

**T.C.
İSTANBUL BİLİM ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ**

**16 KESİT BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE KALSİYUM
SKORLAMASININ KORONER ARTERLERDEKİ SEGMENTAL
DAĞILIMININ GÖSTERİLMESİ**

KARDİYOLOJİ UZMANLIK TEZİ

Dr. Murat ŞENER

**İSTANBUL
2008**

**T.C.
İSTANBUL BİLİM ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ**

**16 KESİT BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE KALSİYUM
SKORLAMASININ KORONER ARTERLERDEKİ SEGMENTAL
DAĞILIMININ GÖSTERİLMESİ**

KARDİYOLOJİ UZMANLIK TEZİ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Murat GÜLBARAN

Dr. Murat ŞENER

**İSTANBUL
2008**

TEŞEKKÜR

Kardiyoloji uzmanlık eğitimimi en iyi koşullarda tamamlamamı sağlayan, başta Türk Kardiyoloji Vakfı ve Florence Nightingale Hastaneleri ve İstanbul Bilim Üniversitesi kurucusu ve eski yönetim kurulu başkanı merhum Cem'i Demiroğlu'na, yönetim kurulu başkanımız Sayın Prof. Dr. İ. C. Cemşid Demiroğlu olmak üzere, İstanbul Bilim Üniversitesi rektörü Sayın prof. Dr. M. Canan Efendigil Karatay'a, İstanbul Bilim Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanı Sayın Prof. Dr. Hakan Berkkan'a, Kardiyoloji Anabilim Dalı Başkanı değerli hocam Sayın Prof. Dr. Vedat Aytekin'e, eğitim sürecinde tecrübe ve katkılarıyla beni yetiştiren değerli hocam Sayın Prof. Dr. Saide Aytekin'e ve Sayın Doç. Dr. Çavlan Çiftçi'ye, eğitimim süresince ve tezimin tüm aşamalarında tecrübeleri ve katkılarıyla beni yönlendiren hocam Sayın Prof. Dr. Murat Gülbaran'a, çalışmamın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç Dr. Cihan Duran'a, tezimin oluşum ve gelişim sürecinde katkıda bulunan meslektaşlarıma, arkadaşlarıma, tüm hastane çalışanlarına, manevi desteği ile hep yanımda olan eşim Şeyma Şener'e teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

1. ÖZET	1
2. GİRİŞ	3
3. AMAÇ	15
4. GEREÇ VE YÖNTEM	16
4.1. Hasta seçimi	16
4.2. ÇKBT yöntemi	17
4.3. İstatistiksel analiz	21
5. BULGULAR	22
6. TARTIŞMA	74
7. SONUÇ	79
8. KAYNAKÇA	80

1. ÖZET

Giriş ve amaç: Arter duvarının kalsifikasyonu aterosklerozun bir parçasıdır ve normal duvarda bulunmaz. Aterosklerotik arterlerde kemik oluşum ve yıkım mekanizmasına benzer bir şekilde “ Calcium Hydroxyapatite” biriktiği düşünülmektedir. Koroner arterlerdeki kalsiyum birikiminin aterosklerozun bir göstergesi olduğu uzun süredir bilinmektedir. Koroner arterlerdeki kalsiyum miktarı ile plak yükü arasında sıkı bir ilişki mevcuttur. “Electron beam” bilgisayarlı tomografi’de (EBT) tespit edilen koroner arterlerde kalsiyum birikiminin miktarı ile ileride koroner arter hastalığı gelişme riski arasında ilişki olduğunu gösteren birçok çalışma yapılmıştır. Bu nedenle EBT koroner arterlerdeki kalsiyum miktarının belirlenmesinde altın standart olarak kabul edilmektedir. Koroner arterlerdeki kalsiyum miktarının belirlenmesinde en sık kullanılan ölçüm yöntemi Agatston skorudur. Sık olmamakla birlikte, daha üstün olduğu düşünülen hacim skoru ve kalsiyum kitle ölçümü gibi yöntemler de kullanılmaktadır. Çok kesitli bilgisayarlı tomografi (ÇKBT), koroner arterlerin anatomisini göstermede, teknolojideki son gelişmeler sayesinde, temporal çözünürlüğü tek kesitli bilgisayarlı tomografilere göre çok daha iyi olduğundan dolayı ön plana çıkmıştır. Kalsiyum skorlaması değerlendirirken koroner arterlerdeki kalsiyum birikiminin tamamı göz önüne alınmaktadır. Kalsiyum birikiminin hangi koroner arter segmentinde daha fazla olduğu veya daha çok hangi segmentlerde olduğu ve hangi segmentlerdeki kalsiyum birikiminin kardiyak riskle daha ilişkili olduğuna dair elimizde henüz yeterli veri bulunmamaktadır.

Bu çalışmanın amacı, koroner arterlerde kalsiyum birikiminin hangi segment veya segmentlerde daha fazla olduğu ve hastanın demografik verilerinin segmental kalsiyum skorlaması üzerine etkisini ÇKBT ile göstermektir.

Gereç ve yöntem: Çalışmaya 19 ile 84 yaş arası (ortalama 59.08 ± 10.7 yıl), 304 hasta alındı. Hastaların 195’i (% 64.1) erkek, 109’u (% 35.9) kadındı. Hastaların

tamamına, 16 kesit ÇKBT ile kalsiyum skorlaması yapıldı. Çalışmaya total kalsiyum skoru 1 veya üzerindeki hastalar alındı. Koroner arterler 14 ayrı segmente ayrılarak her segmentin kalsiyum skoru ve lezyon sayısı ayrı ayrı hesaplandı.

Bulgular: Hastaların koroner arterlerindeki kalsiyum birikimleri segment bazında incelendiğinde en fazla kalsiyum birikiminin LAD proksimal segmentte olduğu gözlenmiştir. Daha sonra sırası ile RCA proksimal, LAD orta segment, RCA orta segment, LMCA ve CxA proksimal segmentte olduğu gözlenmiştir. RCA proksimal segment ile LAD orta segment arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi fakat diğer segmentler arasında anlamlı fark bulundu. Her ana koroner arter tek olarak değerlendirildiğinde en fazla LAD'de daha sonra sırası ile RCA, CxA ve LMCA'da kalsiyum birikimi gözlenmiştir. Segmentler proksimal, orta ve distal olarak gruplandırıldığında en fazla kalsiyum skoru proksimal grupta, daha sonra ise sırası ile orta ve distal grupta idi.

Sonuç: Kalsiyum skorunun segmenter analizinde, kalsiyum birikiminin daha çok proksimal segmentlerde olduğu ve bu segmentlerden de en çok LAD proksimal segmentte bulunduğunu gösterdik. Koroner arter hastalarında da en çok LAD'nin etkilendiği gözlenmiştir. Koroner arter kalsifikasyonunun, hipertansiyon, yaş ve hiperlipidemi gibi koroner arter hastalığı risk faktörleri ile arttığı da bilimektedir. Bizim alışmamızdaki kalsiyum dağılımı da bu bulgularla korrelasyon göstermektedir. Ek olarak, alışmamızda LMCA'yı RCA'daki kalsiyum skoru tek başına bağımsız değişken olarak etkilediği gözlendi.

GİRİŞ

Kardiyovasküler hastalıklar, gelişmiş ülkelerde mortalite ve morbiditenin en önde gelen nedenlerindedir [1]. 1999 dünya sağlık örgütü verilerine göre 20. yüzyılın başlarında bütün dünyadaki ölümlerin ancak %10 kadarı kardiyovasküler hastalık nedeniyle olurken 2020 yılında mortalite ve morbidite nedenlerinde kardiyovasküler hastalıkların birinci sırayı alacağı tahmin edilmektedir [2,3]. Bu öngöründe diğer hastalıklardan ölümlerin azalması ve ortalama ömrün uzamasının yanı sıra dünyadaki sosyokültürel ve ekonomik değişikliklere paralel olarak kardiyovasküler riskler ve kardiyovasküler hastalıklar dağılımındaki (hipertansiyon, koroner arter hastalığı, inme, periferik arter hastalığı, aort anevrizması vb.) artış dikkate alınmıştır. Kardiyovasküler hastalıklardan ölümlerin %20 kadarı serebrovasküler kaynaklı iken %50'si koroner arter hastalığından olmaktadır. Ülkemizdeki tüm ölümlerin %45'i kardiyovasküler hastalıklardan, %32'si koroner arter hastalığından olmak üzere %36'sının kalp hastalıklarından olduğu görülmektedir. TEKHARF çalışmasına göre Türkiye'de yaklaşık 2 milyon kişide koroner arter hastalığı bulunduğu tahmin edilmektedir. Koroner arter hastalığından yıllık mortalite erkeklerde % 0.51, kadınlarda ise % 0.33' tür [4].

