

**Tablo 21:** Koroner arter darlık oranları ve KAKS arasındaki korelasyon analizi

			Koroner Arter Darlık Oranları		
			Toplam	Erkek	Kadın
Toplam	KAKS	r	0,652**	0,635**	0,715**
		p	0,000	0,000	0,000

\* Spearman Korelasyon (Bağıntı) analizi yapıldı. \*\*Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlı.

İncelenen 504 koroner arterin darlık yüzdeleri ile KAKS'ları arasındaki ilişkiye bakıldığında koroner arter darlık yüzdeleri ile KAKS arasında  $z:0,652$ ,  $p<0,01$  düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon olduğu anlaşılmıştır. (Tablo 21) Erkek vakalara ait 396 koroner arterlerin darlık oranları ile KAKS'ları arasındaki ilişkiye bakıldığında  $z:0,635$ ,  $p<0,01$  düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon olduğu, kadın vakalara ait 108 koroner arterin darlık oranları ile KAKS'ları arasındaki ilişkiye bakıldığında  $z:0,715$ ,  $p<0,01$  düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Koroner arterler ayrı ayrı değerlendirildiğinde 4 koronerde de darlıklar ile KAKS'lar arasında istatistiksel olarak anlamlı ( $p<0.01$ ) ve pozitif korelasyon(LMCA -  $z:0,305$ , LAD -  $z:0,708$ , Cx -  $z:0,719$ , RCA -  $z: 0,641$ ) mevcut olduğu tespit edilmiştir. En yüksek korelasyon Cx'de, en düşük korelasyon LMCA'da tespit edilmiştir.

**Tablo 22:** KAKS 0 ve  $>0$  olan koronerler ile ciddi ( $\geq\%70$ ) darlık tespit edilen koronerlerin değerlendirilmesi

		Koroner arter darlık oranı		Toplam
		$<\%70$	$\geq\%70$	
KAKS	0	303	8	311
	$\geq 0$	122	71	193
Toplam		425	79	504

126 vakada incelediğimiz 4'er koroner arterin tümünde  $\%70$  ve üstü lümen darlığı bulunup bulunmamasını tespit etmede KAKS'ın 0 değerini eşik değer olarak kabul edip testimizi değerlendirdiğimizde; 303 koronerde gerçek negatif, 8 koronerde yalancı negatif, 122 koronerde yalancı pozitif ve 71 koronerde gerçek pozitif vakalar saptanmıştır (Tablo 22).

**Tablo 23:** KAKS 0 eşik değeri ile koroner arterde  $\geq\%70$  darlık oranını tespit edebilme testinin geçerliliği

KAKS $>0$ – Darlık $\geq\%70$	Duyarlılık	Özgüllük	PPD	NPD	Doğruluk
Toplam	$\%89,87$	$\%71,29$	$\%36,79$	$\%97,43$	$\%74,21$
Erkek	$\%87,69$	$\%71,00$	$\%37,25$	$\%96,71$	$\%73,74$
Kadın	$\%100,00$	$\%72,34$	$\%35,00$	$\%100,00$	$\%75,93$

KAKS 0 eşik değeri ile ve koroner arterde  $\geq\%70$  darlık oranını tespit edebilme testinin geçerliliğine baktığımızda; testin duyarlılığı  $\%89,87$ , özgüllüğü  $\%71,29$ , Pozitif Prediktif Değeri (PPD)  $\%97,43$ , Negatif Prediktif Değeri (NPD)  $\%97,43$  olduğu görülmektedir (Tablo 23).

**Tablo 24:** KAKS  $\leq 300$  ve  $>300$  olan koronerler ile  $\geq 50$  oranında darlık tespit edilen damarların değerlendirilmesi

		Koroner arter darlık oranı		Toplam
		$<50$	$\geq 50$	
KAKS	$\leq 300$	382	85	467
	$>300$	8	29	37
Toplam		415	89	504

İncelediğimiz koroner arterlerde %50 darlığı bulunup bulunmamasını tespit etmede KAKS'ın 300 değerini eşik değer olarak kabul edip testimizi değerlendirdiğimizde; 382 koronerde gerçek negatif, 85 koronerde yalancı negatif, 8 koronerde yalancı pozitif ve 29 koronerde gerçek pozitif vakalar saptanmıştır (Tablo 24).

**Tablo 25:** KAKS  $>300$  eşik değeri ile koroner arterde  $\geq 50$  darlık oranını tespit edebilme testinin geçerliliği

KAKS $>300$ - Darlık $\geq 50$	Duyarlılık (%)	Özgüllük (%)	PPD (%)	NPD (%)	Doğruluk (%)
Toplam	25,44	97,95	78,38	81,55	81,55
Erkek	24,47	98,34	82,14	80,71	80,81
Kadın	30,00	96,59	66,67	85,86	84,86

KAKS eşik değeri olarak 300 ve darlık yüzdesini %50 olan olan tabloya göre değerlendirildiğinde; bu testin duyarlılığı %25,44, özgüllüğü %97,95, PPD'si %78,38, NPD'i %81,55 olduğu görülmektedir (Tablo 25).

**Tablo 26:** KAKS  $\leq 400$  ve  $>400$  olan koronerler ile ciddi ( $\geq 70$ ) darlık tespit edilen damarların değerlendirilmesi

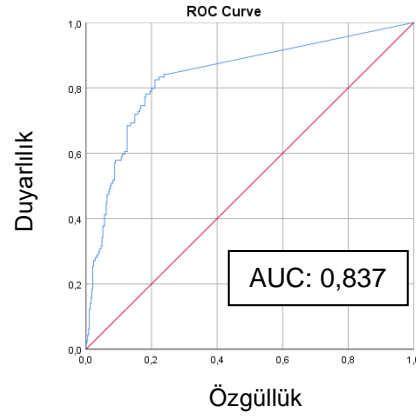
		Koroner arter darlık oranı		Toplam
		$<70$	$\geq 70$	
KAKS	$\leq 400$	416	58	474
	$>400$	9	21	30
Toplam		425	79	504

Koroner arterlerde  $\geq 70$  darlığı bulunup bulunmamasını tespit etmede KAKS'ın 400 değerini eşik değer olarak kabul edip testimizi değerlendirdiğimizde; 416 koronerde gerçek negatif, 58 koronerde yalancı negatif, 9 koronerde yalancı pozitif ve 21 koronerde gerçek pozitif vakalar saptanmıştır (Tablo 26).

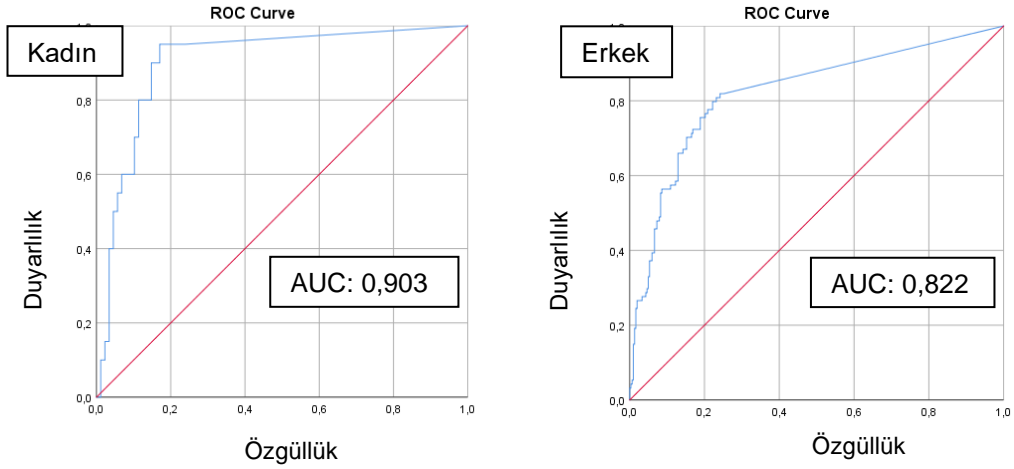
**Tablo 27:** KAKS >400 eşik değeri ile koroner arterde  $\geq$ %70 darlık oranını tespit edebilme testinin geçerliliği

<b>KAKS &gt;400 - Darlık <math>\geq</math>%70</b>	Duyarlılık (%)	Özgüllük (%)	PPD (%)	NPD (%)	Doğruluk (%)
Toplam	26,58	97,88	70,00	86,76	86,71
Erkek	27,69	98,19	75,00	87,37	86,62
Kadın	21,43	96,81	50,00	89,22	87,04

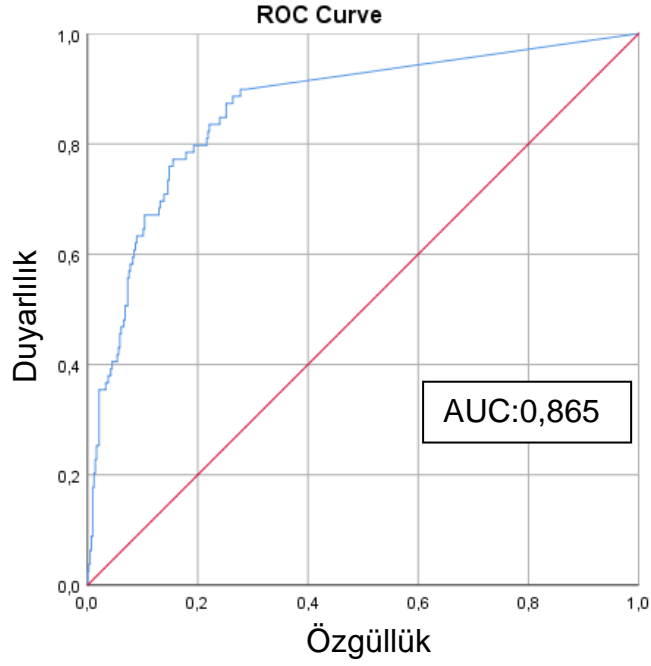
KAKS eşik değeri olarak 400 ve darlık yüzdesini %70 olan tabloya göre değerlendirildiğinde; bu testin duyarlılığı %26,58, özgüllüğü %97,88, PPD'i %70, NPD'i %87,76 olduğu görülmektedir (Tablo 27). Bu sonuçlara göre testin özgüllüğü ve NPD'si yüksek olduğu için ciddi koroner arter darlığı bulunmayan damarları doğru bir şekilde tespit edebilmektedir. Ayrıca KAKS değeri 400'ün üstünde olan 30 koronerin %70 (n:21)'inin darlıklarının %70 ve üstünde olduğu tespit edilmiştir (Tablo 27).



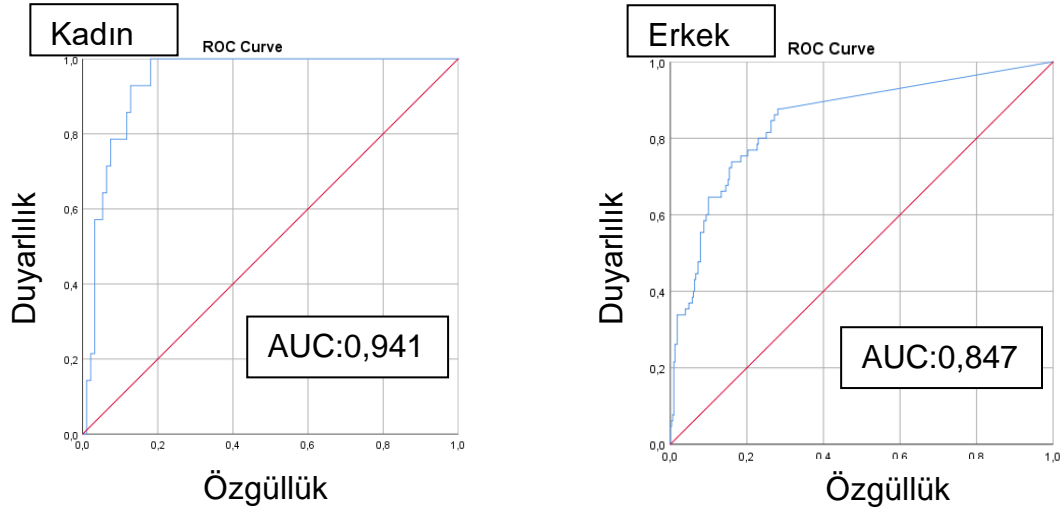
**Şekil 14:** KAKS'ın  $\geq$ %50 koroner arter darlığı için ROC analizi



**Şekil 15:** Cinsiyete göre KAKS'ın  $\geq$ %50 koroner arter darlığı için ROC analizi



**Şekil 16:** KAKS'ın  $\geq$ %70 koroner arter darlığı için ROC analizi



**Şekil 17:** Cinsiyete göre KAKS'ın  $\geq$ %70 koroner arter darlığı için ROC analizi

KAKS'ın %50 ve üstü darlık bulunan koroner arterlerin belirlenmesinde ROC analizi incelendiğinde, eğri altında kalan alanın 0,837 olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı ( $p < 0,001$ ) olduğu görüldü (Şekil 14). %50 ve üstü darlık oranı için en uygun kesme değeri youden indeksine göre belirlendi. Youden endeksinin en yüksek değeri (0,614) için KAKS kesme noktası 5,135 idi.

KAKS'ın %70 ve üstü darlık bulunan koroner arterlerin belirlenmesinde ROC analizi incelendiğinde, eğri altında kalan alanın 0,865 olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı ( $p < 0,001$ ) olduğu görüldü (Şekil 16). %70 ve üstü darlık oranı için en uygun



kesme değeri youden indeksine göre belirlendi. Youden endeksinin en yüksek değeri (0,623) için KAKS kesme noktası 2,245 idi.

KAKS'ın %50 ve üstü darlık bulunan koroner arterlerin belirlenmesinde ROC analizi erkek ve kadın cinsiyet için ayrı ayrı incelendiğinde, eğri altında kalan alanın kadın vakalara ait koroner arterler için 0,903, erkek vakalara ait koroner arterler için 0,822 olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı ( $p<0,001$ ) oldukları görüldü. Kadın vakalarda youden endeksinin en yüksek değeri (0,780) için KAKS kesme noktası 4,93 idi, erkek vakalarda ise youden endeksinin en yüksek değeri (0,577) için KAKS kesme noktası 2,245 idi (Şekil 15). KAKS'ın %70 ve üstü darlık bulunan koroner arterlerin belirlenmesinde ROC analizi erkek ve kadın cinsiyet için ayrı ayrı incelendiğinde, eğri altında kalan alanın kadın vakalar için 0,941, erkek vakalar için 0,847 olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı ( $p<0,001$ ) oldukları görüldü. Kadın vakalarda youden endeksinin en yüksek değeri (0,819) için KAKS kesme noktası 14,315 idi, erkek vakalarda ise youden endeksinin en yüksek değeri (0,596) için KAKS kesme noktası 0,225 idi (Şekil 17).

### **Ciddi Koroner Arter Darlığı Bulunan Vakaların Değerlendirilmesi**

**Tablo 28:** KAKS 0 ve >0 olan koronerler ile ciddi koroner hastalığı bulunan vakaların değerlendirilmesi

		Ciddi koroner arter hastalığı varlığı		Toplam
		Ciddi KAH yok	Ciddi KAH var	
KAKS	0	52	4	56
	>0	26	44	70
Toplam		78	48	126

48 vakada ciddi koroner arter darlığı bulunduğu tespit edildi. Vakalarda ciddi koroner arter darlığı bulunup bulunmamasını tespit etmede KAKS'ın 0 değerini eşik değer olarak kabul edip testimizi değerlendirdiğimizde; 52 gerçek negatif, 4 yalancı negatif, 26 yalancı pozitif ve 44 gerçek pozitif vaka olduğu saptanmıştır. Bu testin geçerliliğine baktığımızda; duyarlılığı %91,67, özgüllüğü %66,67, PPD'si %62,86, NPĐ'si %92,86, doğruluğu %76,19 olduğu tespit edilmiştir.