Koroner arter hastalıklarının tanısında, elektrokardiyografi (EKG) ve eforlu EKG gibi invaziv olmayan yöntemlerle iskemi bulgusu saptanan hastalar, koroner anjiyografi ile değerlendirilir. Koroner anjiyografinin avantajları; yüksek uzaysal ve zamansal rezolüsyon sağlaması, koroner kan akımında hemodinamik bozukluğa sebep olan patolojilerin işlem esnasında anjiyoplasti ve stentleme gibi revaskülarizasyon yöntemleriyle tedavi edilebilmesidir. Koroner anjiyografi uygulanan hastaların % 25'inde koroner arter patolojisi saptanmadığı ve koroner anjiyografi tetkiklerinin % 66'sının sadece koroner arter aterosklerotik hastalık düzeyinin saptanması amacıyla uygulandığı belirlenmiştir [5,6]. Son 20 yıldır invaziv olmayan yüksek duyarlılık, seçicilik ve tekrarlanabilirlik oranlarına sahip koroner arter hastalığını belirleyerek sadece endovasküler veya cerrahi yöntemlerle revaskülarizasyon ihtiyacı olan, ileri evre aterosklerotik hastalıklı vakaların

seçilmesini ve sadece bu gruptaki hastaların invaziv koroner anjiyografi ile değerlendirilmesini sağlayacak tanı yönteminin geliştirilmesi amacıyla çalışmalar sürdürülmektedir. Günümüzde, çok sayıda görüntüyü aynı anda alabilen, çok kesitli bilgisayarlı tomografilerin (ÇKBT) kullanıma girmesiyle birlikte koroner arterlerin bilgisayarlı tomografi ile görüntülenmesi hızla yaygınlaşmıştır. Bilgisayarlı tomografi ile ilk görüntü 1972 yılında alınmış, klinik kullanımına ise 1974 yılında başlanmıştır. Kısa süre içerisinde bilgisayarlı tomografinin beyin, toraks, abdomen ve kas-iskelet sistemi görüntülenmesindeki kullanımı yaygınlaşmıştır. Kardiyak tomografi uygulamaları ise kalbin fizyolojik sistol ve diyastol hareketleri ve koroner arterlerin ince ve kıvrımlı yapısı nedeniyle gecikmiştir. Koroner arterlerin invaziv olmayan yöntemle görüntülenmesi ilk olarak 1982 yılında, fizik temelleri klinikte kullanılan bilgisayarlı tomografi teknolojisinden farklı olan, EBT ile yapılabilmıştır. EBT'nin sadece kardiyak değerlendirmeye spesifik olması ve her üç düzlemde eşit rezolüsyon (izotropik rezolüsyon) sağlayamaması bu tekniğin yaygın kullanım alanı bulmasını engellemiştir. 1998 yılında dört dedektörlü bilgisayarlı tomografinin kullanılmaya başlanması ile koroner arterlerin bilgisayarlı tomografi ile değerlendirilmesine yönelik çalışmalar başlamış ve 2002 yılında 16 dedektörlü bilgisayarlı tomografilerin geliştirilmesiyle koroner BT anjiyografi hızla yaygınlaşmıştır. Günümüzde 64 ve 128 dedektörlü bilgisayarlı tomografiler bu amaçla kullanılmaktadır [7-9].

Kardiyak tomografi önceki yıllarda ana damarların ve perikardın anatomi ve patolojisini incelemede olduğu kadar, kalp kapaklarını, intra-kardiyak kitleleri ve kısmen kalp fonksiyonunu değerlendirmede de kullanılmaktaydı. ÇKBT tekniğinin gelişmesi daha ince kesit kalınlığında hızlı görüntü elde etme, hızlı görüntüleme, elektrokardiyografi ile tetikleme, radyasyon dozunun ayarlanması gibi avantajları beraberinde getirmiştir. Bu gelişmeler sayesinde günümüzde koroner arterler, venler ve kardiyak fonksiyonlar da noninvaziv olarak değerlendirilebilir hale gelmiştir [10]. Bilgisayarlı tomografi ile özellikle koroner arter ve kalp kapaklarında olabilecek kalsifikasyonlar, perikard ve kısmen kardiyak kitleler değerlendirilebilir. Sadece kalsiyum skorlaması yapılacaksa kontrastsız bilgisayarlı tomografi yapılması yeterlidir. Ancak kalp odacıklarının ayrıntılı incelenmesi, miyokard, kardiyak

fonksiyon ve koroner arter değerlendirilmesi için kontrastlı bilgisayarlı tomografi değerlendirilmesi gerekmektedir. Kontrastsız değerlendirme kalsiyum skorlamasının bir avantajıdır.

Geleneksel bilgisayarlı tomografi tarayıcıları, hastanın bir sedye üzerinde içinden geçtiği dairesel bir sinyal köprüsünün etrafındaki bir röntgen tüpüne rotasyon hareketi yaptırarak görüntü elde ederler. Spiral bilgisayarlı tomografi tarayıcılarında ise, röntgen tüpü, sedye sinyal köprüsünün içinden geçerken, giderek artan duraklamalara ihtiyaç duymaksızın sürekli rotasyon hareketi yapar. Röntgen tüpü hastanın etrafında yaptığı her bir turu bir saniyeden kısa bir süre içinde tamamlayabilir ve sedye de saniyede ikiye kadar kesit alınabilecek şekilde sinyal köprüsünün içinde ilerleyebilir. Spiral bilgisayarlı tomografi teknolojisindeki daha ileri gelişmeler röntgen ışınının her turunda edinilen görüntü sayısını artırarak herhangi bir kesit kalınlığında gereken toplam edinme süresini kısaltmıştır.



şekil 1: Çok kesitli bilgisayarlı tomografinin dış görünümü.

Ancak, hastanın etrafındaki mekanik hareketinden dolayı, röntgen tüpünün gerçek anlamda rotasyonu sınırlıdır, dolayısıyla görüntüleme süresi sınırlanmaktadır. Miyokard ve koroner arterler gibi sürekli hareket eden dokular görüntülendiğinde, elektrokardiyografi eşliğinde yapılsa bile görüntü bulanıklığına engel olmak için daha hızlı veri edinme sürelerine ihtiyaç vardır.

Damar cidarında gözlenen kalsifikasyon ile aterosklerotik vasküler hastalık arasındaki ilişki uzun süredir bilinmektedir [11]. 1950'lerin sonlarına doğru koroner arter kalsifikasyonu floroskopi ile ilk kez gösterilmiştir [12,13]. Daha sonra da koroner arter kalsifikasyonu ile koroner arter hastalığı arasındaki ilişki kanıtlanmıŐtır [14]. Koroner arterlerdeki kalsiyum birikiminin aterosklerozun bir göstergesi olduğu uzun süredir bilinmektedir [15-19]. Arter duvarının kalsifikasyonu aterosklerozun bir parçasıdır ve normal damarlarda bulunmaz [20-23]. Aterosklerotik arterlerde kemik oluşum ve yıkım mekanizmasına benzer bir Şekilde "Calcium Hydroxyapatite" biriktiği düşünülmektedir [24-26]. Koronerlerdeki kalsiyum miktarı ile plak yükü arasında sıkı bir ilişki mevcuttur [27]. Koroner arter plaklarında biriken kalsiyumun miktarı plak hacminin yaklaşık %20'sini oluŐurmaktadır, bu da kalsiyum birikiminin buzdağının görünen kısmı olduğunu göstermektedir [28,29]. Fakat kalsiyum birikimi olmayan ve yırtılma ihtimali daha fazla olan hassas plakların varlığı da bilinmektedir [28,30]. Tedavi olmayan hastalarda koroner kalsiyum yükünün yıllık % 15-20 oranında arttığı ve lipid düşürücü tedavi uygulanan hastalarda artışın durdurulabildiği veya yavaŐlatıldıĐı gösterilmiştir [31-34]. Kalsiyum skorlama sonucu sıfır bulunan hastaların, koroner arter sistemlerinde yumuşak plak veya plaklara bağlı stenotik lezyon olma olasılığının çok düşük olduğu, koroner kalsifikasyon miktarı arttığa stenotik koroner arter aterosklerotik hastalık riskinin arttığı, ancak aralarında birebir ilgileŐim olmadığı saptanmıŐtır [35,36]. EBT ile koroner arterlerde kalsiyum birikimi ilk kez kantitatif olarak gösterilmiştir [27].

Aterosklerozun tespit edilebilen ilk lezyonu yağlı izgilenmelerdir (fatty streak). Yağlı çizgilenmeler; makrofaj köpük hücreleri, lipid yüklü düz kas hücreleri tabakaları ve dağınık hücre dıŐı lipid parçacıklarından oluŐmaktadır. Bu yağlı çizgilenmelerin hayatın ilk 10 yılında oluŐabildiĐi ve ikinci on yılında da arttığı

gözenmiştir [37-40]. Hilal şeklinde olan aterosklerotik plakların içindeki lipid parçaları, damar lümeninden yırtılmaya meyilli fibröz bir kapsül ile ayrılmaktadır. Bu plaklar daha yumuşak yapıdadırlar ve içerisinde yüksek miktarda kolesterol ve esterleri bulunmaktadır. Bu patolojik durum ilerledikçe fibröz kapsül incelik ve yırtılır. Bu yırtılma en çok fibröz kapsül ile normal damarın birleşim yerinde olur. Hilal şekilli lipid havuzu içeren plaklarda ve kan akışkanlığının ortaya çıkardığı aşırı yük olarak tercüme edebileceğimiz "shear stress" (SS) etkisi artmış olan bölgelerdeki plaklarda da yırtılmalar daha fazla olmaktadır [41,42]. Kalsifikasyon genellikle kompleks plak oluşumuna işaret etmektedir [43]. Plak yırtıldığında plak içindeki kollajen, lipidler ve damar duvarındaki düz kas hücreleri ile, dolaşımdaki kanın teması gerçekleşir ve bunun sonucunda koagülasyon mekanizması tetiklenerek trombüs oluşur. Bu trombüs damara tutunarak tam bir tıkanıklık meydana getirebilir ve sonucunda da miyokardiyal enfarktüs meydana gelebilir, bazen de damar duvarı ile birleşerek daha az bir darlık oluşturabilir ve ilerleyici ateroskleroza neden olur [44].

Kalsiyum birikimi koroner arterlerin proksimal kısımlarında daha fazla olmaktadır. Proksimal kısımlarda kalsifikasyon olmadan distal kısımlarda kalsifikasyon nadiren görülmektedir [14,45,46].