**Tablo 29:** KAKS  $\leq 400$  ve  $>400$  olan koronerler ile ciddi koroner darlığı bulunan vakaların değerlendirilmesi

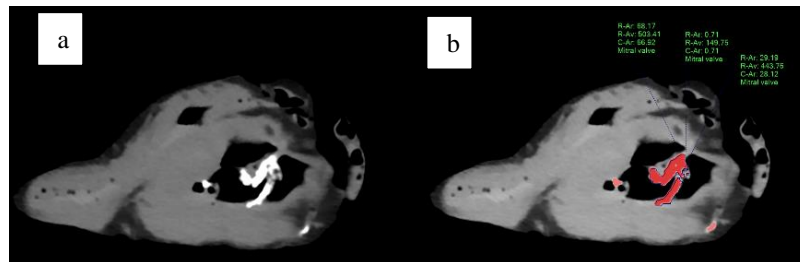
		Ciddi koroner arter hastalığı varlığı		Toplam
		Ciddi KAH yok	Ciddi KAH var	
KAKS	$\leq 400$	73	27	100
	$>400$	5	21	26
Toplam		78	48	126

Vakalarda ciddi koroner arter darlığı bulunup bulunmamasını tespit etmede KAKS'ın 400 değerini eşik değer olarak kabul edip testimizi değerlendirdiğimizde; 73 gerçek negatif, 27 yalancı negatif, 5 yalancı pozitif ve 21 gerçek pozitif vaka olduğu saptanmıştır. Bu testin geçerliliğine baktığımızda; duyarlılığı %43,75, özgüllüğü %93,59, PPD'si %80,77, NPD'si %73,00, doğruluğu %74,60 olduğu tespit edilmiştir.

En az bir koroner arterde %70 ve üstü darlık mevcut olmasını KAKS ile tespit etmenin ROC analizi yapıldığında eğri altında kalan alanın tüm vakalarda 0,863(SE:0,035,  $p<0,01$ , %95 CI:0,795-0,931), erkeklerde 0,832(SE:0,043,  $p<0,01$ , %95 CI 0,748-0,916), kadınlarda 0,988 (SE:0,016,  $p<0,01$ , %95 CI:0,956-1,000) olduğu tespit edilmiştir. MESA KAKS persantilinin en az bir damarında ciddi darlık bulunan kişileri tespit etmedeki tanı gücüne bakıldığında ROC analizinde eğri altında kalan alanın 0,836(SE:0,047,  $p<0,01$ , %95 CI:0,744-0,929) olduğu tespit edilmiştir.

### Aort ve Kalp Kapaklarının Kalsiyum Skorları

İzole kalp ile birlikte çıkarılan aort kökü ve asendan aorta; Agatston skorlama yöntemi ile değerlendirildiğinde; 20 vakanın Agatston skorunun  $>0$  olduğu saptanmıştır. 20 vakanın Agatston skoru ortalaması 161,75 (SS:280,56) olup en düşük ve en yüksek değerleri 1,05 ve 855,13 idi. Tüm vakaların Aort Agatston Skorları ile yaşları ( $p<0,01$ ,  $z:0,627$ ) ve KAKS'ları ( $p<0,01$ ,  $z:0,337$ ) arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif korelasyon olduğu saptanmıştır. Aort Agatston skoru ile BCAYDK ( $p<0,05$ ,  $z: - 0,194$ ) ve VKİ ( $p<0,05$ ,  $z: - 0,182$ ) arasında istatistiksel olarak anlamlı ve negatif korelasyon olduğu tespit edilmiştir.

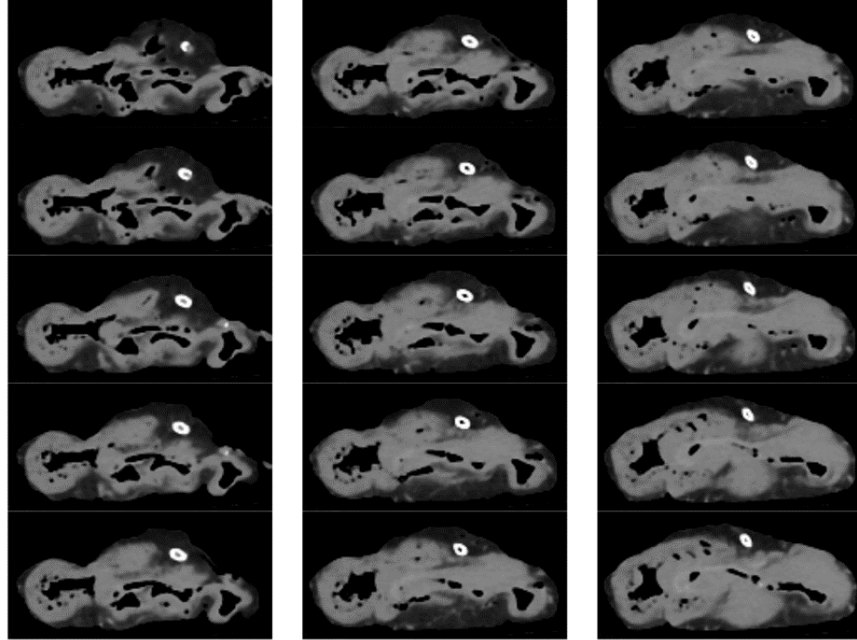


**Şekil 18:** Mitral kapağın ÇKBT kesiti(a) ve Agatston programında işaretlenmiş kesiti(b)

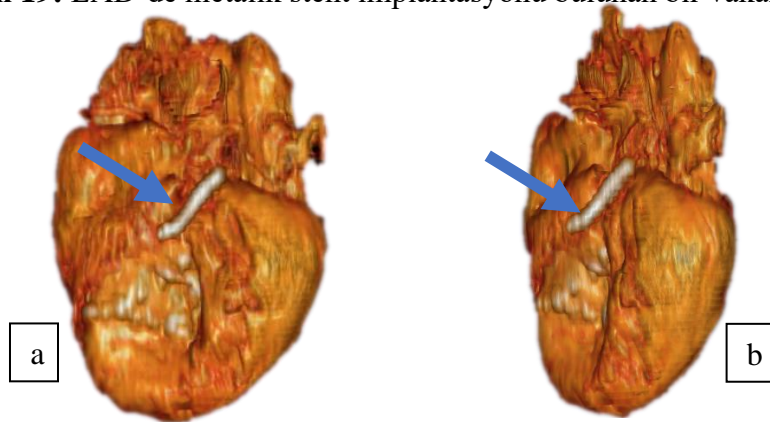
Kalp kapaklarının Agatston skoruna baktığımızda; 3 vakanın Aort kapağında Agatston skorunun  $>0$  olduğu ve tespit edilen Agatston skorlarının; 15,6, 165,3 ve 552,03 olduğu, 3 vakanın Mitral kapaklarında Agatston skorunun  $>0$  olduğu (Şekil 18) ve tespit edilen Agatston skorlarının 35,76, 726,64 ve 1221,94 olduğu tespit edilmiştir.

### Stentli Koroner Arterlerin BT Görüntülemesi

Çalışmamızdaki 9 vakanın koroner arterlerinde stent olduğunu tespit ettik. 3 vakada yalnızca LAD'de, 1 vakada Cx'de, 2 vakada RCA'da olmak üzere birer stent mevcut iken 3 vakada LAD ve RCA arterlerinde metalik stent implantasyonu mevcut olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca çekilen BT'lerde koroner arterlere implantasyonu yapılmış metalik stentlerin lokalizasyonu tespit edilebilmektedir (Şekil 19).



Şekil 19: LAD'de metalik stent implantasyonu bulunan bir vakanın BT seri kesitleri



Şekil 20: LAD'de metalik stent bulunan bir vakanın 3D rekonstrüksiyonu

- Şekil 19'daki BT kesitlerinin 3D rekonstrüksiyonunda anteriordan (Şekil 20a) ve anterolateralden (Şekil 20b) görüntüsünde; LAD proksimalindeki metalik stent ok işaretiyle gösterilmiştir.

## Trombüs Tespit Edilen Koroner Arterlerin Değerlendirilmesi

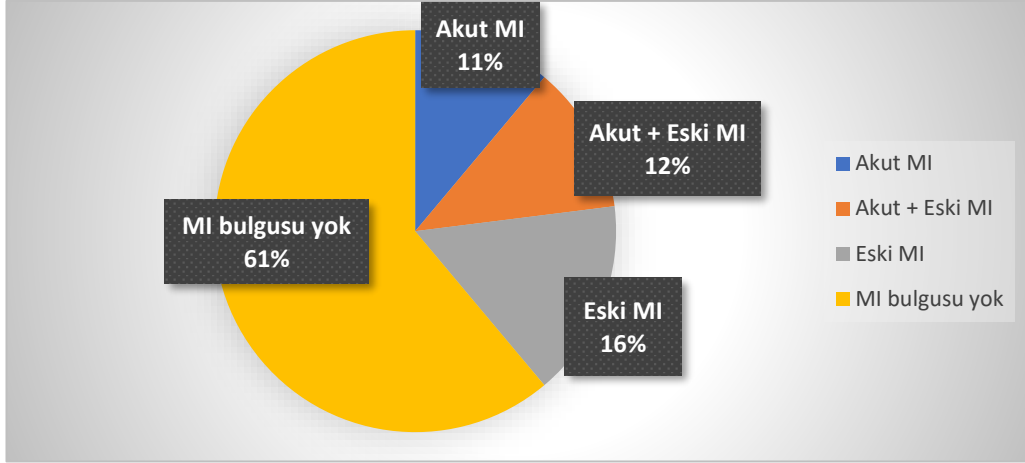
**Tablo 30:** Trombüs tespit edilen koroner arterlerin KAKS'ları

Vakanın yaşı ve cinsiyeti	Trombüs tespit edilen koroner	İlgili Koronerin KAKS	Kişinin Toplam KAKS
81 yaş/kadın	RCA	14,36	113,74
57 yaş/erkek	RCA	83,94	569,81
52 yaş/erkek	CX	403,87	1158,26
75 yaş/kadın	RCA	86,80	86,80
42 yaş/erkek	LAD	78,50	107,88
49 yaş/erkek	LAD	27,02	27,02
42 yaş/erkek	CX	5,80	5,80
47 yaş/erkek	RCA	20,63	68,44

Çalışmamızdaki koroner arterler makroskobik ve ihtiyaç halinde mikroskobik olarak değerlendirildiğinde 8 vakanın koroner arterlerinde trombüs oluşumu tespit edilmiştir. Trombüslerden 7'sinin akut olduğu tespit edilmiş olup, 1'inin ise organize rekanalize trombüs olduğu tespit edilmiştir. Trombüs tespit edilen koroner arterlerin KAKS'larının ortalaması 90,11 olup, en küçük ve en büyük KAKS değerlerinin 5,80 ve 403,87 olduğu, toplam KAKS'larının ortalaması 267,22 olup, en küçük ve en büyük değerler 5,80 ve 1158,26 olarak tespit edilmiştir.

### Miyokard Dokusu Makroskobik Otopsi Bulguları

Kalbin diseksiyonu esnasında miyokard dokusunun makroskopik incelenmesinde miyokard dokuda akut miyokard infarktüsüne (MI) bağlı olduğu düşünülen; solukluk, miyokardial beneklenme ve koyu renk değişimi gibi patolojik alanlar ve önceden geçirilmiş miyokard infarktüsü nedeniyle oluştuğu düşünülen; sedefi renkte, sert fibröz skar dokusu, miyokard tabakasında incelme gibi patolojik bulgular tespit edilmiştir. Tespit edilen makroskobik miyokard bulguları ihtiyaç halinde mikroskobik inceleme örnek alınarak, doğrulanmıştır.

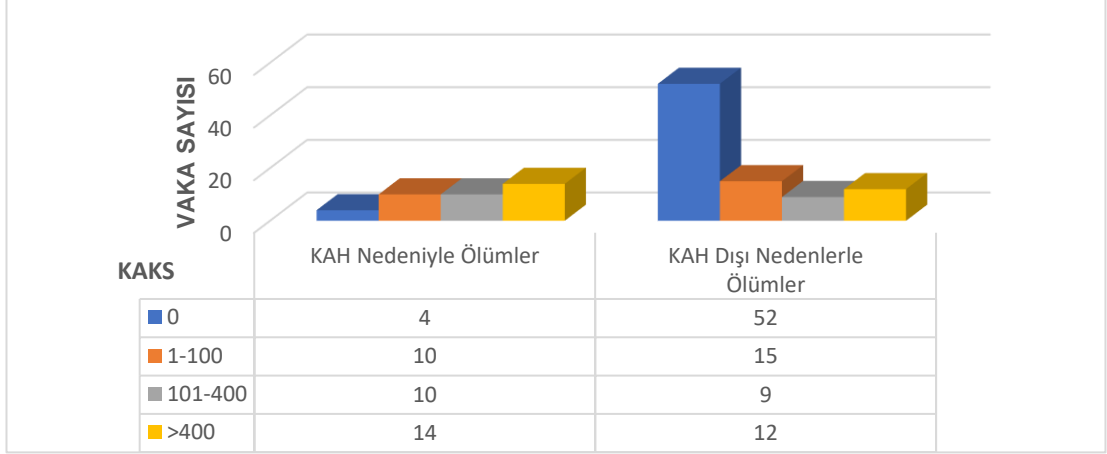


**Şekil 21:** Miyokard bulgularının dağılımı

Vakalarımızın 29'unda akut, 35'inde geçirilmiş eski MI mevcut olduğu tespit edilmişti. Bu vakaların 15'inin ortak vakalar olduğu ve bu vakalarda hem akut ve hem geçirilmiş eski miyokard infarktüsü ile ilişkili makroskobik bulgular birlikte tespit edilmiştir. 77 vakada ise MI ile ilişkilendirilebilecek makroskobik bir bulgu tespit edilmemiştir. KAKS ile eski MI bulunan veya bulunmayan vakalar arasında fark olup olmadığı değerlendirildiğinde iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunduğu ( $p < 0,01$ ,  $z: -4,950$ ) ve eski MI bulunan vakaların KAKS ortalamasının daha yüksek olduğu görülmüştür. Akut MI bulunan vakalar ile bulunmayan vakalar arasında KAKS açısından fark bulunup bulunmadığı değerlendirildiğinde, iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunduğu ( $p < 0,01$ ,  $z: -4,217$ ) ve akut MI içeren vakaların ortalamasının daha yüksek olduğu görülmüştür. KAKS'ın eski ve yeni MI'ı belirlenmesinde ROC analizi incelendiğinde, eski MI için eğri altında kalan alanın 0,773 olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı ( $p < 0,01$ ) olduğu, akut MI için eğri altında kalan alanın 0,747 olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı ( $p < 0,01$ ) olduğu görüldü.