Kalsifiye veya yumuşak plaklardan hangisinin yırtılmaya daha eğilimli olduğu konusunda hala tartışma vardır. Koroner arter duvarındaki kalsiyum birikiminin damar duvarındaki zararlı etkenlere bağlı kompansatuvar bir mekanizma ile mi oluştuğu veya kalsiyum birikiminin kendisinin mi damar duvarına zarar verdiği konusu henüz netliğe kavuşmamıştır [47,48]. Bunun yanı sıra kalsifiye plakların girişimsel kateterizasyon işlemleri sırasında disseke olma ihtimallerinin daha yüksek olduğu bilinmektedir [49]. İn-vitro çalışmalarda ise plak kalsifikasyonunun plak sağlamlığını azalttığı gösterilmiştir [50]. EBT ile tespit edilmiş olan kalsiyum, total aterosklerozun derecesi ve koroner ateromatöz hastalığın bir göstergesi olması nedeni ile ileride gelişebilecek ve tekrarlayabilecek kardiyak olayların bir göstergesi olarak kabul edilmektedir [51,52]. Koroner kalsiyum taraması sırasında, kalsiyum skorlamasının sıfır olması ise yüksek negatif öngördürücü değere sahiptir ve

aterosklerozun olmadığı ve kısa ve uzun dönem prognozunu iyi olduğunu göstermektedir [29,53].

Otopsi yapılmış koroner arterlerdeki toplam kalsiyum alanının, EBT ile değerlendirilmesi, plak varlığının ve alanının histolojik olarak tespiti ile kıyaslanmıştır [27]. Toplam koroner arter plak alanı ile koroner arter kalsifikasyonu arasında hem tüm kalp düzeyinde hem de tek koroner arter düzeyinde güçlü bir lineer korelasyon mevcuttur. Ancak toplam kalsiyum alanı, toplam plak alanını gerçeğe olduğundan daha az olarak göstermektedir ve kalsifiye olan plakların yaklaşık beş katı kadar kalsifiye olmayan plak bulunabilmektedir [27].

Mautner ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, %75'in üzerinde lümen darlığı yapan lezyonların %93'ünde, %25'in altında lümen darlığı yapan lezyonların ise %14'ünde kalsiyum birikimi tespit edilmiştir [54]. Koroner anjiyografide anlamlı (> %50) koroner arter darlığının gösterilmiş olması, EBT' de koroner arter kalsiyumunun varlığı ile ilişkilidir, ancak darlığın derecesi, toplam kalsiyum skorlama ile doğrudan ilişkili değildir. Yapılan bir çalışmada 723 koroner arter segmentinin morfolojik olarak değerlendirilmesi ile belirlenen koroner arter lümenal çap darlığı ile kalsiyumun yaygınlığı karşılaştırılmıştır [52]. Artan koroner arter kalsifikasyonu ile koroner darlık derecesi artış göstermiş olsa da, bu ilişki zayıf bulunmuştur ve anjiyografik olarak segment düzeyindeki darlık derecesini tahmin etmekte kullanılamamıştır. Bununla ilgili bir izah, artan plak yükü ile birlikte lümenal açıklığı sağlayabilmek için koroner arter çapının artmasıdır (positive remodeling) [55,56]. Kalsifiye olmayan plaklar genellikle %50'den daha az (tipik olarak %20'nin altında) çap daralmasına yol açarlar [52]. Bu veriler ışığında koroner kalsifikasyonun saptanmamış olması, tıkaçıcı koroner arter hastalığı olasılığının çok düşük olduğunun bir belirtisidir.

Klinik anjiyografik çalışmalar kalsiyum skorlamanın şiddeti ile anlamlı (\geq %50) koroner arter hastalığı arasındaki ilişkiyi doğrulamaktadır [57,58]. EBT'nin koroner kalsifikasyonu göstermedeki tanınabilirliği yaşla birlikte artmaktadır. Bunun nedeni tıkaçıcı koroner arter hastalığı bulunan genç hastaların koroner arterlerindeki plaklarda kalsifikasyonun yaşlı hastalarınkine göre daha az olmasıdır. Buna rağmen

EBT'nin 50 yaş altındaki hastalarda tanısal doğruluğunun %85 gibi yüksek bir değerde olduğu gösterilmiştir [59,60]. Bugüne kadar koroner arter hastalığını % 50'den fazla luminal çap darlığı olarak tanımlayarak EBT' yi koroner anjiyografi ile kıyaslayan bir çok çalışma yapılmıştır [57,58]. Bu çalışmalarda tıkaçıcı koroner arter hastalığını tespit etmedeki toplam duyarlılık % 95, özgüllük de % 43 olarak bulunmuştur. EBT'nin düşük özgüllüğü, koroner arter kalsifikasyonunun, hemodinamik olarak anlamlı darlık yaratmayan aterosklerotik plakların varlığını gösteriyor olması ile açıklanabilir. Kalsiyum skorunun derecesi, kalsiyumun sadece var olmasına kıyasla tıkaçıcı koroner arter hastalığı için daha iyi bir gösterge olabilir. Budoff ve arkadaşları kalsifiye koroner arter sayısı ile özgüllüğün arttığını gözlemlemişlerdir [59]. Koroner anjiyografi için refere edilmiş hasta grupları ile ilgili iki ayrı bildiride, 100'den büyük bir kalsiyum skorlamanın yüksek bir duyarlılık ve özgüllükle, tıkaçıcı koroner arter hastalığınının kuvvetli bir habercisi olarak sunulmuştur [61,62]. Toplam kalsiyum skorlama, koroner arter hastalığının şiddeti ve yaygınlığı ile artmaktadır [63]. Kalsiyum skorlaması 100'ün altında olan olgularda aşırı derecede düşük kardiyak olay oranı bulunması, bu hastalarda düşük oranda anlamlı koroner arter hastalığı olduğunu gösteren anjiyografik çalışmalarla ve yine bu hastalarda gözlemlenmiş aşırı düşük stres miyokard iskemisi sıklığı (%1,5) ile uyumludur. Kalsiyum skorlaması 100'den ve özellikle 400'den büyük olduğunda stres miyokard iskemisi sıklığı dramatik olarak artmaktadır [64].

Semptomatik kardiyovasküler hastalık gelişimi hemen hemen sadece aterosklerozlu hastalarda olduğu için, risk değerlendirmesi yaparken aterosklerozun varlığını dolaylı ölçümlerle tahmin etmek yerine aterosklerotik yükün varlığını ve derecesini doğrudan ölçen bir tekniği kullanmak, avantajlı gözükmetedir [65]. Kalsiyum skorlamanın geleneksel risk faktörü analizine katılması, klinikte semptomatik hastalardaki anlamlı tıkaçıcı koroner arter hastalığı saptamadaki doğruluğu artırabilir ve diğerlerinde de yaygın üç damar ve sol ana koroner arter hastalıklarını dışlamada yardımcı olabilir [62,66,67].

EBT ile koroner arter kalsifikasyonunun varlığının veya yokluğunun gösterilmesi iskemik olan veya olmayan dilate kardiyomiyopati hastaların ayırt edilmesine

yardımcı olabilir [63,68]. Acil servise tanısız olmayan elektrokardiyogramlarla başvurmuş hastalardaki iskemik olan ve olmayan göğüs ağrısının kalsiyum skorlama ile ayırt edilmesi de sağlanabilir [69]. Patolojik araştırmalarda plak içindeki kalsiyumun miktarının, iyileşmiş plak yırtılmaları ile ilişkili olduğu gösterilmiştir [70]. EBT ile tespit edilmiş koroner arterlerdeki kalsiyum birikiminin miktarı ile ileride koroner arter hastalığı gelişme riski arasında ilişki olduğunu gösteren birçok çalışma yapılmıştır [14-17]. Bu nedenle EBT koroner arterlerdeki kalsiyum miktarının belirlenmesinde altın standart olarak kabul edilmektedir.

Koroner arterlerdeki kalsiyum miktarının belirlenmesinde en sık kullanılan ölçüm yöntemi Agatston skorlamasıdır. Bu yöntem, kalsifiye plak alanı ile elde edilen en yüksek Hounsfield dansitesinin çarpımının sonucu kalsiyum skorlamasını vermektedir [57]. Agatston skorlamasında, birbirine komşu 2–3 pikselde, 1 mm²'den geniş bir alanda, BT dansitesi 130 Hounsfield ünite (HU)'den fazla olan lezyonlar kalsifikasyon olarak yorumlanmaktadır [57]. İnceleyici tarafından işaretlenen lezyonların alanı ve dansitesi cihaz yazılımı tarafından otomatik olarak ölçülmektedir. Her kalsifiye lezyon için kalsiyum skoru, lezyon alanı ile lezyon dansitesine göre belirlenen dansite skorunun çarpılması sonucu hesaplanmaktadır. Koroner arterlerin her biri için kalsiyum skoru saptanarak, o hasta için total kalsiyum skoru hesaplanmaktadır [57]. Agatston skorlamasından daha üstün olduğu düşünölen hacim skoru ve kalsiyum kitle ölçümü gibi yöntemler de sık olmamakla birlikte kullanılmaktadır [70,71].

Rumberger ve arkadaşları tarafından asemptomatik hastalarda kalsiyum skorlamasının yorumlanması tablo 1’de gösterilmiştir [72].

Kalsiyum Skoru (Agatston)	Plak Formasyonu	Koroner Arter Hastalığı Riski	Kardiyovasküler Risk	Öneri
0	Plak yok	Çok düşük	Çok düşük	İleri tetkik ve tedaviye gerek yok
1–10	Minimal plak oluşumu	Çok düşük	Düşük	Koroner arter hastalığından korunma yöntemleri önerilir
11–100	Hafif derecede aterosklerotik plak	Minimal	Orta derecede	Risk faktörleri araştırılır, günlük asetil salisilik asit önerilir
101–400	Orta derecede aterosklerotik plak	Yüksek	Yüksek	Risk faktörlerine yönelik önlem alınır, egzersiz testi yapılır
> 400	Yaygın aterosklerotik plak	Çok yüksek	Çok yüksek	Risk faktörleri sıkı kontrol altına alınır, egzersiz ya da farmakolojik stres testi yapılır

Tablo1: Rumberger ve arkadaşlarına göre asemptomatik hastalarda koroner arter kalsiyum skorlamasının yorumlanması.

Yeni teknoloji ÇKBT ile (zellikle 16 ve daha çok kesitli) koroner kalsiyum skorlamanın yanında koronerlerin luminal ve ekstraluminal patolojileri de girişimsel olmadan incelenebilmektedir.