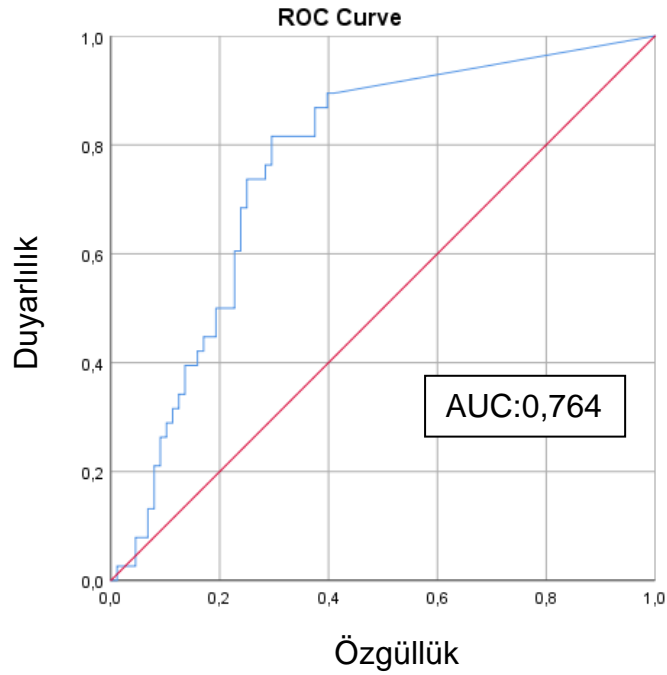
### **Ölüm Nedenleri**

Vakaların ölüm nedenlerine bakıldığında myokard infarktüsü, koroner trombüs ve ciddi koroner arter stenozu bulguları birlikte değerlendirilerek 38 vakanın Koroner Arter Hastalığı nedeniyle öldüğü kanaatine varılmıştır. Bu olgular haricindeki 88 olgudan; 34'ünün intihar, 15'inin KAH dışı doğal, 10'unun trafik kazası, 9'unun intoksikasyon, 8'inin yüksekten düşme nedenleriyle ve 12'sinin diğer nedenlerle öldüğü tespit edilmiştir.

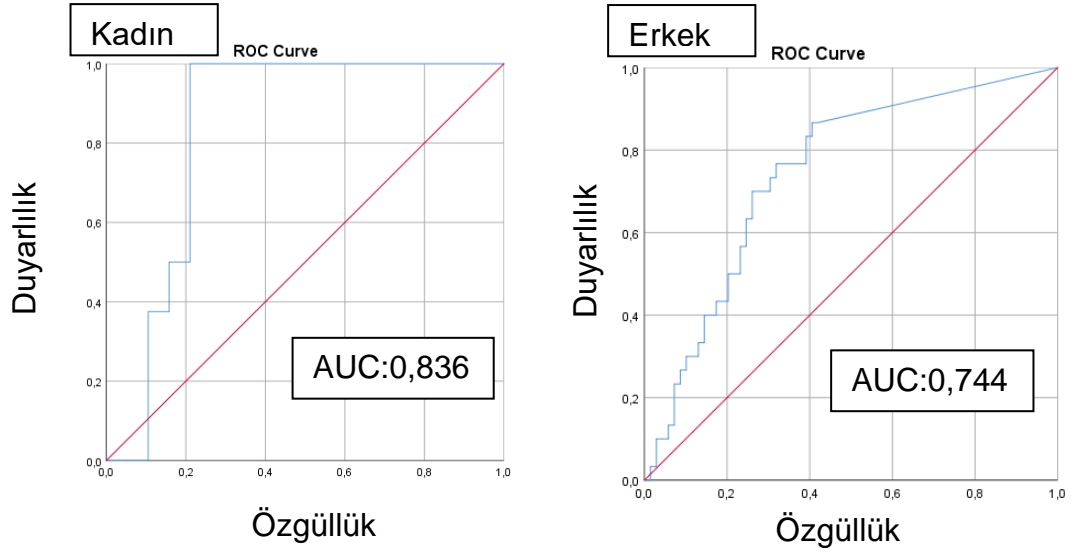


**Şekil 22:** Ölüm nedenleri ve KAKS'ların karşılaştırılması

KAH'a bağlı nedenlerle ölen vakaların toplam KAKS ortalaması 463,11, KAH dışı nedenlerle ölen kişilerin toplam KAKS ortalaması 216,30 idi. KAH nedenli ölümler ile KAH dışı nedenli ölümlerin toplam KAKS'ları arasında  $z:-4,920$ ,  $p:0,001$  düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark mevcut olduğu ve KAH nedenli ölümlerde toplam KAKS'ın daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.



**Şekil 23:** KAKS'ın KAH'a bağlı ölümler için ROC analizi



**Şekil 24:** KAKS'ın KAH'a bağlı ölümler için kadın ve erkek cinsiyette ROC analizi

KAKS'ın KAH'a bağlı ölümlerin belirlenmesinde ROC analizi incelendiğinde, eğri altında kalan alanın 0,764 olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı ( $p<0,001$ ) olduğu görüldü. KAH'a bağlı ölümler için en uygun kesme değeri youden indeksine göre belirlendi. Youden endeksinin en yüksek değeri (0,520) için KAKS kesme noktası 24,53 idi. KAKS'ın KAH'a bağlı ölümlerin belirlenmesinde ROC analizi kadın ve erkeklerde ayrı ayrı incelendiğinde, kadın vakalarda eğri altında kalan alanın 0,836 olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı ( $p<0,001$ ) olduğu, erkek vakalarda eğri altında kalan alanın 0,744 olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı ( $p<0,001$ ) olduğu görüldü. Kadınlarda Youden endeksinin en yüksek değeri (0,789) için KAKS kesme noktası 25,23, erkeklerde ise Youden endeksinin en yüksek değeri (0,461) için KAKS kesme noktası 2,25 idi.

## TARTIŞMA

Dünya sağlık örgütünün açıklamasına göre semptomların ortaya çıkmasından sonraki 24 saat içerisinde meydana gelen ölümler ani beklenmedik ölüm şeklinde tanımlanmıştır. Kardiyovasküler hastalıklar ani beklenmedik ölümlerin en sık sebebidir. Bu nedenle KVH adli tıpta önemli bir yer kapsar. Adli tıpta KVH nedeniyle gerçekleşen ölümlerin soruşturmasına kapsamlı ve sistematik bir yaklaşım, hastalıkların fizyopatolojisinin anlaşılması ve klinik pratik için değerli bilgiler sağlayabilir. Otopsi vakalarındaki KVH nedenli ölümlerin büyük çoğunluğunun nedeni İKH'dır. İKH gelişmiş ülkelerde en sık ölüm sebebidir. İKH'larının en sık sebebi ise aterosklerotik damar hastalığıdır (85, 86).

Ateroskleroz, arterlerin lümenlerinde plaklar oluşması sonucu damarların daralmasına veya tıkanmasına neden olan, bu nedenle organlara yeterli kan ve oksijen gitmemesi sonucu organ hasarı veya ölümle sonuçlanabilen bir hastalıktır. Ateroskleroz, otopsi sırasında miyokard infarktüsü, inme veya diğer kardiyovasküler hastalıkların nedeni olarak tespit edilebilir. Otopside, damarlardaki aterosklerozun lokalizasyonunu ve derecesini tespit etmek, kişinin ölüm sebebini belirlemede önemli bir bulgudur. Sistematik otopsi ile aterosklerozun varlığı ve şiddeti belirlenebilir. Bununla birlikte postmortem görüntüleme teknikleri de ateroskerozu belirlemede yardımcı olabilmektedir. Postmortem BT anjio ve postmortem MR anjio aracılığıyla koroner arterlerdeki darlıklar ve tıkanıklıklar tespit edilebilmektedir.

Postmortem görüntülemelerle aterosklerozun tespitinde kullanılan bir yöntem de koroner arter kalsiyum skorlama yöntemidir (8). KAKS için BT ile Hounsfield birimlerinde ölçülebilen, kalsiyum birikim alanlarına dayalı Agatston skorlama sistemi geliştirilmiştir. Bu skor, koroner arterlerdeki plak yükünü ve kalsiyum birikimini belirlemeye yardımcı olur (38). Koroner arterlerde kalsiyum birikimi, aterosklerozun bir parçasıdır ve genellikle sadece aterosklerotik arterlerde görülür (87, 88). Koroner arter kalsiyum skoru (KAKS), aterosklerotik yük ile yakından ilişkili olan koroner olayların bağımsız bir belirleyicisi olarak kabul edilir. Postmortem KAKS ani beklenmedik ölümlerin en sık nedeni olan koroner arter hastalığına bağlı ölümlerin tespitinde yardımcı olabilmektedir (8, 78, 89).



Çalışmamızda otopsi olgularındaki KAKS'ın ateroskleroz ve KAH'a bağlı ölümlerle ilişkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Otopsi sırasında postmortem görüntülemelerde sıklıkla kullanılan PMBT ile izole kalpte KAKS hesaplanmıştır.

Literatürde postmortem izole kalbin BT görüntülemesinin yapıldığı Inokuchi ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada mevcut olup, Inokuchi ve arkadaşlarının çalışmasında BT ile koroner anjiyografi çekilmişken (77). bizim çalışmamız ise postmortem izole kalp BT'si ile KAKS inceleyen ilk çalışma niteliğindedir.

### **Yaş, Cinsiyet, Kalp Ağırlığı ve BCAYDK'nın Değerlendirilmesi**

Çalışmamıza 18 yaş ve üstü toplam 126 adli otopsi vakası dahil edilmiştir. Dahil ettiğimiz vakaların sistematik otopsileri yapılmış, eş zamanlı olarak izole kalp BT'leri çekilmiş olup, otopsinin ardından KAKS'ları hesaplanmıştır. Olgularımızın %79'u (n:99) erkek, %21'i (n:27) kadın idi. Literatürde Türkiye'de yapılmış otopsi çalışmalarına bakıldığında cinsiyet oranlarının benzer olduğu görülmüştür (90, 91). Olgularımızın yaş ortalaması 50,9 olup, ortanca yaş 49 idi. Literatürdeki otopsi çalışmalarına bakıldığında, vakalarımızın yaş ortalamasının daha yüksek olduğu görüldü (90, 91). Bu durumun 18 yaş altı kişileri çalışmamıza dahil etmememiz nedeniyle ortaya çıktığı düşünüldü.

Çalışmamızdaki vakaların ölüm nedenlerine bakıldığında; 38 (%30)'inin KAH, 15 (%12)'inin KAH dışı doğal, 34 (%27) kişinin intihar, 10 (%8) kişinin trafik kazası, 9 (%7) kişinin intoksikasyon, 8 (%6) kişinin yüksekte düşme ve 12 (%10) kişinin diğer nedenlerle öldüğü tespit edilmiştir. Otopsi vakalarımızdan 53 vaka doğal nedeni olarak değerlendirilmiş olup, bu vakaların 38'inin ateroskleroza bağlı KAH nedeniyle öldüğü tespit edilmiştir. Vakalarımızdaki KAH'a bağlı ölümlerin tüm vakalar içindeki oranı %30 olup, doğal ölümler içerisindeki oranı %71.7 idi. Türkiye'de yapılan çalışmalara bakıldığında otopsilerdeki KAH'a bağlı ölümlerin oranı; Işık ve ark. çalışmasında %17 (91) Kara ve ark. çalışmalarında %31 olduğu (92) görülmüştür.

Kalp ağırlığı ve boyutları, kardiyovasküler hastalıklar için önemli bir göstergedir (93). Kalp ağırlığı, özellikle cinsiyet, kilo ve kişideki mevcut hastalıklara göre değişkenlik göstermektedir. Vakalarımızın ortalama kalp ağırlığı 399 g idi.

Erkeklerin ortalama kalp ağırlığı 404 g olup, kadın vakaların ortalama kalp ağırlığı 380 g idi. Literatür çalışmalarına bakıldığında ortalama kalp ağırlıklarının benzer olduğu görülmüştür (93, 94). Aynı boy, kilo ve yaş özelliklerine sahip erkeklerde kadınlara göre kalp ağırlığının daha fazla olduğu çalışmalarda tespit edilmiştir (94). Bizim çalışmamızda da erkeklerin kalp ağırlık ortalamaları, kadınlarınkinden daha yüksekti. Bununla birlikte aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi. KAH'a bağlı ölümlerdeki kalp ağırlığı, KAH dışı nedenlerle ölenlere göre daha yüksekti ve bu fark istatistiksel olarak anlamlıydı. Kumar ve ark. postmortem kalp ağırlıklarını değerlendirdikleri çalışmada KVH'a bağlı ölen olgulardaki kalp ağırlıklarının referans olarak belirledikleri gruptaki vakalardan daha yüksek olduğunu ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu bulmuşlardır (93). Bu bulgu bizim çalışmamız ile uyumluydu.

Aterosklerozun risk faktörlerinden biri olan obezitenin belirteçlerinden birisi de BCAYDK'dır. Vakalarımızın BCAYDK ortalamasının 3,37 cm olduğu, erkeklerde 3,15 cm, kadınlarda ise 4,20 cm olduğu tespit edilmiştir. Kadın cinsiyetteki BCAYDK, erkek cinsiyete göre daha fazlaydı ve bu fark istatistiksel olarak anlamlıydı. Kara ve ark. çalışmasında da kadın cinsiyettekilerin BCAYDK'nın daha yüksek olduğu tespit edilmiş ancak, aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (92). Vakalarımızda BCAYDK ile kalp ağırlıklarının arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgu Kara ve ark. çalışmasıyla uyumlu bulunmuştur (92). Çalışmamızda KAH nedeniyle ölen vakalar ile KAH dışı nedenlerle ölen vakalar arasında BCAYDK açısından anlamlı fark yoktu. Vakalarımızda BCAYDK ile koroner arter darlık oranları ve KAKS'ları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon mevcut değildi. Kara ve ark. çalışmasında erkek cinsiyette BCAYDK ile koroner arter darlıkları arasındaki korelasyon tespit etmemişler bununla birlikte, kadın cinsiyette koroner arterlerin aterom yoğunluğu ile BCAYDK arasında pozitif korelasyon bulmuşlardır (92).

## **Koroner Arterlerdeki Ateroskleroza Bağlı Darlık Oranlarının ve Trombüs Tespit Edilen Vakaların Değerlendirilmesi**

Çalışmamızdaki koroner arter darlık oranlarının ortalamalarına bakıldığında; LMCA'da %6,79, LAD'de %34,56, Cx'de %22,14, RCA'da %26,43 darlık tespit edilmiştir. LMCA, LAD, Cx ve RCA koroner arterlerinde %75 üstünde darlık tespit edilen sırasıyla 0(%0), 28(%22,2), 16(%12,7) ve 17(%13,5) koroner arter olduğu tespit edilmiştir. Çalışmamızda en sık ciddi stenoz tespit edilen koroner arter LAD idi. Literatürdeki çalışmalarda da çalışmamızla uyumlu bir şekilde en sık stenoz görülen koroner arterin LAD olduğu görülmüştür (95–98). Koroner arter darlıklarının yaş ile arasında anlamlı bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgunun literatür ile uyumlu olduğu görülmüştür (99).

Ani kardiyak ölümün kesin bulgularından birisi de koroner arterlerde teşhis edilen trombüslendir (76). Çalışmamızda yapılan makroskopik ve mikroskopik incelemelerde 126 vakadan 8(%6,34)'inde koroner arterde trombüs tespit edilmiştir. Literatürde görülen trombüs sıklığı bizim vakalarımızla benzer olarak izlendi (96, 100, 101). Trombüs bulunan koroner arterlerin dağılımına bakıldığında 4'ünün RCA'da, 2'sinin LAD'de ve 2'sinin Cx'de olduğu tespit edilmiştir. RCA'da daha sık trombüs tespit edilmesi, literatürle uyumlu görülmüştür (8, 101). Tespit edilen trombüslere 7'sinin akut trombüs, 1'inin ise organize rekanalize trombüs olduğu tespit edilmiştir (76).

## **Aort Kalsifikasyonu**

Aort kökü ve asendan aortanın kesit alanına giren kısımlarının Agatston skorları ölçülmüştür. Aort agatston skorunun 106 vakada 0, 20 vakada >0 olduğu tespit edilmiştir. KAKS ile Aort Agatston skoru arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif korelasyon tespit edilmiştir. Bu ilişki literatürde yapılan klinik araştırmalarla uyumlu bulunmuştur (58). Ayrıca yaş ile aort kalsifikasyonu arasında da istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif korelasyon tespit edilmiştir. Bu bulgu da literatürdeki klinik çalışmalarla uyumlu bulunmuştur (102).