ÇKBT, koroner arterlerin anatomisini göstermede, teknolojideki son gelişmeler sayesinde, temporal znrlg tek kesitli bilgisayarlı tomografilere oranla çok daha iyi olduğu için ön plana çıkmıştır. Koroner anjiyografi lümene sınırlı bir tetkik olması ve damar duvarını ve plağı gösterememesi nedeniyle hassas plakları tespit etmede yetersiz kalmaktadır. Geniş, ekzantrik, nekrotik çekirdeği ve lipitten zengin materyali olan, ince fibröz kapsüllü yapıya sahip plaklar yüksek riskli plaklardır. Lipid içeriği % 40' tan fazla olan plaklar yırtılmaya daha hassas plaklardır [73]. Bu özellikteki plakların görüntülenmesinde, anjiyografinin önemli bir zayıflığı pozitif yeniden şekillenme sebebiyle olmaktadır [55,74].

Hemodinamik olarak anlamlı lümen daralması koroner arter lezyonunun, koroner arter luminal alanının % 40'ına ulaşana kadar gözlenmeyebilir [55]. Fakat bu anlamlı daralma yapmayan lezyonlar yırtıldığında yüksek trombojenik özelliğe sahip materyallerin kan akımına karışması ile pıhtılaşma mekanizmasının tetiklenmesine ve akut koroner sendroma sebep olmaktadır [75]. Bu anlamlı darlık oluşturmayan aterotrombotik plakların klinik olarak tehlikeli bir hale gelmeden önce erken teşhis edilebilmeleri önem kazanmaktadır. EBT ve ÇKBT ile bu tarz plakların erken teşhisi yapılabilmektedir.

Koroner arter kalsifikasyonu ile ileride meydana gelebilecek kardiyovasküler olay olasılığını, Framingham risk skorlaması ile kombine eden çalışmalar olmuştur [76,77]. Koroner kalsiyum skortlama, koroner kalp hastalığını ve kardiyak akut olay riskini standart risk metodlarından bağımsız olarak belirleyen en iyi yöntemdir [78-80]. Framingham risk skorlamasına göre, asemptomatik, orta risk grubunda kalsiyum skortlama hastayı daha yüksek risk grubuna sokarak tedavi planını değiştirebileceği için önerilmektedir. Ancak bu yöntem, genel popülasyonda ya da düşük riskli grupta tarama testi olarak önerilmemektedir. Atipik kardiyak semptomları olan düşük riskli

grupta, kalsiyum skorlama, koroner arter hastalığının dışlanmasında kullanılabilir [70].

Kalsiyum skorlaması sıfır olan hastalarda ileride gelişebilecek olan kardiyovasküler olayların olasılığının oldukça düşük (yıllık yaklaşık % 0.15) olduğu bütün yazarların hemfikir olduğu bir konudur [81,82].

Diğer risk faktörleri açısından aynı olgularda ölüm, miyokard enfarktüsü, inme ve revaskülarizasyon açısından yapılan bir çalışmada kalsiyum skorlaması >160 olan hastalarda görülen risk, kalsiyum skoru sıfır olan hastalara oranla riskin 22 kat daha fazla olduğu gösterildi [83].

Geçmişte koroner arter anjiyografik çalışmalarında lümen çapındaki darlıkta minimal da olsa azalmanın ileride olabilecek kardiyak olaylarda önemli derecede azalma sağladığı gösterilmiştir [84-86]. Koroner arterlerdeki plakların takibinin böyle invaziv bir teknik ile yapılmasının güçlüğü nedeni ile plakların non-invaziv tekniklerle izlenmesi rağbet görmeye başlamıştır. Bu amaçla kullanılan yöntemlerden biri de koroner arter plaklarındaki kalsifikasyonun takip edilmesine dayalı kalsiyum skorlama yöntemidir. Kalsiyum birikimi ile plak progresyonu arasında pozitif bir ilişki olması plağın ilerlemesinin takibinde kalsiyum skorlamasının kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Statın alan hastalarda, almayan hastalara göre kalsiyum birikimindeki artışın daha az olduğu gösterilmiştir [33-35,82,87].

Koroner arter aterosklerozunun derecesinin koroner olay riskiyle ilişkili olduğu bilindiği için, koroner kalsiyum skorları da benzer şekilde koroner olay riski ile ilişkilendirilmiştir. Ancak, koroner arter kalsiyum skorlarının koroner olayları geleneksel koroner risk faktörlerinden bağımsız bir şekilde ne dereceye kadar öngörebildiği iyi çalışılmamış bir konudur. Bu yüzden Amerikan Kalp Derneği (AHA), “semptomsuz kişilerde kalsiyum skorlamasının ilave yararı hakkında daha kesin bilgiler elde edilinceye kadar koroner kalsiyum ölçümünün semptomsuz popülasyonlarda rutin risk değerlendirilmesi için önerilmemesi gerektiğini

belirtmiştir. Orta derecede koroner arter hastalığı riski bulunan bir kişide koroner kalsiyum skorlarının seçilmiş bir şekilde kullanılması uygun olabilir. [88]

ÇKBT, EBT'ye göre temporal çözünürlüğü daha düşük olmasına rağmen, daha iyi bir uzaysal çözünürlük ve daha üstün hacim ölçümü sağlanması nedeni ile EBT' den daha üstündür. EBT'de kalsifikasyonları yüksek yoğunluklu piksel parazitlerinden ayırmak için eşik değeri 130 Hounsfield unit (HU) seçilmektedir, ÇKBT'de ise bu eşik değeri 90 HU seçilmekte ve bunun sonucunda ise daha az bir görüntü paraziti avantajı sağlanmaktadır [89]. ÇKBT' de kesit sayısı arttıkça duyarlılık ve özgüllük de artmaktadır. Fakat kalsiyum birikiminin gösterilmesi açısından önemli bir fark yoktur. Kalsiyum birikiminin ÇKBT ile gösterilmiş olması, hastaların koroner arter anatomisinin yanı sıra, hastaların ileride koroner arter hastalığı olma riskini de ortaya koymaktadır [70]. ÇKBT'nin kullanımı her geçen gün daha da artmaktadır. Bunun en önemli sebeplerinden birisi ise ÇKBT'nin kesit sayısının teknolojideki gelişmeler sayesinde giderek artması ve daha güvenilir bir yöntem haline gelmesidir. ÇKBT ile değerlendirilen hasta sayısı zaman içinde arttıkça bu görüntüleme tekniği ile ilgili bilgiler de artmaktadır. Kalsiyum skoru da halen araştırmaya açık bir konu olma özelliğini korumaktadır. Hastaların kalsiyum skoru ile ileride oluşabilecek kardiyak olaylar arasında ilişki bulunduğu gösterilmiştir [81,90].

Koroner arterlerdeki kalsiyum miktarının belirlenmesinde ölçüm birimi olarak en sık Agatston skoru kullanılmaktadır [70]. Total kalsiyum skoru; koroner arterlerdeki her bir kalsiyum birikimindeki Agatston skorunun toplamıdır. Hacim skoru ve kalsiyum kitle ölçümü gibi yöntemlerin daha üstün olduğu yönünde görüşler mevcuttur fakat bu yöntemler sık kullanılmamaktadır.

Kalsiyum skorlamasının esas kullanım yeri henüz koroner arter hastalığı teşhisi konmamış fakat semptomatik olan bireylerde risk değerlendirilmesini yapılması veya koroner arter hastalığının dışlanmasıdır [70,75].

Koroner arterlerde sorumlu lezyonun arter ostiyumuna olan uzaklığı ile majör kardiyak olay sıklığı arasında ters bir ilişki olduğu gösterilmiştir [91-94]. Koroner

arterlerdeki kalsifikasyonlar arter duvarında oluşmuş veya ileride oluşacak hemodinamik olarak anlamlı patolojilerin habercileridir [81,95]. Bu nedenle bu kalsifikasyonların yeri de önemlidir. Başka bir şekilde ifade etmek gerekirse koroner arter kalsifikasyonlarının arter ostiyumuna yakınlığı oluşmuş veya oluşacak lezyonun önemini artıracaktır. Örneğin koroner arterlerin ostiyumundaki kalsiyum birikimi oluşmuş veya oluşabilecek anlamlı lezyon konusunda daha dikkatli olmamızı ve daha yoğun medikal tedaviyi gerektirirken koroner arterin distalindeki kalsiyum birikimi oluşmuş veya oluşabilecek lezyonun öneminin çok fazla olmaması nedeni ile medikal tedavi konusunda daha rahat davranılabilir.

Kalsiyum skorlaması değerlendirilirken koroner arterlerdeki kalsiyum birikiminin tamamı göz önüne alınmaktadır. Kalsiyum birikiminin hangi koroner arter segmentinde daha fazla olduğu veya daha çok hangi segmentlerde olduğu ve hangi segmentlerdeki kalsiyum birikiminin kardiyak riskle daha ilişkili olduğuna dair elimizde yeterli veri bulunmamaktadır. Schmermund ve arkadalarının EBT ile yaptığı koroner arterlerdeki kalsiyum dağılımını inceleyen çalışma, kalsiyum skorunun koroner arterlerdeki dağılımını araştıran tek çalışma olma niteliğindedir [96].

3. AMAÇ

Bu incelemede biz, koroner arterlerde kalsiyum birikiminin hangi segment veya segmentlerde daha fazla olduğunun ve bu dağılımın hastanın demografik verilerinden etkilenip etkilenmediğinin 16 kesit ÇKBT ile gösterilmesini amaçlamaktayız.

Çalışmamızda, her bir koroner arteri segmentlere ayırıp segmentlerdeki kalsiyum birikimini hesaplayarak, koroner arterlerdeki kalsiyum birikiminin bölgesel dağılımını ve koroner arter ostiyumundan uzaklığını değerlendirdik ve elde edilen verileri olguların karakteristiklerine göre tekrar inceledik. .