## **Postmortem BT ve Anjio Kullanımının Önemi**

Postmortem BT, adli tıp alanında kullanımı son yıllarda artan bir postmortem görüntüleme yöntemidir. PMBT; vakaların organları, kemikleri ve diğer yumuşak dokuları hakkında önemli bilgiler sağlamaktadır. Bu nedenle PMBT; vakaların ölüm nedenlerini ve ölümüne katkıda bulunan diğer nedenleri tespit edebilmemize olanak sağlar. Geleneksel otopside tespit etmekte zorlanılan bazı kemik kırıkları, yabancı cisimler (mermi çekirdekleri, tıbbi cihazlar vb) PMBT ile rahatça tespit edebilir. Uygun vakalarda klasik otopsi işlemi yapılmadan yalnızca PMBT ile ölüm nedeni tayin edilebilmektedir (103). PMBT'nin genel olarak ölüm nedenlerini tespit etmedeki gücünü değerlendiren çalışmalara baktığımızda; Chatzaraki ve ark.'nın hemoperitoneum vakalarında kanama kaynaklarını tespit etmedeki geçerliliğine bakıldığında; duyarlılığının %79, özgüllüğünün %92.1 olduğu, (104) Femia ve ark. çalışmasında PMBT'nin ölüm sebebini belirlemedeki geçerliliğinde; duyarlılığı %38, özgüllüğü %73, (105) Ampazoni ve ark. çalışmasında PMBT'nin ölüm sebebini belirlemedeki geçerliliğinde duyarlılığı %82, özgüllüğü %97, (106) Christe ve ark. abdominal travmalı vakalarda karaciğer yaralanmalarını tespit etmedeki geçerliliğinde; duyarlılığı %53, özgüllüğü %84 olduğu (107) tespit edilmiştir. Literatürde özellikle iskelet sistemindeki travma bulgularını tespit etmede PMBT'nin klasik otopsiye göre daha duyarlı olduğu bulunmuştur (108, 109). Adli tıp pratiğinde büyük önem taşıyan ani beklenmedik ölümlerde, PMBT'nin tek başına kullanımı ise kısıtlıdır (110–112).

Koroner arter darlık, tıkanıklık ve diğer patolojilerini tespit etmek, adli tıp pratiğinde özellikle ani kardiyak ölümleri tespit etmek için önemlidir. Postmortem anjio görüntülemeleri KAH'a bağlı ölümlerin tanısını kolaylaştırmaktadır. Akut total trombotik oklüzyonlar, koroner ostiumların obstrüksiyonları ani kardiyak ölümü kesin olarak açıklarken, koroner arterlerin ciddi darlığı kişide kardiyak oksijen sunumunu bozan etmenlerle birlikte değerlendirilerek ani kardiyak ölümü yüksek olasılıkla açıklayabilir (76).

PMBTA ve PMMRA ile postmortem vakaların arteriyel ve venöz damar sisteminin kapsamlı bir değerlendirilmesi yapılabilir. Bu işlem ile damarlardaki yaralanmaları, stenozları ve yapısal malformasyonları tespit ederek ölüm nedeni ile ilgili değerli bilgiler elde edilebilir. Chevallier ve ark. PMBT'ye anjio eklenmesiyle

birlikte patolojik bulguların bulunmasının duyarlılığının %64'den %81'e çıktığını belirtmişlerdir (113). Rutty ve ark. çalışmalarında travma ve hemoraji vakalarını PMBTA'nın klasik otopsiye göre daha iyi tanımlayabildiğini, pulmoner tromboemboli'nin ise klasik otopsi ile daha iyi tanınabildiğini belirtmişlerdir (63).

Grapherr ve ark. 500 vakayı dahil ettikleri, PMBTA ve klasik otopsi bulgularını karşılaştırdıkları çalışmalarında; PMBTA'nın temel yumuşak doku bulguları hariç diğer (kemik, parankim, vasküler dokular) bulguları tespit etmede klasik otopsiye göre daha üstün olduğunu belirtmişlerdir (108).

Singh ve ark. yaptığı çalışmada PMBTA'nun koroner stenozu tespit etmedeki duyarlılığına ve özgüllüğüne bakmışlardır. %70'in üstündeki stenozları tespit etmedeki duyarlılığı %61,5, özgüllüğünü ise %91,7 olarak tespit etmişlerdir (114). Morgan ve ark. çalışmasında ise damarlardaki %75 ve üstü darlığı tespit etmede PMBTA'nın duyarlılığının %50, özgüllüğünün %91,5 olduğu tespit edilmiştir (115).

Bizim çalışmamızda makroskobik olarak tespit ettiğimiz darlık oranlarının KAKS 0 eşik değeri ile %70 ve üstü darlığı tespit etme gücüne baktığımızda duyarlılığının %89,87, özgüllüğünün %71,29 olduğu görülmüştür. KAKS'ın eşik değerini 400 belirlediğimizde ise %70 ve üstü darlığı tespit etmedeki gücüne baktığımızda; duyarlılığının %26,58, özgüllüğünün %97,88 olduğu görülmüştür. PMBTA ile KAKS'ın ciddi koroner arter darlığı tespit etme geçerlilikleri karşılaştırıldığında; PMBTA modalitesine göre KAKS 0 eşik değerinin duyarlılığının daha yüksek olduğunu ancak özgüllüğünün daha düşük olduğu, KAKS 400 eşik değerinin ise özgüllüğünün daha yüksek olduğu ancak duyarlılığının belirgin miktarda daha düşük olduğu görülmektedir.

Literatürde PMBTA modalitesinde yoğun kalsifiye plakların ve stentlerin bulunduğu koroner arter segmentlerinin stenozunun değerlendirilmesinde teknik zorluklar olduğundan bahsedilmiştir (76). Stentli koroner arterlerin KAKS ölçümünde, stentli koroner segmentinde artefakt oluşumu mevcut olduğu için kullanımı kısıtlıdır. Ancak koronerin yoğun kalsifiye plakların olmasının KAKS değerlendirmesine olumsuz etkisi bulunmamaktadır.

Koroner arter hastalığının varlığını ve derecesini tespit etmede PMBTA önemli rol oynasa da, tespit edilen oklüzyonlar eski tıkanıklıklarla ve postmortem pıhtı ile karışabilmektedir. Ayrıca negatif PMBTA sonuçlarında lümeni tam tıkamayan mural

trombüsler gözden kaçabilmektedir. PMBTA'nın kesin olarak tanı koydurucu olabilmesi için klasik otopsi ve histolojik örnekleme ile birlikte yapılması önerilmektedir (76).

### **İzole Kalp PMBTA Kullanımı**

Tüm vücut PMBT'nin ardından sadece kardiyak anjiyografi çekilen çalışmalar da mevcuttur (63, 116–118). Bu yöntem ile özellikle KAH'na bağlı ölümlerin daha iyi açıklanması amaçlanmıştır. Roberts ve arkadaşlarının çalışmasında bu tekniğin ortalama 41,5 dakika, Saunders ve ark. çalışmasında ise 60 dakika sürdüğü bulunmuştur (116, 117). Rutty ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada tüm vücut PMBT çekilen vakalara karotis komünisten aort kapağının hemen üstüne kateter göndererek sadece kardiyak anjiyografi çekmişlerdir. Bu uygulamada özellikle ilk öğrenme aşamasında daha çok başarısızlıkların oluşabileceğini ve genel olarak %15'lik uygulama başarısızlığı olduğundan bahsetmişlerdir (63).

Literatürü taradığımızda izole kalbin vücuttan çıkarılarak postmortem görüntülemesinin yapıldığı çalışmalar mevcuttur (77, 119–121). İnokuchi ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, izole kalpte ÇKBT kullanılarak yapılan postmortem selektif koroner BT anjiyografinin adli tıp alanındaki kullanımını ve otopsilerdeki faydası değerlendirilmiştir. Bu çalışmada öncelikle domuz koroner arteri kullanılarak yapılan bir ön çalışmanın sonuçlarında, BT sırasında artan kontrast madde viskozitesi ve sürekli perfüzyon ile daha iyi anjiyografi görüntülerinin elde edildiğini göstermişlerdir. Uygun viskozite tespit edildikten sonra infüzyon için basınçlı bir sistem kullanarak izole kalp için koroner anjiyografi prosedürü tasarlamışlardır. Bu yöntemle vakaların iskemik kalp hastalığı ile ilgili otopsi bulgularına ek olarak yararlı destekleyici kanıtlar elde etmişlerdir. İzole kalp PMBTA yönteminin kolay, hızlı ve ucuz bir şekilde yapılabilen olduğundan bahsetmişlerdir. PMBTA, tipik olarak tüm vücut anjiyografisini içermesine rağmen, adli tıp alanlarında otopsiler için tamamlayıcı bir araç olarak kullanılabilmesine dikkat çekmişlerdir. Bununla birlikte izole kalp PMBTA tekniğinin kısıtlılıkları olarak koroner ostium veya proksimal ana koronerlerdeki lezyonların değerlendirilememesi ve kontrast maddenin interstisyuma ekstravazyonunun interstisyel ödeme neden olmasını belirtmişlerdir. Bu durumlar

nedeniyle, bu tekniğin kullanımı sırasında bu kısıtlılıkların göz önünde bulundurulması gerektiği belirtilmiştir (77).

Bizim çalışmamızda kullandığımız postmortem KAKS yöntemi her ne kadar PMBT anjiyografi kadar değerli sonuçlar vermese de bu yolla da koroner arter hastalığını değerlendirmede önemli bulgular elde edilebilmektedir. İzole kalbin vücut içinde veya dışında anjiyografisinin uygulanmasında oluşabilecek teknik başarısızlık durumları, KAKS ölçümünde neredeyse hiç yoktur. Ayrıca damarların disekte edilmesi, kanülün bağlanması, basınçlı kontrast madde verilmesi gibi uygulamalar olmadığı için süreç çok daha kısa sürmektedir. Basınçlı perfüzyon ve kanül sistemine ek olarak diğer teknik malzemelere ihtiyacın olmaması KAKS uygulamasını daha ekonomik ve daha kolay hale getirmektedir. Kalbin vücut dışına çıkarılarak uygulanan izole PMBTA tekniğindeki kısıtlılıklardan koroner ostiumların ve ana koroner arter başlangıçlarının değerlendirilememesini ve kontrast madde enjeksiyonuna bağlı myokard artefaktları izole BT ile KAKS yönteminde bulunmamaktadır. Literatürde izole kalp PMBT'si ile KAKS'ın değerlendirildiği başka bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

### **Koroner Arter Kalsiyum Skorunun Değeri**

Koroner arter kalsiyum skorunun 0 olması, görüntülemelerde koroner arterlerde kalsifiye plak saptanmadığını gösterir. Bu durum, tıkaçıcı vasıfta aterosklerotik plak varlığının olası olmadığını gösterir ve koroner arter lümeninin büyük oranda açık olmasının daha olası olduğu anlamına gelir (122). KAKS'ın >0 veya >100 olması genç erişkinlerde nadirdir. Genç bireylerin % 70 - %90'ının koroner arter kalsiyum skorunun sıfır olması beklenir (123).

KAKS 0 olan vakaların kardiyo vasküler hastalıklar için garanti süresini değerlendirmek amacıyla Dzaye ve arkadaşları 3116 kişiyi analiz etmişlerdir. İlk görüntülemesinde KAKS 0 olan vakaların, 10 yıl içerisindeki görüntülemeleri ve gerçekleşen KVH'lar kayıt altına alınmıştır. 10 yıl sonraki incelemelerde KAKS'ı >0 olanların oranının %53, KAKS >10 olanların oranının 36% ve KAKS >100 olanların oranının %8 olduğunu göstermişlerdir. KAKS'ın 0 olmasının garanti süresi, cinsiyet ve ırk / etnik kökenlere göre 3 ile 7 yıl arasında değişebildiğini belirtmişlerdir. Risk profiline göre başlangıçta KAKS 0 olan kişilerde 3 ile 7 yıl arasında yeniden tarama

yapmanın, gelecekteki olayların yaklaşık olarak %55'ini tespit etmemizi sağlayabileceği belirtilmiştir (124).

Gottlieb ve ark. yaptıkları çalışmada KAKS'ın 0 olmasının; %50 ve üstünde koroner arter stenozunu veya revaskülarizasyon ihtiyacını ekarte edip edemeyeceğini değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada araştırmacılar elektif koroner anjiyografi yapılacak 291 kişiyi çalışmalarına dahil etmiş olup, vakalarının %73'ü (n:214) erkek ve yaş ortalaması 59,3 olduğu bildirilmiştir. Bu kişilere anjiyografi işleminden 30 gün önce KAKS belirlenmesi amacıyla ÇKBT çekilmiş. Toplamda 72 hastanın KAKS'ı 0 imiş. Bu 72 hastanın 30 gün sonraki anjiyografilerinde %19'unda(n:14) en az 1 koronerde %50'nin üstünde koroner arter darlığı mevcut olduğu tespit edilmiş, %12,5(n:9) vakada revaskülarizasyon tedavisi uygulandığını tespit etmişlerdir. Toplamda 383 koronerin KAKS'ının 0 olduğu ve bu koronerlerden %12'sinde (n:47)  $\geq$ %50 darlık mevcut olduğu tespit edilmiştir. KAKS 0 eşik değer olarak belirlendiğinde  $\geq$ %50 darlığı tespit etmedeki geçerliliğine bakıldığında; duyarlılığının %45, özgüllüğünün %91, NPD'sinin %68, PPD'sinin %81 olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca anjiyografide total oklüde olan 64 damarın %20'sinde(n:13) KAKS'ın 0 olduğunu tespit etmişlerdir. KAKS'ın  $\geq$ %50 darlık oranını tespit etmedeki tanı gücü için yapılan ROC analizinde eğri altında kalan alanı 0,75 olarak tespit etmişlerdir. Çalışmalarının sonucunda koroner kalsifikasyonun daralmayla ilişkili olduğunu ancak KAKS 0 olduğu durumlarda da ciddi koroner arter darlığının mevcut olabileceği ve revaskülarizasyon ihtiyacının mevcut olabileceğini belirtmişlerdir. KAKS yokluğunun semptomatik hastalarda anjiyografiyi önlememesi gerektiğini, bununla birlikte total oklüde damarlarda da KAKS yokluğuna rastlanabildiği, KAKS yokluğunun plak rüptürü ve akut koroner sendromları ekarte edemeyeceğini vurgulamışlardır (125).

Shiga ve ark. çalışmalarında koroner anjiyografi işlemi yapılmış 20 yaş ve üstü 502 kişiyi değerlendirmişlerdir. Değerlendirmelerini vakaları KAKS = 0 ve KAKS > 0 olmak üzere iki gruba ayırarak gerçekleştirmişlerdir. KAKS = 0 grubunun daha genç olduğunu ve bu grupta erkeklerin daha az olduğunu, koroner arter darlıklarının, koroner arter hastalığının, majör advers kardiyak olay geçirme oranının anlamlı bir düzeyde daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir (126).

Mortensen ve ark. KAKS 0 olan 12 771 klinik vakayı değerlendirdikleri çalışmalarında; KAKS 0 olan vakaların %6'sında  $\geq$ %50 lümen darlığı mevcut



olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca KAKS'ı 0 olan ileri yaşlardaki kişilerin KAH geçirme riskinin daha düşük olduğunu, ancak genç yaşlarda KAKS 0 değerinin KAH için kullanımının kısıtlı olduğundan bahsetmişlerdir (127).

Haberl ve arkadaşları, 1,764 kişiyi dahil ettikleri çalışmada semptomatik hastalarda koroner anjiyografi vasıtasıyla elde ettikleri koroner arter darlık oranları ile KAKS'ları arasındaki korelasyonu değerlendirmişlerdir. Çalışmalarına 20 ile 80 yaş aralığında 1225 erkek ve 539 kadın olguyu dahil etmişler. Erkeklerin KAKS'ı, kadınlarınkinden istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha yüksek olarak bulunmuş, her iki cinsiyette de yaşla birlikte kalsifikasyonun önemli ölçüde arttığı saptanmıştır. Her yaş grubu içinde KAKS'ların standart sapma değerlerinin yüksek olduğunu ve bu durumun, aşırı kalsifikasyona sahip az sayıda hastadan kaynaklandığını belirtmişlerdir. Ayrıca, tüm hasta grubu ve her yaş grubu içinde, anlamlı koroner arter hastalığı olan hastalarla olmayan hastalar arasındaki KAKS farkının yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Erkek ve kadın olgulardaki KAKS 0 eşik değerini %75 ve üstü koroner arter darlığını tespit etmede kullanıldığında; erkek vakalarda; duyarlılığı %99, özgüllüğü %39, PPD'si %57, NPD'si %99, kadın vakalarda duyarlılığı %99, özgüllüğü %49, PPD'si %53, NPD'si %99 olduğunu tespit etmişlerdir. Yaptıkları çalışma sonucunda koroner anjiyografisi normal olan kişilerin çoğunda KAKS'ın bulunmadığını ve anlamlı stenoz varlığını tespit etmede KAKS'ın duyarlı bir test olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir (128).

Çalışmamızda 126 kişiden %44,04(n:56)'ünün KAKS'ının 0 olduğu tespit edilmiştir. KAKS 0 olan 56 vakanın 44(%78,6)'ü erkek, 12(%21,4)'si kadın olduğu ve yaş ortalamalarının 39,94 olduğu tespit edildi. Koronerler değerlendirildiğinde 504 koroner arterin içerisinde KAKS 0 olan 311 koroner arter mevcut olduğu, bu koronerlerin %9,00'unun (n:28) %25 ve üstü darlığı olduğu, %5,78'inin (n:18) %50 ve üstü darlık mevcut olduğu, %1,28'inin (n:4) %75 ve üstü darlık mevcut olduğu görülmüştür. KAKS 0'ı eşik değer olarak kabul ederek %70 ve üstü koroner arter darlığını tanı testinin geçerliliğine bakıldığında; duyarlılığın %89,87, özgüllüğün %71,29, PPD'nin 36,79, NPD'nin %97,43, doğruluğunun %74,21 olduğu tespit edilmiştir. Testin yüksek duyarlılığı, gerçekten ciddi darlık mevcut olan koronerlerin %89,87'inin KAKS değerinin  $\geq 0$  olarak hesaplandığını göstermektedir. Ancak, testin özgüllüğü %71.29 olduğundan, gerçek negatif vakaların sadece %71.29'ünde KAKS

0 olarak hesaplanmıştır. NPD %97.43 olduğu tespit edilmiştir, KAKS değeri 0 olanların neredeyse tamamında %70 ve üzerinde bir darlık mevcut olmadığı söylenebilir. PPD %36,79 tespit edilmiş olup, KAKS'ı  $\geq 0$  olarak hesaplananların yalnızca %36,79'unda koroner arter darlıklarının %70 ve üzerinde olduğu anlaşılmaktadır. KAH nedeniyle ölen 38 vakadan yalnızca %10,53'ünün (n:4) KAKS'ının 0 olduğu görülmüştür.

Budoff ve ark. kişinin cinsiyetinin, yaşının ve etnik kökeninin dahil edilerek hesaplandığı MESA KAKS persantilinin kullanılabilirliğini değerlendirmişlerdir. Kardiyak olayları tespit etmede Agatston skorunun MESA KAKS persantiline göre tanı gücünün daha güçlü olduğunu tespit etmişlerdir (129). Bizim çalışmamızda da ciddi koroner arter darlığı bulunan kişileri tespit etmede Agatston skoru ve MESA KAKS persantilinin ROC analizine bakıldığında Agatston skorunun eğri altında kalan alanının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Tanıdaki gücünün daha az olmasının ek bir nedeninin de MESA KAKS persantilinin ancak 45-85 yaş aralığında hesaplanabilir olduğu için Agatston skoruna göre daha az kişide hesaplanabilmiş olmasından kaynaklandığı düşünülmüştür.

Arad ve ark. çalışmasında klinik vakalarda KAKS ile ciddi kardiyak olaylar arasındaki ilişkiye bakılmıştır. Tüm koroner olayları tespit etmedeki tanı gücüne bakıldığında ROC analizinde eğri altında kalan alanın 0,84 olduğu, koroner arter hastalığına bağlı ölümleri ve öldürücü olmayan MI'ı tespit etmedeki eğri altında kalan alanın 0,86 olduğunu tespit etmişlerdir (5). Raggi ve arkadaşlarının klinik çalışmasında da KAKS'ın akut MI geçiren veya kardiyak ölüm meydana gelen vakalar ile ilişkili olduğunu tespit etmişlerdir (130). Bizim vakalarımızda KAH nedeniyle ölen vakaları tespit etmede tanı gücünde ROC analizinde eğri altında kalan alanın 0,764 olduğu görülmüştür. Çalışmalar arasındaki eğri altında kalan alanın farklı olmasının, iki çalışmanın teknik farklılıkları nedeniyle oluştuğu düşünülmüştür. KAKS ile akut koroner sendrom arasındaki farkların sebeplerinden biri de riskli ateroskleroz plağının içeriğinin yağdan zengin olması ve fibröz kısımlarının daha çok olması ile ilişkili olduğu düşünülmektedir (131).

## **Postmortem KAKS Kullanımı**

Otopsi çalışmalarında koroner arter hastalığını tespit etmek için kullanılan postmortem görüntüleme modalitelerinden birisi de PMBT ile KAKS ölçümüdür (78, 132, 133). KAKS skoru koroner arterlerde mevcut aterom plaklarının iyi bir belirteçidir. Aterom plaklarının yoğunluğu ve darlık yapma oranını göstermede zorluklar mevcuttur. Aterom plağı eğer aterosklerozun ilk aşamalarında ise kalsiyum içermeyebilir veya özellikle ileri yaşlardaki aterom plaklarında ciddi darlık oluşmadan da kalsiyum birikimi artabilir. KAKS'ın aterom plaklarının oluşturduğu darlık oranını tahmin etme gücü olup olmadığı ve KAH ile ilişkisi çalışmalarla değerlendirilmiştir (8, 134).

Paratz ve arkadaşları yaptıkları çalışmada postmortem KAKS'ın gençlerdeki ani kardiyak ölümü teşhis etmede yardımcı olup olamayacağını incelemiştir. İskemik kalp hastalığı nedeniyle ölenlerin KAKS'ı ile diğer nedenlerle ölenlerin KAKS'ları arasında, istatistiksel olarak anlamlı fark olduğunu ve İKH olanların daha yüksek KAKS'a sahip olduğunu tespit etmişlerdir. KAKS'ın iskemik kalp hastalığına bağlı ölümleri tanıma gücüne bakıldığında, ROC analizinde eğri altında kalan alanın 0,82 olduğunu tespit etmişlerdir (78). Bizim çalışmamızda KAKS'ın KAH'a bağlı ölümleri tanı gücüne baktığımızda ROC analizinde eğri altında kalan alan 0,764 olarak bulunmuştur.

Michaud ve ark. miyokard infarktüsü bulunan otopsi vakalarında postmortem KAKS'ı değerlendirmişlerdir. KAKS'ın yaş ile istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttığını, cinsiyet, VKİ ve kalp ağırlığı ile KAKS arasında anlamlı ilişki olmadığını tespit etmişlerdir (8). Bizim çalışmamızda da bu çalışmayla uyumlu bir şekilde KAKS ile yaş arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğu, KAKS ile VKİ ve cinsiyet arasında anlamlı ilişki olmadığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte bizim çalışmamızda KAKS ile kalp ağırlığı arasında istatistiksel olarak pozitif ve anlamlı ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Kaur ve ark. çalışmasında koroner arterin kalsiyum skoru ile darlık derecesinin ilişkisini değerlendirmişlerdir. Çalışmadaki vakaların cinsiyet ve doğal nedenli ölüm oranlarının bizimkine yakın olduğu görüldü. Çalışmalarında histolojik olarak damar duvarında kalsifikasyonun bulunup bulunmadığına da bakılmıştır. KAKS'ın damar duvarında kalsifikasyon bulunup bulunmaması ve lümendeki daralma oranı ile güçlü

ilişkide olduğunu belirtmişlerdir (134). Bizim çalışmamızın bu çalışmaya göre eksiğinin tüm vakalardan histopatoloji örneği alınmamış olması ve bu sebeple damar duvarındaki kalsiyum içeriği ile KAKS'ın ilişkisinin değerlendirilememiş olduğu düşünülmüştür.

Robinson ve ark. PMBTA ve KAKS'ı değerlendirdikleri çalışmalarına ani doğal ölüm vakalarını dahil etmişlerdir. PMBTA'nın teknik başarısızlık oranının %13 olduğunu ve başarısızlığın genellikle kateter yerleşimine bağlı olduğunu belirtmişlerdir. KAKS'ın hesaplanmasının ortalama 2 dakika sürdüğünü belirtmişlerdir. Çalışmalarında KAKS >400 değerinin PMBTA ile KAH'a bağlı ölüm tanısı konan vakaları tespit etmedeki özgüllüğünün %95,7 olduğunu, KAKS >400 değerininin ciddi koroner arter hastalığı bulunan kişileri saptama özgüllüğünü %97,4 olarak bulmuşlardır. KAKS'ı 400'ün üstünde olan vakalarda PMBTA'ya gerek olmadan koroner arter hastalığının teşhis edilebileceğini, bu algoritmayla PMBTA gereksiniminin %50 kadar düşebileceğini belirtmişlerdir (89). Bizim çalışmamızda KAKS >400 değerinin ciddi koroner arter hastalığı bulunan vakaları tespit etmedeki özgüllüğü %93,59 olarak bulunmuştur. İki çalışmada da bu değer yüksek çıkmış olup arada fark olmasının sebebinin Robinson ve ark. çalışmasında koroner arter darlığının PMBTA ile tespit edilirken bizim çalışmamızda makroskobik bulgular ile tespit edilmesinden dolayı ortaya çıktığı düşünülmüştür.

Gheorghe ve ark. çalışmasında PMBT ile KAKS ölçümünün ardından atomik absorpsiyon yöntemi ile koronerdeki kalsiyum miktarı ölçülmüştür. Ayrıca koronerlerin makroskobik ve histolojik incelemesini yapmışlardır. Çalışmalarının sonucunda Agatston skoru ile atomik absorpsiyon yöntemi ile tespit edilen gerçek kalsiyum miktarının birbiriyle güçlü korelasyon içerisinde olduğunu tespit etmişlerdir. Bununla birlikte KAKS 0 olan vakalarda da atomik absorpsiyon yöntemi ile kalsiyum tespit edilebildiği, bunun sebebinin erken kalsifikasyon aşamalarının, Agatston yöntemi ile tespit edilememesinden kaynaklandığından bahsetmişlerdir. Bu bulgulara ek olarak Agatston skorunun makroskobik (spearman's rho: 0,72) ve histolojik (spearman's rho: 0,72) olarak tespit edilen stenozlar ile önemli bir şekilde korele olduğundan bahsetmişlerdir. Ayrıca histolojik ve makroskobik olarak tespit edilen stenozların birbiriyle yüksek korelasyon içerisinde olduğunu bulmuşlardır (135). Bizim çalışmamızda da koroner arterlerdeki stenozlar ile KAKS'lar arasında

istatistiksel olarak anlamlı pozitif korelasyon (z: 0,652) tespit etmiş olmakla birlikte korelasyon katsayımız daha düşüktü. Aradaki farkın bizim çalışmamızdaki koroner arterlerin içerisinde ilaveten korelasyonu nispeten daha düşük olan LMCA koronerinin de bulunmasından kaynaklandığı düşünülmüştür.

Koroner arterlerde biriken kalsiyumun BT’de hiperdens görülmesinden dolayı KAKS programı olmadan da PMBT ile koroner arterlerde biriken kalsiyumun ciddiyeti hakkında bilgi sahibi olunabilmektedir. Robinson ve ark. çalışmasında PMBT’nin sadece gözlemi ile KAKS’ın derecesini tahmin etmeye çalışmışlardır. Özellikle KAKS’ın 0-400 ve >400 gruplarını sadece gözlem ile tanıma testinin özgüllüğünün %95,8, duyarlılığının %88,2 olduğu tespit edilmiştir. KAKS programı kullanmadan otopsi vakalarında hızlı ve doğru bir şekilde KAKS’ın >400 olup olmadığını tespit edilebildiğini belirtmişlerdir (136). Agatston skorlama programlarının kullanımının özel-ücretli ve kısmen zaman alıcı olduğu düşünüldüğünde bu programların olmadığı veya program ile değerlendirme için yeterli zaman olmadığı durumlarda, sadece gözlem ile ciddi KAKS mevcudiyetinin tespitinin yapılabileceği düşünülmüştür. Bununla birlikte rutinde koroner kalsifikasyonun ölçümünün yapılacağı durumlarda KAKS’a özel programlar ile değerlendirmenin yanlış pozitif ve yanlış negatif sonuçları engelleyeceği düşünülmüştür.

### **Postmortem Kaks’ın 0 Olmasının Önemi**

Postmortem KAKS çalışmalarında da KAKS skorunun 0 ya da > 0 olmasına ayrıca değinilmiştir. Paratz ve ark. çalışmasında İKH bağlı ölümleri tespit etmede KAKS >0’ın PPD(%87,2) ve özgüllüğünün (%89,6) yüksek olduğundan bahsetmişlerdir. Ayrıca ciddi koroner arter hastalığı olan kişileri tespit etmede >0 değerinin NPD (%74,1) ve duyarlılığının (%69,4) orta düzeyde olduğunu tespit etmişlerdir. Ölüm sebebi KAH olan vakaların %30,6’sının KAKS’ının 0 olduğunu tespit etmişlerdir (78). Michaud ve ark. KAKS’ın sıfır olmasına rağmen KAH’a bağlı ölümlerin olmasını; özellikle gençlerde erozyona uğramış trombüse dönüşebilen ölümcül koroner plakların histolojik olarak daha çok fibroselüler yapıda olmasıyla açıklamışlardır (76). Bizim çalışmamızda KAH nedeniyle ölen vakaların %10,52’sinin KAKS’ının 0 olduğu tespit edilmiştir. Çalışmamızda KAKS >0 değerinin ciddi koroner arter darlığını tespit etmedeki duyarlılığı %91,67, özgüllüğü %66,67, PPD’si

%62,86, NPD'si %92,86, doğruluğu %76,19 olduğu tespit edilmiştir. Paratz ve ark. çalışmasına göre çalışmamızda PPD ve özgüllük daha düşük bulunmuşken, duyarlılık ve NPD daha yüksek çıkmıştır. Paratz ve ark. çalışmasındaki bulgulara göre bizim bulgularımızın farklı olmasının, bizim vakalarımızın yaş ortalamasının onlarındakinden daha yüksek olması nedeniyle ortaya çıktığı düşünülmüştür.