4. GEREÇ VE YÖNTEM

4.1. Hasta Seçimi

Çalışmaya Ocak 2005 ile Aralık 2007 arasında koroner arter hastalığı şüphesi ile Florence Nightingale Hastanesi kardiyoloji polikliniğine başvuran 16 kesit ÇKBT ile kalsiyum skorlaması yapılan 1094 hasta içerisinde kalsiyum skoru sıfırdan yüksek olan 19 ile 84 yaş arası (ortalama $59.08 \pm 10,7$ yıl) 304 hasta alındı. Hastaların 195'i (%64,1) erkek, 109'u (%35,9) kadındı. Total kalsiyum skoru sıfır olan hastalar çalışmaya alınmadı.

Çalışmaya alma kriterleri: Koroner arter hastalığı şüphesi olan fakat koroner arter hastalığı tanısı net olarak konulamayan hastalara 16 kesit ÇKBT ile kalsiyum skorlaması yapılmış olan ve bu skorlama sonrası total kalsiyum skoru bir veya üzerinde olan hastalar çalışmaya alınmıştır.

Çalışmadan dışlanma kriterleri ise: Total kalsiyum skoru sıfır olan hastalar çalışmaya dâhil edilmedi. Cerrahi ve perkütan revaskülarizasyon uygulanan koroner arter duvarının intima ve media tabakaları zarar görmekte ve kalsifikasyon artmaktadır. Perkütan koroner girişim ile stent uygulanarak revaskülarizasyon yapılan koroner arterlerde ise stentin parlama etkisi yapması nedeni ile bu bölgede kalsifikasyon değerlendirilememektedir. Bu yüzden daha önce revaskülarizasyon uygulanmış hastalar çalışmaya dâhil edilmedi.

Hastaların koroner arter hastalığı risk faktörleri değerlendirildi. **Amerikan Diyabet Derneği (ADA)** kriterlerine göre diabetes mellitus (DM); açlık kan glikoz seviyesinin 126 mg/dl veya üzerinde olması ve/veya hastanın oral anti diyabetik ve/veya insülin kullanıyor olması olarak tanımlandı [97].

“**Adult Treatment Panel III**” (ATP III) kılavuzuna uygun olarak, total kolesterolün ≥ 200 mg/dl veya LDL kolesterolün ≥ 100 mg/dl ölçülmesi, veya hastanın lipid düşürücü ilaç tedavisi alıyor olması, hiperkolesterolemi (HL), trigliserid seviyesinin ≥ 150 mg/dl olması veya trigliserid düşürücü ilaç kullanıyor olması hipertrigliseridemi (HTg) olarak kabul edildi [98].

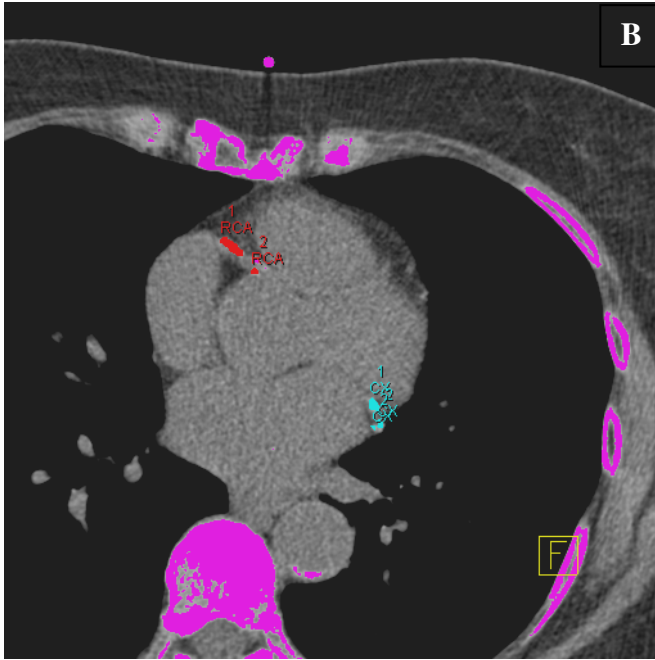
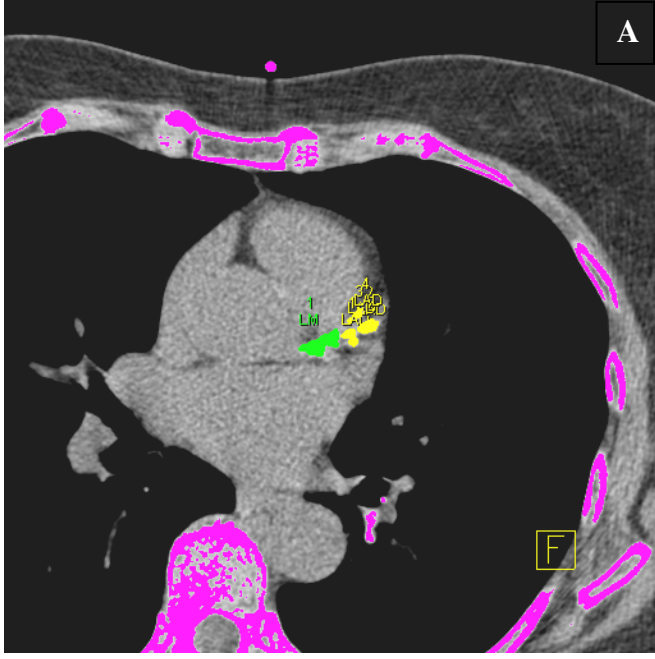
Hipertansiyon; “**Joint National Committee VII**” (JNC VII) kılavuzuna uygun olarak, sistolik kan basıncının ≥ 140 mmHg veya diastolik kan basıncının ≥ 90 mmHg olması ile veya hastanın tansiyon düşürücü ilaç kullanıyor olması ile tanımlandı. [99].

Birinci derece akrabalarda, erkeklerin 55 yaşından küçük, kadınların da 65 yaşından küçük koroner arter hastalığı öyküsü varlığı, aile öyküsü olarak kabul edildi [98].

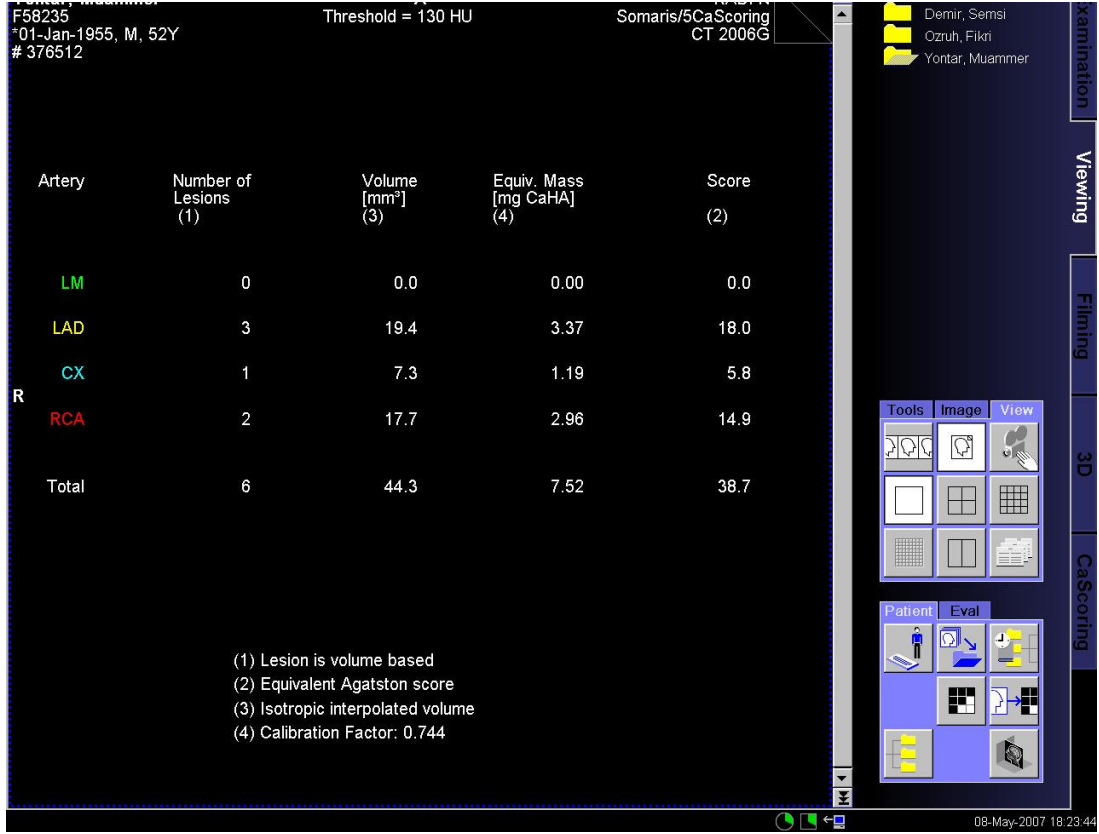
Sigara kullanımı irdelendi.

4.2. ÇKBT yöntemi

İnceleme kontrastsız olarak tek nefes tutularak yaklaşık 5 saniyede gerçekleşti. Hastalara retrospektif elektrokardiyografi tetikleme (gating) eşliğinde 3 mm kesit kalınlığı kullanılarak aort çıkımından apekse dek kontrastsız olarak çekim gerçekleştirildi. ÇKBT verileri “Sensation 16 slice scanner” (Siemens Medical Solutions) ile elde edildi. Kalsiyum skoru hesaplamasında yarı otomatik programlar kullanıldı ve sonuçlar Agatston skoru olarak hesaplandı. (Şekil 2,3)



Şekil 2: A: LMCA'nın ve LAD'nin kalsiyum birikimlerinin gösterilmesi. B: CxA ve RCA'nın kalsiyum birikiminin gösterilmesi.