### **Myokard İnfarktüsü ve Postmortem KAKS**

Koroner arter hastalığının ciddi prezantasyonlarından biri de miyokard infarktüsüdür. Miyokard infarktüsü genellikle ciddi koroner arter darlıklarının eşlik ettiği bir durum olduğu için KAKS'ının 0'ın üstünde olması beklenmektedir (137). Wagenveld ve ark. 100 vakayı dahil ettikleri çalışmasında toplam Agatston skorunun eski MI'ı tespit etmedeki tanı gücü için yapılan ROC analizinde eğri altında kalan alan 0,75 (95%, 0.64–0.84), akut MI'ı tespit etmedeki gücünde eğri altında kalan alan 0,60 olarak bulunmuştur (138). Çalışmamızda ROC analizinde eğri altında kalan alan eski MI için 0,773, akut MI için 0,747 olarak tespit edilmiş olup, Wagenveld ve ark. çalışması ile uyumlu bulgular tespit ettiğimiz görülmüştür. Çalışmamızda literatürle uyumlu şekilde KAKS'ın eski MI'ı tespit etmedeki tanısal gücünün daha yüksek olduğu görülmüştür.

### **KAKS ve Tromboz Arasındaki İlişki**

KAKS genellikle kronik plak yükünü temsil etmekle birlikte artan kronik plak yükü; yüksek riskli plaklarla ilişkili olabileceği için ani koroner olaylarla da ilişkilidir (139). Trombüs tespit edilen koroner arterlerin KAKS ortalaması 90,11, vakaların toplam KAKS ortalaması ise 267,22 olduğu görülmüştür. Trombüslü damarların toplam KAKS dağılımları Michaud ve ark. çalışmasındaki sonuçlar ile uyumlu olduğu görülmüştür (8). Çalışmamızda trombüs tespit edilen tüm koronerlerin KAKS'ının >0 olması dikkati çekmiştir.

### **Tüm Vücut PMBT ve PMBTA Kısıtlılıkları**

Trafik kazalarındaki yüksek enerjili ve hızlı travmalar sonucunda gelişen ölümlerde PMBT kullanımının yararları ile ilgili Han ve arkadaşlarının yaptıkları çalışma, PMBT'nin kırıkların morfolojik özelliklerini ortaya çıkarabildiğini ve

vücudun farklı alanlarındaki hava koleksiyonlarını tespit edebildiğini ancak yumuşak doku ve organların gösterilmesinde kısıtlılıkları olduğunu belirtmişlerdir. Trafik kazalarındaki otopsi ile birlikte PMBT'nin kombine olarak kullanılmasının en iyi tanı yöntemi olabileceğini belirtmişlerdir (140).

PMBTA'nın damarsal patolojileri göstermede özellikle son yıllarda giderek artan kullanımı mevcuttur. Bununla birlikte PMBTA'nın başarısızlık oranları PMBT'ye göre yüksektir (89, 116). Özellikle yoğun kalsifikasyonlu damarlarda PMBTA'nın tanısal değerinin ve kalsifiye damarlardaki kanülasyonların teknik başarısının düşük olduğu bilinmektedir (89). Ayrıca PMBTA PMBT'ye göre nisbeten daha uzun süren ve tecrübe gerektiren modalitelere sahiptir (116, 117).

Postmortem görüntüleme yöntemleri her ne kadar gelişmiş teknikler olsa da halen önemli eksiklikleri mevcuttur. Bir organın rengi, dokusu ve kokusu radyolojik tetkiklerle elde edilemez. Adli tıp uzmanları bu görüntüleme yöntemlerinden birini seçerken her vakayı kendi içinde değerlendirerek her prosedürün artı ve eksilerini göz önüne alarak seçim yapmalıdırlar (60, 71).

### **Ciddi koroner arter darlığının KAKS ile değerlendirilmesi**

Çalışmamızda hem koroner arterlerin KAKS'ları ile aynı koroner arterdeki ciddi lümen darlıkları arasındaki ilişki, hem de toplam KAKS ile kişide en az bir koronerde ciddi derecede darlık bulunması arasındaki ilişki değerlendirilmiştir. Koroner arter bazında KAKS >400 için koronerlerde ciddi darlığı tanıma testinin duyarlılığı %26,58, özgüllüğü %97,88 iken, toplam KAKS'ın kişide ciddi koroner arter hastalığını tanıma testinin duyarlılığı, %43,75, özgüllüğü %93,59 çıkmıştır. İki test türünün de özgüllüğünün yüksek olması KAKS 400 değerinin hem kişi hem de koroner arter bazında ciddi koroner arter hastalığı olmayan, sağlam kişileri ve koronerleri yüksek oranda doğru tahmin edebildiği tespit edilmiştir. Bununla birlikte ciddi lümen darlığı bulunan kişi ve koronerleri tespit etme gücünün oldukça düşük olduğu görülmüştür.

KAKS >0 değerinin koroner arter darlıklarının tanısında kullanımına baktığımızda; koroner arter özelinde duyarlılığının %89,87, özgüllüğünün %71,29 olduğu, koroner arter hastalığı mevcut kişileri tespit etme tanı testinde ise; duyarlılığının %91,67, özgüllüğünün %66,67 olduğu tespit edilmiştir. KAKS >0

değerinin kullanıldığı testlerin gerçek pozitif vakaları tespit etmede güçlü olduğu, ciddi darlığı olmayan kişileri tespit etmedeki gücünün ise orta seviyede olduğu görülmüştür. KAKS >0 değerinin >400'e göre tanıdaki geçerliliğinin daha yüksek olduğu görülmüştür.

### **Kısıtlılıklar**

Çalışmamızın koroner arter darlık oranlarının makroskopik olarak değerlendirilmiş olması bir kısıtlılık olmakla birlikte; yine postmortem KAKS'ı değerlendiren Gheorghe ve ark. çalışmasında (135) koroner arter darlığının tespitinde histolojik ve makroskopik olarak tespit edilen darlıklar arasında yüksek korelasyon olduğunu belirtmiş olduklarından dolayı histolojik inceleme yapılmadan koroner darlıkları tespit etmiş olmamızın sorun teşkil etmeyeceği düşünülmüştür.



## SONUÇ

Çalışmamızın ortaya çıkış amacı; postmortem izole kalp BT'si ile elde edilen Agatston skorları ile otopsi bulguları ve ölüm nedenleri arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmaktır. Postmortem görüntüleme yöntemleri, her geçen gün adli tıp pratiğinde etkinliğini arttırmaktadır. PMBT ve PMBTA'nın kullanımı klasik otopsi işlemlerine alternatif veya yardımcı yöntem olarak kullanılmaktadır. PMBT'nin özellikle travma vakalarında olmak üzere birçok ölüm nedenini saptamada etkinliği kanıtlanmıştır. Ancak ani beklenmedik ölümlerde ve bu kategorideki ölümlerin en sık grubu olan koroner arter hastalıklarında PMBT'nin kullanımı ve bulguları saptama gücü kısıtlıdır.

PMBT'nin damar sistemi patolojilerini açıklamasındaki sınırlılıklarının önüne geçmek için, PMBT-Anjio tekniği kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntem ile koroner arter hastalığını tespit etmedeki kısıtlılıklar büyük ölçüde ortadan kalkmıştır. Bununla birlikte PMBTA uygulamasının uzun süre alması, teknik zorlukları ve başarısızlıkları mevcut olduğu buna ek olarak anjio için kullanılan kontrast sıvıların histolojik ve radyolojik artefaktların oluşmasına sebebiyet verebildiği bilinmektedir.

İzole kalp BT'si ile tüm vücut PMBT ve PMBTA'ya göre daha kısa sürede ve daha az teknik zorlukla koroner arterler hakkında bilgi edinilebilmektedir. İzole kalp KAKS'ın seçilmiş vakalarda uygulanmasının kişinin koroner arter hastalığı hakkında ön bilgi sağlayabileceği, muhtemelen stenoz mevcut olan kalsifiye damarların hangileri olduğu ve kalsifiye alanların lokalizasyonlarını tespit etmemize yardımcı olabileceği görülmüştür. Buna ek olarak kalp kapaklarının ve aort kökünün kalsifikasyonlarının tespit edilmesi olası kapak ve aort hastalıkları hakkında ön bilgi verebilmektedir. Kalplerin tomografi seri kesitleri ile oluşturulmuş 3D yapılandırması sayesinde; koroner arterlerin lokalizasyonu, major patolojileri ve koroner arterlerdeki stent varlığı hakkında ön bilgi sağlanmaktadır. Postmortem görüntüleme yöntemleri ile elde edilen görüntüler arşivlerde saklanıp, daha sonra ihtiyaç halinde kullanılabilir.

PMBT yöntemi ile tespit edilen KAKS, koroner arterlerdeki ateromun belirteçlerindedir. Çalışmamız sonucunda elde edilen KAKS değerlerinin vakaların diğer özellik ve bulgularıyla arasındaki ilişkiye bakıldığında;

- Vakaların yaşları ile Toplam KAKS ve tüm koroner arterlerin KAKS'ları arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif korelasyon mevcut olduğu,
- Vakaların kalp ağırlıkları ile toplam KAKS ve tüm koronerlerin KAKS'ları arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif korelasyon mevcut olduğu, bu korelasyonun en yüksek değerinin toplam KAKS ile kalp ağırlığı arasında olduğu,
- Kalp kapağı çevreleri ile KAKS arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif korelasyon izlendiği,
- Akut ve eski MI bulguları mevcut kişilerle, MI bulgusu mevcut olmayan kişilerin KAKS'ları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark mevcut olduğu, MI bulguları bulunan kişilerin KAKS ortalamalarının daha yüksek olduğu,
- KAKS ile Aort Agatston skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif korelasyon izlendiği,
- 8 vakada koroner arterlerde trombüs tespit edildiği ve trombüs tespit edilen tüm koronerlerin KAKS >0 olduğu,
- Koroner arterlerdeki stenoz oranı ile KAKS arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif korelasyon mevcut olduğu, kadınlarda bu korelasyonun daha güçlü olduğu, koronerler arasında en güçlü korelasyonun Cx'de bulunduğu,
- KAH nedeniyle ölen vakalar ile KAH dışı nedenlerle ölen vakalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu ve KAH nedeniyle ölen vakalarda tespit edilen KAKS'ın daha yüksek olduğu,
- VKİ, BCAYDK, Kalp duvar kalınlıkları ile KAKS arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon mevcut olmadığı tespit edilmiştir.

KAKS'ın bir test yöntemi olarak koroner arter darlık oranlarını, MI bulgularını ve KAH nedeniyle ölümleri tespit etmedeki geçerliliğine bakıldığında;

- Koroner arter bazında KAKS >0 değerinin koronerlerde %70 ve üstü darlık saptamada duyarlılığının (%89,87) ve NPD'sinin (%97,43) yüksek olduğu, KAKS >400 değerinin koronerlerde %70 ve üstü darlığı saptamada özgüllüğünün (%97,88) yüksek ancak, duyarlılığının (%26,58) düşük

olduğu, iki kesme noktası karşılaştırıldığında KAKS >0 değerinin tanıdaki geçerliliğinin daha güçlü olduğu,

- Vakalardaki en az bir damarda %70 ve üstü darlık oranını tespit etmede KAKS >0 değerinin duyarlılığının (%91,67) ve NPD'sinin (%92,86) yüksek olduğu, KAKS >400 değerinin özgüllüğünün (%93,59) yüksek olduğu, KAKS 0 değerinin tanıdaki geçerliliğinin daha güçlü olduğu,
- KAKS'ın koronerlerde; %70 ve üstü darlığı tespit etmede ROC analizinde eğri altında kalan alanının tüm vakalarda 0,865, kadınlarda 0,941 ve erkeklerde 0,847 olduğu, %50 ve üstü darlığı tespit etmede ROC analizinde eğri altında kalan alanının tüm vakalarda 0,837, kadınlarda 0,903 erkeklerde 0,822 olduğu,
- KAKS'ın kişilerdeki en az bir damarda %70 ve üstü darlığı tespit etmede ROC analizinde eğri altında kalan alanın tüm vakalarda 0,863, kadınlarda 0,988 ve erkeklerde 0,832 olduğu,
- KAKS'ın eski MI'ı tespit etmede ROC analizi incelendiğinde eğri altında kalan alan 0,773, akut MI'ı tespit etmede ROC analizi incelendiğinde eğri altında kalan alanın 0,747 olduğu,
- KAKS'ın KAH'a bağlı ölümleri tespit etmede ROC analizi incelendiğinde eğri altında kalan alanın tüm vakalarda 0,764, kadınlarda 0,836, erkeklerde 0,744 olduğu tespit edilmiştir.

ROC ve korelasyon analizleri sonucunda; KAKS ile koroner arterlerdeki darlık oranlarını ve KAH'a bağlı ölüm nedenlerini tespit etmede kadınlarda, erkeklere göre daha yüksek başarı oranları elde edildiği saptanmıştır.

KAKS'ın bulunup bulunmamasının koronerlerde stenoz, MI ve KAH'ın tespit edilmesinde yol gösterici olabileceği; KAKS 0 eşik değerinin ciddi darlığı mevcut koronerleri tespit etmede duyarlılığının yüksek olduğu; bunun yanında KAKS 400 eşik değerinin ciddi koroner darlığı tespit etmede özgüllüğünün yüksek olduğunun tespit edildiği ve KAKS  $\geq$ 400 olan koronerlerin %70'inde ciddi koroner darlık mevcut olduğu görülmüştür. Bu iki KAKS eşik değeri baz alınarak yapılan değerlendirme ile; otopsi sırasında hangi damarlara daha özenli yaklaşılmaması gerektiği ve kişinin KAH'ı konularında ön bilgi elde edilebileceği düşünölmüştür.

Yaptığımız araştırma ve literatür taraması sonucunda; Postmortem Agatston Skoru ile koroner arter, aort ve kalp kapaklarındaki kalsiyum birikiminin ölçümü ile ilgili daha fazla sayıda çalışmaya ihtiyaç olduğu düşünülmüştür. Bununla birlikte koroner arterlerdeki ateroskleroza bağlı darlık, KAH ve ölüm nedeni hakkında bilgi edinebilmek için postmortem KAKS ölçümünün kullanılabilirliğini önermekteyiz. Ancak plakların boyutu ve bileşimi ile koronerlerin genel durumu gibi diğer faktörler de KAH'ı etkileyebileceğinden, KAKS'ın tek başına, otopsi ve histolojik incelemeler olmadan kesin bir test olmadığı göz önüne alınmalıdır. Bu nedenle postmortem KAKS'ın geleneksel otopsinin yanında yardımcı teknik olarak kullanılması ve otopsi bulguları ile birlikte yorumlanması gerektiği düşünülmüştür.

## KAYNAKLAR

1. Saukko P, Knight B. Knight's forensic pathology. CRC Press 2015: 515–552.
2. Madea B, eds. Handbook of Forensic Medicine. John Wiley & Sons 2014: 597–630.
3. Kondou H, Bandou R, Ichioka H, Idota N, Ikegaya H. The coronary artery calcification severity on postmortem CT could be a clue for the diagnosis of sudden cardiac death. *J Forensic Leg Med* 2021;82.
4. Cafarelli FP, Grilli G, Zizzo G, Bertozzi G, Giuliani N, Mahakkanukrauh P, et al. Postmortem Imaging: An Update. *Seminars in Ultrasound, CT and MRI* 2019;40(1):86–93.
5. Arad Y, Spadaro LA, Goodman K, Newstein D, Guerci AD. Prediction of coronary events with electron beam computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 2000;36(4):1253–60.
6. Alluri K, Joshi PH, Henry TS, Blumenthal RS, Nasir K, Blaha MJ. Scoring of coronary artery calcium scans: History, assumptions, current limitations, and future directions. *Atherosclerosis* 2015;239(1):109–17.
7. Keelan PC, Bielak LF, Ashai K, Jamjoum LS, Denktas AE, Rumberger JA, et al. Long-Term Prognostic Value of Coronary Calcification Detected by Electron-Beam Computed Tomography in Patients Undergoing Coronary Angiography. *Circulation* 2001;104(4):412–7.
8. Michaud K, Magnin V, Faouzi M, Fracasso T, Aguiar D, Dedouit F, et al. Postmortem coronary artery calcium score in cases of myocardial infarction. *Int J Legal Med* 2021;135(5):1829–36.
9. Arıncı K, Elhan A. *Anatomi 2. cilt: Dolaşım sistemi, periferik sinir sistemi, merkezi sinir sistemi, duyu organları*. Ankara: Güneş Tıp Kitapevleri 2014: 2–20.
10. Chiechi ma, lees wm, thompson r. Functional anatomy of the normal mitral valve. *Journal of Thoracic Surgery* 1956;32(3):378–98.

11. Ozturk E, Sivrioglu AK. Normal Koroner Anatomi ve Varyasyonlar. Türk Radyoloji Seminerleri 2013;1(1):36–56.
12. Marieb EN, Hoehn K. Anatomi ve Fizyoloji. Tatar İ, Çev.Ed, 5.baskı Ankara: Nobel Tıp Kitapevleri 2017:576–588.
13. Kumar V Abbas AK Aster JC Perkins JA. Robbins & Cotran Pathologic Basis of Disease. Tenth ed. Philadelphia PA: Elsevier; 2021. 485-525.
14. Villa AD, Sammut E, Nair A, Rajani R, Bonamini R, Chiribiri A. Coronary artery anomalies overview: The normal and the abnormal. World J Radiol 2016;8(6):537.
15. Kini S, Bis KG, Weaver L. Normal and variant coronary arterial and venous anatomy on high-resolution CT angiography. AJR Am J Roentgenol 2007;188(6):1665–74.
16. Go AS, Mozaffarian D, Roger VL, Benjamin EJ, Berry JD, Borden WB, Bravata D, et al. Heart disease and stroke statistics--2013 update: a report from the American Heart Association. Circulation 2013;127(1).
17. Türkiye İstatistik Kurumu resmi web sitesi. Erişim adresi: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Olum-ve-Olum-Nedeni-Istatistikleri-2019-33710>. Erişim tarihi: 09.10.2022.
18. Kumar V Abbas AK Aster JC Perkins JA. Robbins & Cotran Pathologic Basis of Disease. Tenth ed. Philadelphia PA: Elsevier; 2021. 527-582 .
19. Mendis S, Puska P, Norrving Bo, World Health Organization., World Heart Federation., World Stroke Organization. Global atlas on cardiovascular disease prevention and control. World Health Organization in collaboration with the World Heart Federation and the World Stroke Organization; 2011.
20. O'Donnell CJ, Elosua R. Factores de riesgo cardiovascular. Perspectivas derivadas del Framingham Heart Study. Rev Esp Cardiol 2008;61(3):299–310.
21. Jahangiry L, Farhangi MA, Rezaei F. Framingham risk score for estimation of 10-years of cardiovascular diseases risk in patients with metabolic syndrome. J Health Popul Nutr 2017;36(1).

22. Arnett DK, Blumenthal RS, Albert MA, Buroker AB, Goldberger ZD, Hahn EJ, Himmelfarb C, et al. 2019 ACC/AHA Guideline on the Primary Prevention of Cardiovascular Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Circulation* 2019;140(11):e596–646.
23. Van Der Wal AC. Coronary artery pathology. *Heart* 2007;93(11):1484–9.
24. Goldstein S. The necessity of a uniform definition of sudden coronary death: witnessed death within 1 hour of the onset of acute symptoms. *Am Heart J* 1982;103(1):156–9.
25. Falk E. Pathogenesis of Atherosclerosis. *J Am Coll Cardiol* 2006;47.
26. Mahmoudi M, Curzen N, Gallagher PJ. Atherogenesis: The role of inflammation and infection. *Histopathology* 2007;50(5):535–46.
27. Sary HC. Natural history and histological classification of atherosclerotic lesions: an update. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2000;20(5):1177–8.
28. Sary HC, Chandler AB, Dinsmore RE, Fuster V, Glagov S, Insull W, Rosenfeld M, et al. A Definition of Advanced Types of Atherosclerotic Lesions and a Histological Classification of Atherosclerosis: A Report From the Committee on Vascular Lesions of the Council on Arteriosclerosis, American Heart Association. *Circulation* 1995;92(5):1355–74.
29. Libby P, Buring JE, Badimon L, Hansson GK, Deanfield J, Bittencourt MS, Tokgözoğlu L, et al. Atherosclerosis. *Nat Rev Dis Primers* 2019;5(1).
30. Kumar V, Abbas AK, Aster JC, Perkins JA. *Robbins & Cotran Pathologic Basis of Disease*. Tenth ed. Cell Injury, Cell Death and Adaptations. Philadelphia PA: Elsevier; 2021. 33-69.
31. Demer LL, Tintut Y. Inflammatory, metabolic, and genetic mechanisms of vascular calcification. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2014;34(4):715–23.
32. Frink RJ, Achor RWP, Brown AL, Kincaid OW, Brandenburg RO. Significance of calcification of the coronary arteries. *Am J Cardiol* 1970;26(3):241–7.

33. Shi X, Gao J, Lv Q, Cai H, Wang F, Ye R, Liu X. Calcification in Atherosclerotic Plaque Vulnerability: Friend or Foe *Front Physiol* 2020;11.
34. Kragel AH, Reddy SG, Wittes JT, Roberts WC. Morphometric analysis of the composition of atherosclerotic plaques in the four major epicardial coronary arteries in acute myocardial infarction and in sudden coronary death. *Circulation* 1989;80(6):1747–56.
35. Nakano M, Yahagi K, Yamamoto H, Taniwaki M, Otsuka F, Ladich ER, Joner M, et al. Additive Value of Integrated Backscatter IVUS for Detection of Vulnerable Plaque by Optical Frequency Domain Imaging: An Ex Vivo Autopsy Study of Human Coronary Arteries. *JACC Cardiovasc Imaging* 2016;9(2):163–72.
36. Torii S, Nakazawa G, Ijichi T, Yoshikawa A, Murakami T, Natsumeda M, Fujii T, et al. Simultaneous Intravascular Ultrasound Usage Overcomes Misinterpretation When Evaluating Lipid-Rich Plaques With Optical Frequency Domain Imaging – Ex Vivo Study –. *Circulation Journal* 2015;79(12):2641–7.
37. Stanford W, Thompson BH, Burns TL, Heery SD, Burr MC. Coronary artery calcium quantification at multi-detector row helical CT versus electron-beam CT. *Radiology* 2004;230(2):397–402.
38. Agatston AS, Janowitz WR, Hildner FJ, Zusmer NR, Viamonte M, Detrano R. Quantification of coronary artery calcium using ultrafast computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 1990;15(4):827–32.
39. Neves PO, Andrade J, Monção H. Coronary artery calcium score: current status. *Radiol Bras* 2017;50(3):182–9.
40. Callister TQ, Cooil B, Raya SP, Lippolis NJ, Russo DJ, Raggi P. Coronary artery disease: improved reproducibility of calcium scoring with an electron-beam CT volumetric method. *Radiology* 1998;208(3):807–14.
41. Hoffmann U, Siebert U, Bull-Stewart A, Achenbach S, Ferencik M, Moselewski F, Brady T, et al. Evidence for lower variability of coronary artery calcium mineral mass measurements by multi-detector computed tomography



- in a community-based cohort--consequences for progression studies. *Eur J Radiol* 2006;57(3):396–402.
42. Greenland P, LaBree L, Azen SP, Doherty TM, Detrano RC. Coronary artery calcium score combined with Framingham score for risk prediction in asymptomatic individuals. *JAMA* 2004;291(2):210–5.
  43. Miedema MD, Duprez DA, Misialek JR, Blaha MJ, Nasir K, Silverman MG, Blankstein R, et al. Use of coronary artery calcium testing to guide aspirin utilization for primary prevention: estimates from the multi-ethnic study of atherosclerosis. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes* 2014;7(3):453–60.
  44. Perrone-Filardi P, Achenbach S, Mhlenkamp S, Reiner Z, Sambuceti G, Schuijf JD, Van Der Wall E, et al. Cardiac computed tomography and myocardial perfusion scintigraphy for risk stratification in asymptomatic individuals without known cardiovascular disease: A position statement of the Working Group on Nuclear Cardiology and Cardiac CT of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J* 2011;32(16).
  45. Horiguchi J, Yamamoto H, Akiyama Y, Marukawa K, Hirai N, Ito K. Coronary artery calcium scoring using 16-MDCT and a retrospective ECG-gating reconstruction algorithm. *AJR Am J Roentgenol* 2004;183(1):103–8
  46. Budoff MJ, Young R, Burke G, Carr JJ, Detrano RC, Folsom AR, Kronmal R, et al. Ten-year association of coronary artery calcium with atherosclerotic cardiovascular disease (ASCVD) events: the multi-ethnic study of atherosclerosis (MESA). *Eur Heart J* 2018;39(25):2401b–8b.
  47. Budoff MJ. Screening for Ischemic Heart Disease with Cardiac CT: Current Recommendations. *Scientifica (Cairo)* 2012;2012:1–12.
  48. Greenland P, Bonow RO, Brundage BH, Budoff MJ, Eisenberg MJ, Grundy SM, et al. ACCF/AHA 2007 clinical expert consensus document on coronary artery calcium scoring by computed tomography in global cardiovascular risk assessment and in evaluation of patients with chest pain: A report of the American College of Cardiology Foundation Clinical Expert Consensus Task Force (ACCF/AHA Writing Committee to Update the 2000 Expert Consensus

- Document on Electron Beam Computed Tomography).  
Circulation 2007;115(3):402–26.
49. Vos A, Houben IB, Celeng C, Takx RAP, Isgum I, Mali WPTM, Vink A, et al. Aortic calcification: A postmortem CT validation study in a middle-aged population. *Eur J Radiol* 2023;159:110687.
  50. Pawade T, Sheth T, Guzzetti E, Dweck MR, Clavel MA. Why and How to Measure Aortic Valve Calcification in Patients With Aortic Stenosis. *JACC Cardiovasc Imaging* 2019;12(9):1835–48.
  51. Boulif J, Gerber B, Slimani A, Lazam S, de Meester C, Piérard S, et al. Assessment of aortic valve calcium load by multidetector computed tomography. Anatomical validation, impact of scanner settings and incremental diagnostic value. *J Cardiovasc Comput Tomogr* 2017;11(5):360–6.
  52. Eberhard M, Schönenberger ALN, Hinzpeter R, Euler A, Sokolska J, Weber L, et al. Mitral annular calcification in the elderly - Quantitative assessment. *J Cardiovasc Comput Tomogr* 2021;15(2):161–6.
  53. Xu B, Saijo Y, Reyaldeem RM, Vega Brizneda M, Chan N, Gillinov AM, et al. Novel Multi-Parametric Mitral Annular Calcification Score Predicts Outcomes in Mitral Valve Dysfunction. *Curr Probl Cardiol* 2023;48(2).
  54. Williams MC, Massera D, Moss AJ, Bing R, Bularga A, Adamson PD, et al. Prevalence and clinical implications of valvular calcification on coronary computed tomography angiography. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2021;22(3):262–70.
  55. Lamprea-Montealegre JA, Otto CM. Aortic and mitral valve calcification as markers of atherosclerotic cardiovascular disease risk. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2021;22(3):271–2.
  56. Hata Y, Mochizuki J, Okamoto S, Matsumi H, Hashimoto K. *Medicine* ® Aortic calcification is associated with coronary artery calcification and is a potential surrogate marker for ischemic heart disease risk A cross-sectional study. 2022

57. Kimani C, Kadota A, Miura K, Fujiyoshi A, Zaid M, Kadowaki S, et al. Differences Between Coronary Artery Calcification and Aortic Artery Calcification in Relation to Cardiovascular Disease Risk Factors in Japanese Men. *J Atheroscler Thromb* 2019;26(5):452.
58. Nafakhi H, Al-Nafakh HA, Al-Mosawi AA, Al Garaty F. Correlations between aortic root calcification and coronary artery atherosclerotic markers assessed using multidetector computed tomography. *Acad Radiol* 2015;22(3):357–62.
59. Cartocci G, Santurro A, Frati P, Guglielmi G, La Russa R, Fineschi V. Imaging Techniques for Postmortem Forensic Radiology. *Radiology in Forensic Medicine: From Identification to Post-mortem Imaging* 2019;29–42.
60. Bolliger SA, Thali MJ. Imaging and virtual autopsy: Looking back and forward. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 2015;370(1674).
61. Tejaswi KB, Periya EAH. Virtopsy (virtual autopsy): A new phase in forensic investigation. *J Forensic Dent Sci* 2013;5(2):146.
62. Lagalla R. A Brief History of Forensic Radiology. *Radiology in Forensic Medicine: From Identification to Post-mortem Imaging* 2019;1–2.
63. Ruttly GN, Morgan B, Robinson C, Raj V, Pakkal M, Amoroso J, et al. Diagnostic accuracy of post-mortem CT with targeted coronary angiography versus autopsy for coroner-requested post-mortem investigations: a prospective, masked, comparison study. *The Lancet* 2017;390(10090):145–54.
64. Basso C, Aguilera B, Banner J, Cohle S, d'Amati G, de Gouveia RH, et al. Guidelines for autopsy investigation of sudden cardiac death: 2017 update from the Association for European Cardiovascular Pathology. *Virchows Arch* 2017;471(6):691–705.
65. Chainchel Singh MK, Mohd Noor MH, Ibrahim MA, Siew SF, Lai PS. Use of Post-Mortem Computed Tomography During the COVID-19 Pandemic: The Malaysian Experience. *Malays J Med Sci* 2022;29(5):83–92.
66. Madea B. Strength and Limits of Conventional Forensic Medicine. *Radiology in Forensic Medicine: From Identification to Post-mortem Imaging* 2019;3–14.

67. Wichmann D, Obbelode F, Vogel H, Hoepker WW, Nierhaus A, Braune S, et al. Virtual autopsy as an alternative to traditional medical autopsy in the intensive care unit: a prospective cohort study. *Ann Intern Med* 2012;156(2):123–30.
68. Leth PM, Struckmann H, Lauritsen J. Interobserver agreement of the injury diagnoses obtained by postmortem computed tomography of traffic fatality victims and a comparison with autopsy results. *Forensic Sci Int* 2013;225(1–3):15–9.
69. Di Paolo M, Maiese A, dell’Aquila M, Filomena C, Turco S, Giaconi C, et al. Role of post mortem CT (PMCT) in high energy traumatic deaths. *Clin Ter* 2020;171(6):E490–500.
70. Buck U, Christe A, Naether S, Ross S, Thali MJ. Virtopsy-noninvasive detection of occult bone lesions in postmortem MRI: Additional information for traffic accident reconstruction. *Int J Legal Med* 2009;123(3):221–6.
71. Dirnhofer R, Jackowski C, Vock P, Potter K, Thali MJ. Virtopsy: Minimally invasive, imaging-guided virtual autopsy. *Radiographics* 2006;26(5):1305–33.
72. Jackowski C, Thali M, Sonnenschein M, Aghayev E, Yen K, Dirnhofer R. Adipocere in postmortem imaging using multislice computed tomography (MSCT) and magnetic resonance imaging (MRI). *Am J Forensic Med Pathol* 2005;26(4):360–4.
73. Christe A, Flach P, Ross S, Spendlove D, Bolliger S, Vock P, et al. Clinical radiology and postmortem imaging (Virtopsy) are not the same: Specific and unspecific postmortem signs. *Leg Med (Tokyo)* 2010;12(5):215–22.
74. Ross SG, Bolliger SA, Ampanozi G, Oesterhelweg L, Thali MJ, Flach PM. Postmortem CT angiography: Capabilities and limitations in traumatic and natural causes of death. *Radiographics* 2014;34(3):830–46.
75. Grabherr S, Grimm J, Dominguez A, Vanhaebost J, Mangin P. Advances in post-mortem CT-angiography. *British Journal of Radiology* 2014;87(1036).
76. Michaud K, Jacobsen C, Basso C, Banner J, Blokker BM, de Boer HH, et al. Application of postmortem imaging modalities in cases of sudden death due to

cardiovascular diseases—current achievements and limitations from a pathology perspective: Endorsed by the Association for European Cardiovascular Pathology and by the International Society of Forensic Radiology and Imaging. *Virchows Archiv* 2023;482(2):385–406.