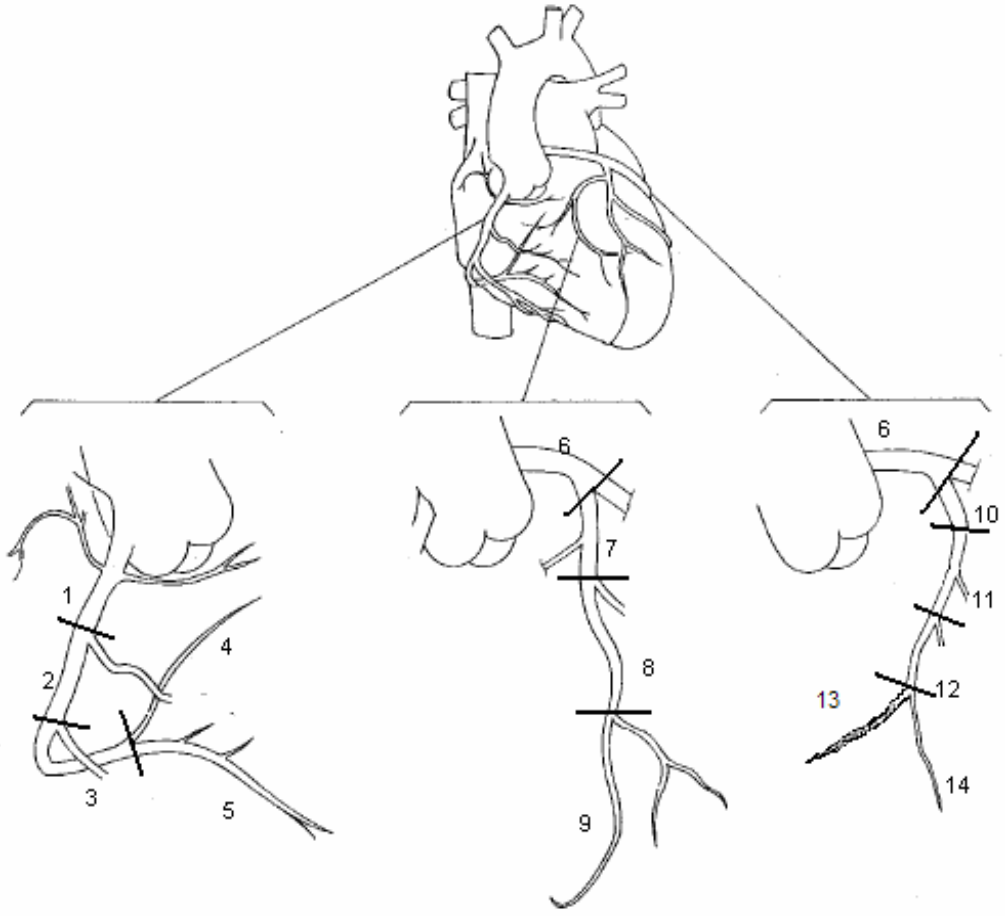
Şekil 3: Kalsiyum skorlamada kullanılan yazılım yöntemi.

Aynı zamanda kalsiyum birikimin miktarı her segment için ayrı ayrı kaydedildi. Koroner arterler 14 ayrı segmente ayrılarak değerlendirildi. Bunlar; sağ koroner arter (RCA) proksimal, orta ve distal segmentler, sol ana koroner arter (LMCA), sol ön inen koroner arter (LAD) proksimal, orta ve distal segmentler ve sirkumfleks arter (CXA) proksimal, orta ve distal segmentler, RCA ve CxA'nın posterolateral (RPL) ve posterior descending (RPD) dalları. Her segmentteki kalsiyum birikiminin lezyon sayısı ve skor değerleri ayrı ayrı değerlendirildi.

Segment ismi	Segment Numarası
Sağ koroner arter proksimal segment	1
Sağ koroner arter orta segment	2
Sağ koroner arter distal segment	3
Sağ koroner arter posterolateral dalı	4
Sağ koroner arter posterior descending dalı	5
Sol ana koroner arter	6
Sol ön inen arter proksimal segment	7
Sol ön inen arter orta segment	8
Sol ön inen arter distal segment	9
Sirkumfleks arter proksimal segment	10
Sirkumfleks arter orta segment	11
Sirkumfleks arter distal segment	12
Sirkumfleks arter posterolateral dalı	13
Sirkumfleks arter posterior descending dalı	14

Tablo 2: Koroner arterlerin ACC/AHA 'dan modifiye edilerek yapılmış segmental sınıflandırılması.

Koroner arterlerde kalsiyum birikiminin segmental sınıflandırılması ACC/AHA sınıflandırılmasından modifiye edilerek yapılmıştır [100]. Şekil 4'te sınıflandırma için yapılan 14 segmentli model gösterilmiştir. Tablo 2'de de segmentlerin numaraları belirtilmiştir.



Şekil 4: ACC/AHA sınıflandırılmasından modifiye edilerek yapılan 14 segmentli koroner arter modeli.

4.3. İstatistiksel analiz

Tüm hastalardaki aynı segmentler tek bir veri olarak değerlendirilerek bu segmentlerdeki kalsiyum birikimlerinin diğer segmentlerden farkı araştırıldı. Kalsiyum birikimin dağılımı ile hastaların temel karakteristikleri arasındaki ilişki istatistiksel olarak değerlendirildi. Koroner arterlerdeki kalsiyum birikimleri her bir majör koroner arter için ayrı ayrı toplam değerler olarak ele alınıp birbirleri arasındaki ilişki istatistiksel olarak değerlendirildi.

İstatistiksel değerlendirmede SPSS (Statistical Package for the Social Sciences, version 11.0, SSPS Inc, Chicago, Ill, USA) yazılım programı kullanıldı. Segmentler arası karşılaştırmada ANOVA (analysis of variance) testi veya nonparametrik karşılığı Kruskal-Wallis testi veya Mann-Whitney U testi kullanıldı. Homojenite Levene's test ve Lillefor's (significance correction) test ile değerlendirildi. Post hoc analizde "Benferroni correction" test kullanıldı. Demografik verilerin segmentler ve kalsiyum skorları üzerine etkisi Student-t test veya nonparametrik karşılığı Mann-Whitney U test ile değerlendirildi. Parametrik değerlerin korrelasyonu Pearson and Spearman korrelasyon testi ile değerlendirildi ve bivaryant lineer regresyon analizi kullanıldı. Nonparametrik değerlerin karşılaştırılmasında "Chi-square" veya "Fisher's exact" testi kullanıldı. Değerler ortalama \pm standart sapma (SD) olarak verildi. $P < 0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

5. BULGULAR

ÇKBT ile kalsiyum skorlaması yapılan 1094 hasta içerisinde kalsiyum skoru sıfırdan yüksek olan 304 hastanın yaşları 19 ile 84 arası (ortalama $59.08 \pm 10,7$ yıl) idi. Hastaların 195'i (% 64) erkek, 109'u (% 36) kadındı. (Tablo 3)

Demografik Veriler	
	<i>Hasta sayısı (Yüzdesi)</i>
Erkek hasta	195 (%64)
Kadın hasta	109 (%36)
*Heredité	88 (% 49)
*Hipertansiyon	106 (% 35)
*Diyabet	49 (% 28)
*Sigara	83 (% 27)
*Total kolesterol \geq 200 mg/dl	73 (% 48)
*LDL \geq 100 mg/dl	95 (% 64)
*HDL \geq 40 mg/dl	73 (%48)
Trigliserid \geq 150 mg/dl	52 (36%)

LDL: Küçük yoğunluklu lipoprotein

HDL: Yüksek yoğunluklu lipoprotein

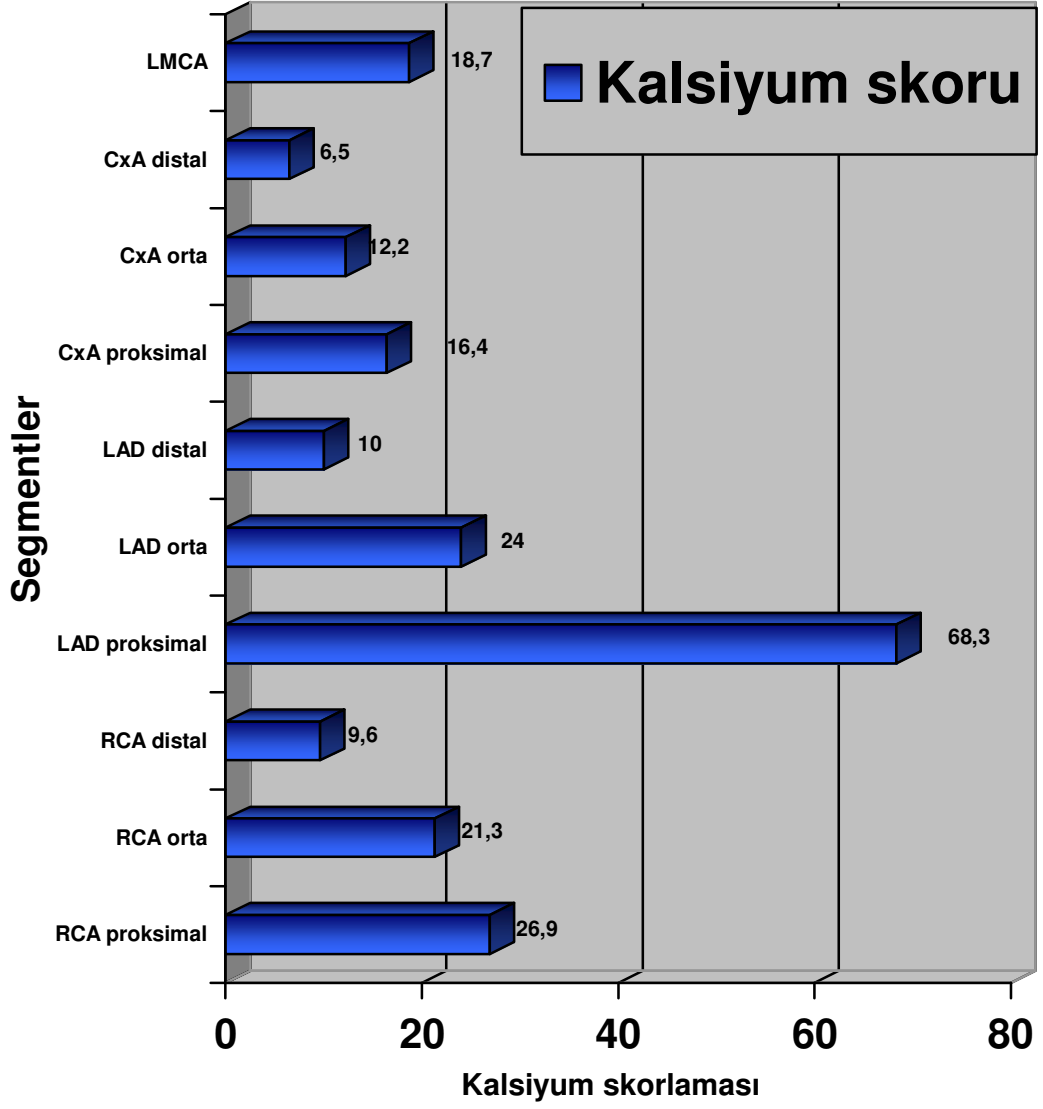
*: Çalışmaya dahil edilen hastaların bir kısmı dış merkezlerden referé edildiği için tüm hastaların demografik verilerine ulaşamadı.

Tablo 3: Hastaların demografik verileri tablo halinde gösterilmiştir.

LMCA kalsiyum skorlaması değerlendirilirken koroner arterlerle karşılaştırıldı. Ayrıca RCA ve CxA'nın posterior descending ve posterolateral segmentlerinde kalsiyum skorlamaları çok düşük bulunduğu için istatistiksel olarak değerlendirilmeye alındığı halde tablolarda gösterilmedi, bu segmentlerde istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar gözlenmedi.

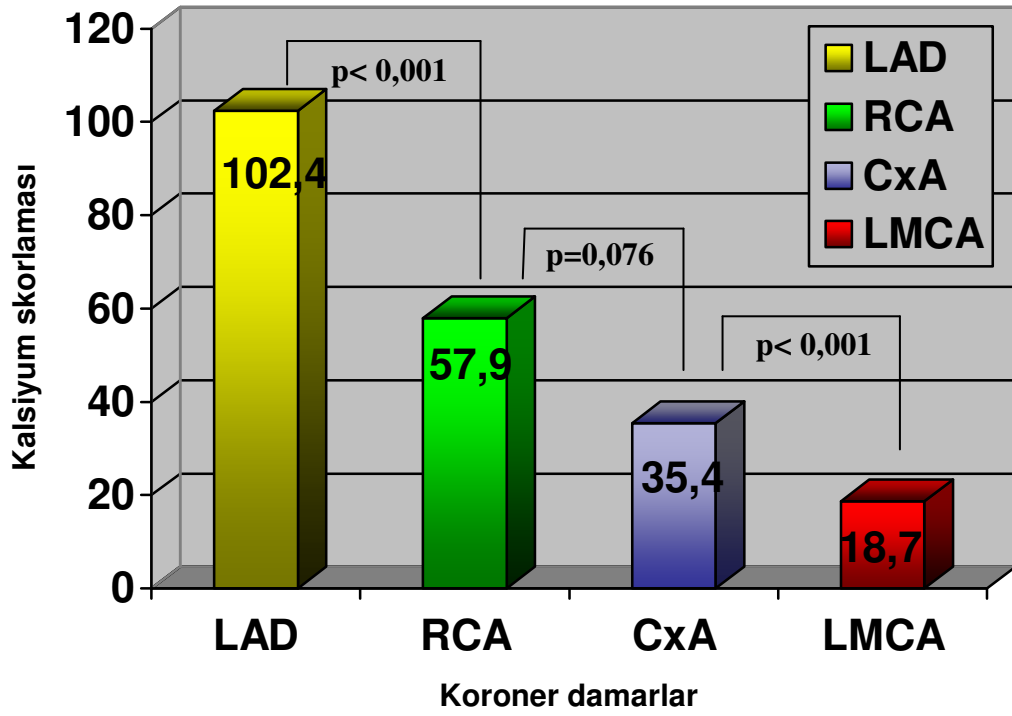
Hastaların koroner arterlerindeki kalsiyum birikimleri segment bazında incelendiğinde en fazla kalsiyum birikiminin LAD proksimal segmentte olduğu gözlenmiştir. Daha sonra sırası ile RCA proksimal, LAD orta segment, RCA orta segment, LMCA ve CXA proksimal segmentte olduğu gözlenmiştir. Bu segmentlerin

kalsiyum skorlaması istatistiksel olarak birbirlerinden farklı bulunmuştur. Şekil 5'te segmentlerdeki kalsiyum değerleri gösterilmiştir.



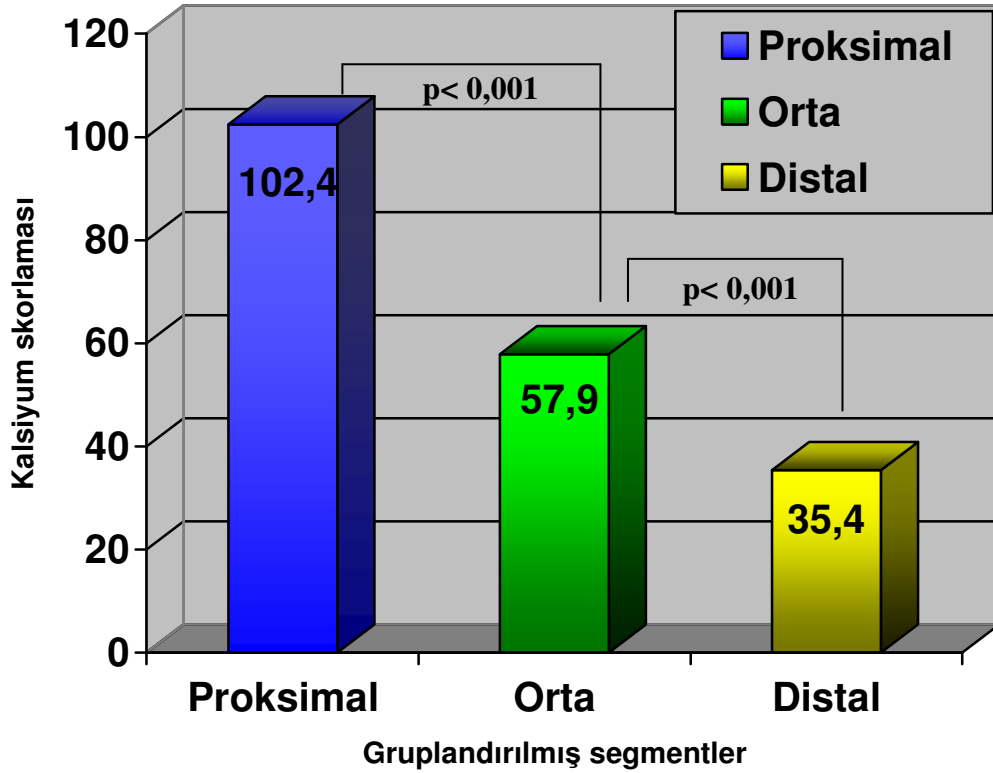
Şekil 5: Segmentlerdeki kalsiyum skoru değerleri

Her bir majör koroner artere bir bütün olarak bakıldığında, total kalsiyum skoru açısından karşılaştırıldığında en fazla kalsiyum skorlaması LAD, daha sonra sırası ile RCA, CxA ve LMCA'da bulundu. RCA ile CxA arasında anlamlı fark bulunmadı. ($P > 0.05$) Diğerleri arasında anlamlı fark bulundu. (Şekil 6)



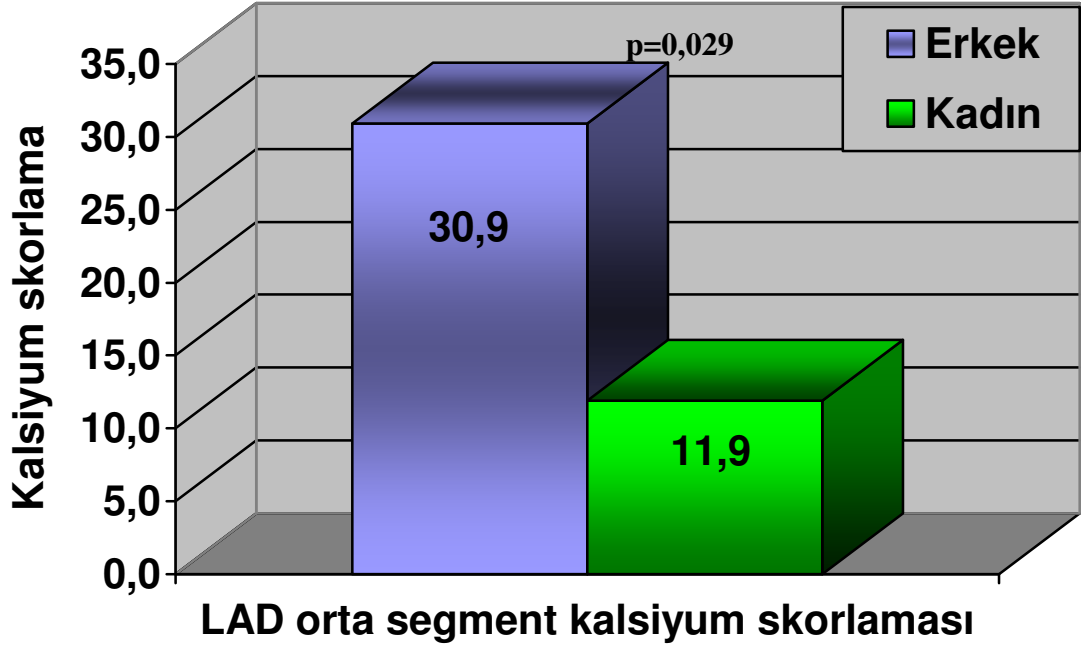
Şekil 6: Segmentler damarlara göre gruplandırıldığında kalsiyum skorlaması büyükten küçüğe doğru sıralanışı. Sadece RCA ve CxA arasında istatistiksel anlamlılık yoktu.