77. Inokuchi G, Yajima D, Hayakawa M, Motomura A, Chiba F, Torimitsu S, et al. The utility of postmortem computed tomography selective coronary angiography in parallel with autopsy. *Forensic Sci Med Pathol* 2013;9(4):506–14.
78. Paratz ED, Costello B, Rowsell L, Morgan N, Smith K, Thompson T, et al. Can post-mortem coronary artery calcium scores aid diagnosis in young sudden death? *Forensic Sci Med Pathol* 2021;17(1):27–35.
79. Saka NE, eds. *Adli Tıp ve Adli Bilimlerde Klinik Uygulamalara Bakış*. Ankara: Akademisyen Kitapevi 2019: 71–76.
80. Fineschi V, Baroldi G, Silver MD. Pathology of the heart and sudden death in forensic medicine. *Pathology of the Heart and Sudden Death in Forensic Medicine* 2006;1–519.
81. Pasotti M, Prati F, Arbustini E. The pathology of myocardial infarction in the pre- and post-interventional era. In: *Heart*. 2006. page 1552–6.
82. Ghafoor M, Kamal M, Nadeem U, Husain AN. Educational Case: Myocardial Infarction: Histopathology and Timing of Changes. *Acad Pathol* 2020;7.
83. Champ CS, Coghill SB. Visual aid for quick assessment of coronary artery stenosis at necropsy. *J Clin Pathol* 1989;42(8):887–8.
84. Sim J, Wright CC. The Kappa Statistic in Reliability Studies: Use, Interpretation, and Sample Size Requirements. *Phys Ther* 2005;85(3):257–68.
85. Waller BF, Catellier MJ, Clark MA, Hawley DA, Pless JE, Waller BF, et al. *Clinical Pathologic Correlations Cardiac Pathology in 2007 Consecutive Forensic Autopsies*. 1992.

86. Chugh SS, Reinier K, Teodorescu C, Evanado A, Kehr E, Al Samara M, et al. Epidemiology of sudden cardiac death: clinical and research implications. *Prog Cardiovasc Dis* 2008;51(3):213–28.
87. Sary HC. Composition and classification of human atherosclerotic lesions. *Virchows Arch A Pathol Anat Histopathol* 1992;421(4):277–90.
88. Sary HC, Chandler AB, Dinsmore RE, Fuster V, Glagov S, Insull W, et al. A definition of advanced types of atherosclerotic lesions and a histological classification of atherosclerosis: A report from the Committee on Vascular Lesions of the council on arteriosclerosis, American heart association. *Circulation* 1995;92(5):1355–74.
89. Robinson C, Deshpande A, Ruddy G, Morgan B. Post-mortem CT: is coronary angiography required in the presence of a high coronary artery calcium score? *Clin Radiol* 2019;74(12):926–32.
90. Tokdemir M, Kafadar H, Düzer S. Elazığ'da 2001-2007 Yılları Arasında Otopsi Yapılan 0-18 Yaş Arası Olgularının Değerlendirilmesi. *Fırat Tıp Dergisi*. 2009; 14(2): 111-114.
91. Işık C, ÖZTUNA Ş, Dirlik M, Evaluation of cases aged 65 years and older, who had autopsy in aydın. *Euroasia journal of social sciences & humanities* 2023;10(30):26–35.
92. Gözde Kara Z. Tc. Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Adli Tıp Anabilim Dalı Arterial Aterosklerozun, Abdominal Deri Altı Yağ Kalınlığı İle İlişkisi Uzmanlık Tezi.
93. Kumar NT, Liestøl K, Løberg EM, Reims HM, Mæhlen J. Postmortem heart weight: Relation to body size and effects of cardiovascular disease and cancer. *Cardiovascular Pathology* 2014;23(1):5–11.
94. Basso C, Michaud K, Banner J, Lucena J, Cunningham K, Leone O, et al. Cardiac hypertrophy at autopsy on behalf of the Association for European Cardiovascular Pathology.

95. Wu Q, Zhang L, Zheng J, Zhao Q, Wu Y, Yin K, et al. Forensic Pathological Study of 1656 Cases of Sudden Cardiac Death in Southern China. *Medicine* 2016;95(5).
96. Bergström G, Persson M, Adiels M, Björnson E, Bonander C, Ahlström H, et al. Prevalence of Subclinical Coronary Artery Atherosclerosis in the General Population. *Circulation* 2021;144(12):916–29.
97. Fragkouli K, Vougiouklakis T. Sudden cardiac death: an 11-year postmortem analysis in the region of Epirus, Greece. *Pathol Res Pract* 2010;206(10):690–4.
98. Chatzizisis YS, Giannoglou GD, Parcharidis GE, Louridas GE. Is left coronary system more susceptible to atherosclerosis than right? A pathophysiological insight. *Int J Cardiol* 2007;116(1):7–13.
99. Krishnaswami S, Jacob Jose V, Joseph G. Lack of correlation between coronary risk factors and CAD severity. *Int J Cardiol* 1994;47(1):37–43.
100. Wang H, Yao Q, Zhu S, Zhang G, Wang Z, Li Z, et al. The autopsy study of 553 cases of sudden cardiac death in Chinese adults. *Heart Vessels* 2014;29(4):486–95.
101. Palmiere C, Lobrinus JA, Mangin P, Grabherr S. Detection of coronary thrombosis after multi-phase postmortem CT-angiography. *Leg Med* 2013;15(1):12–8.
102. Iribarren C, Sidney S, Sternfeld B, Browner WS. Calcification of the aortic arch: risk factors and association with coronary heart disease, stroke, and peripheral vascular disease. *JAMA* 2000;283(21):2810–5.
103. Roberts ISD, Benamore RE, Benbow EW, Lee SH, Harris JN, Jackson A, et al. Articles Post-mortem imaging as an alternative to autopsy in the diagnosis of adult deaths: a validation study. *Lancet* 2012;379:136–78.
104. Chatzaraki V, Thali MJ, Ampanozi G. Diagnostic accuracy of postmortem computed tomography for bleeding source determination in cases with hemoperitoneum. *Int J Legal Med* 2021;135(2):593.

105. Femia G, Langlois N, Raleigh J, Gray B, Othman F, Perumal SR, et al. Comparison of conventional autopsy with post-mortem magnetic resonance, computed tomography in determining the cause of unexplained death. *Forensic Sci Med Pathol* 2021;17(1):10–8.
106. Ampanozi G, Thali YA, Schweitzer W, Hatch GM, Ebert LC, Thali MJ, et al. Accuracy of non-contrast PMCT for determining cause of death. *Forensic Sci Med Pathol* 2017;13(3):284–92.
107. Christe A, Ross S, Oesterhelweg L, Spendlove D, Bolliger S, Vock P, et al. Abdominal trauma--sensitivity and specificity of postmortem noncontrast imaging findings compared with autopsy findings. *J Trauma* 2009;66(5):1302–7.
108. Grabherr S, Heinemann A, Vogel H, Ruttly G, Morgan B, Woźniak K, et al. Postmortem CT angiography compared with autopsy: A forensic multicenter study. *Radiology* 2018;288(1):270–6.
109. Daly B, Abboud S, Ali Z, Sliker C, Fowler D. Comparison of whole-body post mortem 3D CT and autopsy evaluation in accidental blunt force traumatic death using the abbreviated injury scale classification. *Forensic Sci Int* 2013;225(1–3):20–6.
110. Lee H, Park H, Cha JG, Lee S, Yang K. Myocardial Contrast Defect Associated with Thrombotic Coronary Occlusion: Pre-Autopsy Diagnosis of a Cardiac Death with Post-Mortem CT Angiography. *Korean J Radiol* 2015;16(5):1024–8.
111. Busardò FP, Frati P, Guglielmi G, Grilli G, Pinto A, Rotondo A, et al. Postmortem-computed tomography and postmortem-computed tomography–angiography: a focused update. *Radiologia Medica* 2015;120(9):810–23.
112. Michaud K, Grabherr S, Jackowski C, Bollmann MD, Doenz F, Mangin P. Postmortem imaging of sudden cardiac death. *Int J Legal Med* 2014;128(1):127–37.
113. Christine C, Francesco D, Paul V, Cristian P, Alejandro D, Stefano B, et al. Postmortem computed tomography angiography vs. conventional autopsy:



- Advantages and inconveniences of each method. *Int J Legal Med* 2013;127(5):981–9.
114. Chainchel Singh MK, Abdul Rashid SN, Abdul Hamid S, Mahmood MS, Feng SS, Mohd Nawawi H, et al. Correlation and assessment of coronary artery luminal stenosis: Post-mortem computed tomography angiogram versus histopathology. *Forensic Sci Int* 2020;308.
  115. Morgan B, Biggs MJ, Barber J, Raj V, Amoroso J, Hollingbury FE, et al. Accuracy of targeted post-mortem computed tomography coronary angiography compared to assessment of serial histological sections. *Int J Legal Med* 2013;127(4):809–17.
  116. Ruddy G, Saunders S, Morgan B, Raj V. Targeted cardiac post-mortem computed tomography angiography: A pictorial review. *Forensic Sci Med Pathol* 2012;8(1):40–7.
  117. Roberts ISD, Benamore RE, Peebles C, Roobottom C, Traill ZC. Technical report: diagnosis of coronary artery disease using minimally invasive autopsy: evaluation of a novel method of post-mortem coronary CT angiography. *Clin Radiol* 2011;66(7):645–50.
  118. Robinson C, Barber J, Amoroso J, Morgan B, Ruddy G. Pump injector system applied to targeted post-mortem coronary artery angiography. *Int J Legal Med* 2013;127(3):661–6.
  119. Coghill SB, Nicoll SM, McKimmie A, Houston I, Matthew BM. Revitalising postmortem coronary angiography. *J Clin Pathol* 1983;36(12):1406.
  120. Takahashi Y, Sano R, Takahashi K, Kominato Y, Takei H, Kobayashi S, et al. Use of postmortem coronary computed tomography angiography with water-insoluble contrast medium to detect stenosis of the left anterior descending artery in a case of sudden death. *Leg Med* 2016;19:47–51.
  121. Rah BR, Katz RJ, Wasserman AG, Reiner JS. Post-mortem three-dimensional reconstruction of the entire coronary arterial circulation using electron-beam computed tomography. *Circulation* 2001;104(25):3168.

122. Greenland P, Bonow RO. How low-risk is a coronary calcium score of zero? The importance of conditional probability. *Circulation* 2008;117(13):1627–9.
123. Hussain A, Ballantyne CM, Nambi V. Zero Coronary Artery Calcium Score: Desirable, but Enough? *Circulation* 2020;142(10):917–9.
124. Dzaye O, Dardari ZA, Cainzos-Achirica M, Blankstein R, Agatston AS, Duebgen M, et al. Warranty Period of a Calcium Score of Zero: Comprehensive Analysis From MESA. *JACC Cardiovasc Imaging* 2021;14(5):990–1002.
125. Gottlieb I, Miller JM, Arbab-Zadeh A, Dewey M, Clouse ME, Sara L, et al. The Absence of Coronary Calcification Does Not Exclude Obstructive Coronary Artery Disease or the Need for Revascularization in Patients Referred for Conventional Coronary Angiography. *J Am Coll Cardiol* 2010;55(7):627–34.
126. Shiga Y, Morii J, Idemoto Y, Tashiro K, Yano Y, Kato Y, et al. A Coronary Artery Calcium Score of Zero in Patients Who Have Undergone Coronary Computed Tomography Angiography Is Associated With Freedom From Major Adverse Cardiovascular Events. *J Clin Med Res* 2020;12(10):662–7.
127. Mortensen MB, Gaur S, Frimmer A, Bøtker HE, Sørensen HT, Kragholm KH, et al. Association of Age With the Diagnostic Value of Coronary Artery Calcium Score for Ruling Out Coronary Stenosis in Symptomatic Patients. *JAMA Cardiol* 2022;7(1):36–44.
128. Haberl R, Becker A, Leber A, et al. Correlation of coronary calcification and angiographically documented stenoses in patients with suspected coronary artery disease: results of 1,764 patients. *J Am Coll Cardiol* 2001;37:451–7.
129. Budoff MJ, Nasir K, McClelland RL, Detrano R, Wong N, Blumenthal RS, et al. Coronary Calcium Predicts Events Better With Absolute Calcium Scores Than Age-Sex-Race/Ethnicity Percentiles. MESA (Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis). *J Am Coll Cardiol* 2009;53(4):345–52.
130. Raggi P, Callister TQ, Cooil B, He ZX, Lippolis NJ, Russo DJ, et al. Identification of patients at increased risk of first unheralded acute myocardial

- infarction by electron-beam computed tomography. *Circulation* 2000;101(8):850–5.
131. Narula J, Garg P, Achenbach S, Motoyama S, Virmani R, Strauss HW. Arithmetic of vulnerable plaques for noninvasive imaging. *Nat Clin Pract Cardiovasc Med* 2008;5 Suppl 2(SUPPL. 2).
  132. Michaud K, Grabherr S, Doenz F, Mangin P. Evaluation of postmortem MDCT and MDCT-angiography for the investigation of sudden cardiac death related to atherosclerotic coronary artery disease. *International Journal of Cardiovascular Imaging* 2012;28(7):1807–22.
  133. Michaud K, Genet P, Sabatasso S, Grabherr S. Postmortem imaging as a complementary tool for the investigation of cardiac death. *Forensic Sci Res* 2019;4(3):211–22.
  134. Kaur M, Rahimi R, Razali F, Mohd Noor N, Omar E, Manaf ZA, Mahmood MS et al. Association of coronary artery calcium score with calcification and degree of stenosis: An autopsy study. *Malays J Pathol.* 2019 Aug;41(2):177-183.
  135. Gheorghe AG, Jacobsen C, Thomsen R, Linnet K, Lynnerup N, Andersen CB, Fuchs A et al. Coronary artery CT calcium score assessed by direct calcium quantification using atomic absorption spectroscopy and compared to macroscopic and histological assessments. *Int J Legal Med* 2019;133(5):1485–96.
  136. Robinson C, Deshpande A, Sayer H, James J, Morgan B. Post mortem coronary calcification scoring – no software required. *Forensic Imaging* 2022;29.
  137. Schmermund A, Erbel R. Unstable coronary plaque and its relation to coronary calcium. *Circulation* 2001;104(14):1682–7.
  138. Wagenveld IM, Blokker BM, Pezzato A, Wielopolski PA, Renken NS, Von Der Thüsen JH, Krestin GP et al. Diagnostic accuracy of postmortem computed tomography, magnetic resonance imaging, and computed tomography-guided biopsies for the detection of ischaemic heart disease in a hospital setting. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2018;19(7):739–48.

139. Fuster V, Fayad ZA, Moreno PR, Poon M, Corti R, Badimon JJ. Atherothrombosis and high-risk plaque: Part II: approaches by noninvasive computed tomographic/magnetic resonance imaging. *J Am Coll Cardiol* 2005;46(7):1209–18.
140. Han SQ, Wan L, Qin ZQ, Huang P, Zou DH, Chen YJ. Comparison of postmortem MSCT and autopsy findings in traffic accident victims. *J Forensic Med* 2016;32(2).