Segmentler koroner ostiyuma olan uzaklığına göre proksimal (segment 1, 7, 10), orta (segment 2, 8, 11) ve distal (segment 3, 4, 5, 9, 12, 13, 14) olarak gruplandırıldığında en fazla kalsiyum skoru proksimal grupta bulundu, daha sonra ise sırası ile orta ve distal grup gelmekte idi. ($p < 0.001$) (Şekil 7)



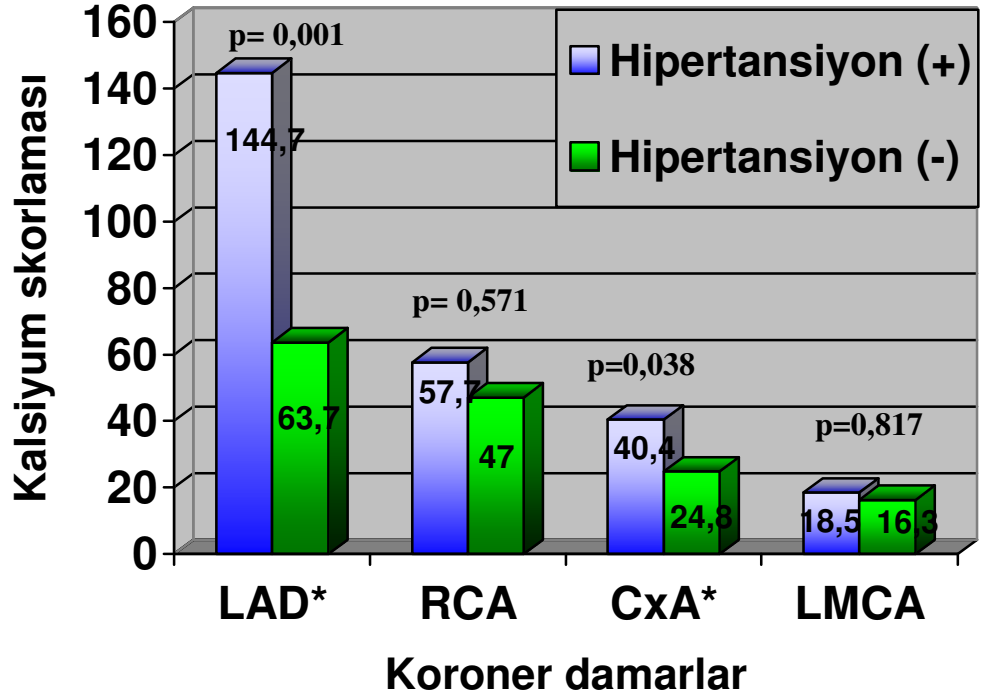
Şekil 7: Segmentlerin koroner ostiyuma uzaklığına göre sınıflandırılarak kalsiyum skorlamalarının karşılaştırılması. (Tüm p değerleri $< 0,001$)

Hastaların 195'i (% 64) erkek, 109'u (% 36) kadındı. Cinsiyet açısından karşılaştırıldığında erkek ve kadın hastalarda total kalsiyum skorları arasında anlamlı fark bulunmadı, fakat her segment ayrı ayrı değerlendirildiğinde erkeklerde LAD orta segmentte kalsiyum skoru kadınlardakinden daha fazla bulundu. (p=0.029) (Şekil 8)



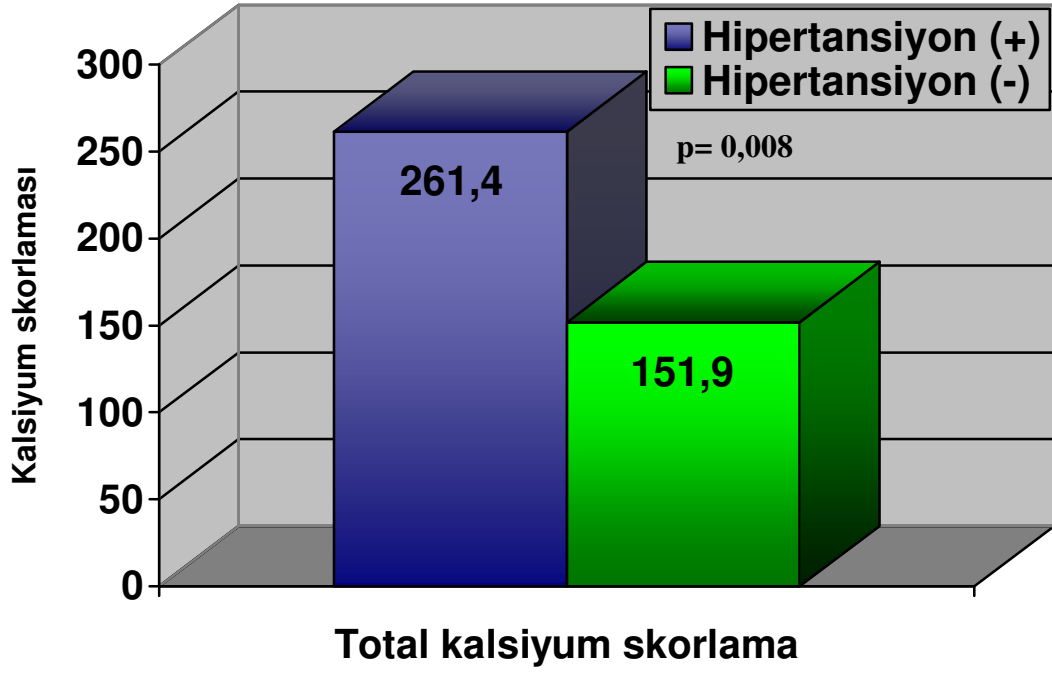
Şekil 8: LAD orta segmentteki kalsiyum skoru erkek hastalarda, kadın hastalara göre daha yüksek bulundu.

LAD ve CxA kalsiyum skoru hipertansiyonu olan hastalarda olmayanlara göre daha yüksek bulundu, RCA ve LMCA'da anlamlı fark bulunmadı. (Şekil 9)



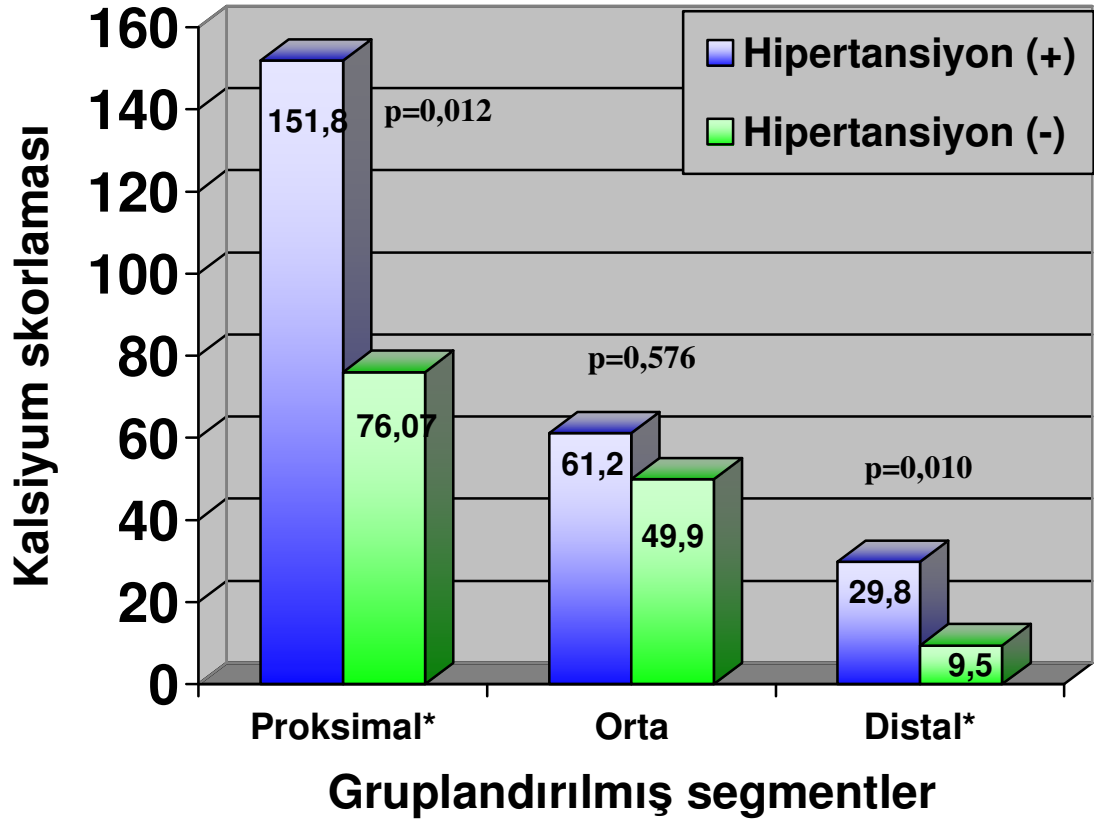
Şekil 9: Hipertansif olan ve olmayan hastaların koroner damarlarında kalsiyum skorlamasının karşılaştırılması. (*: p değerleri < 0,05)

Total kalsiyum skoru hipertansiyonu olan hastalarda olmayan hastalara göre daha yüksek bulundu. (Şekil 10)



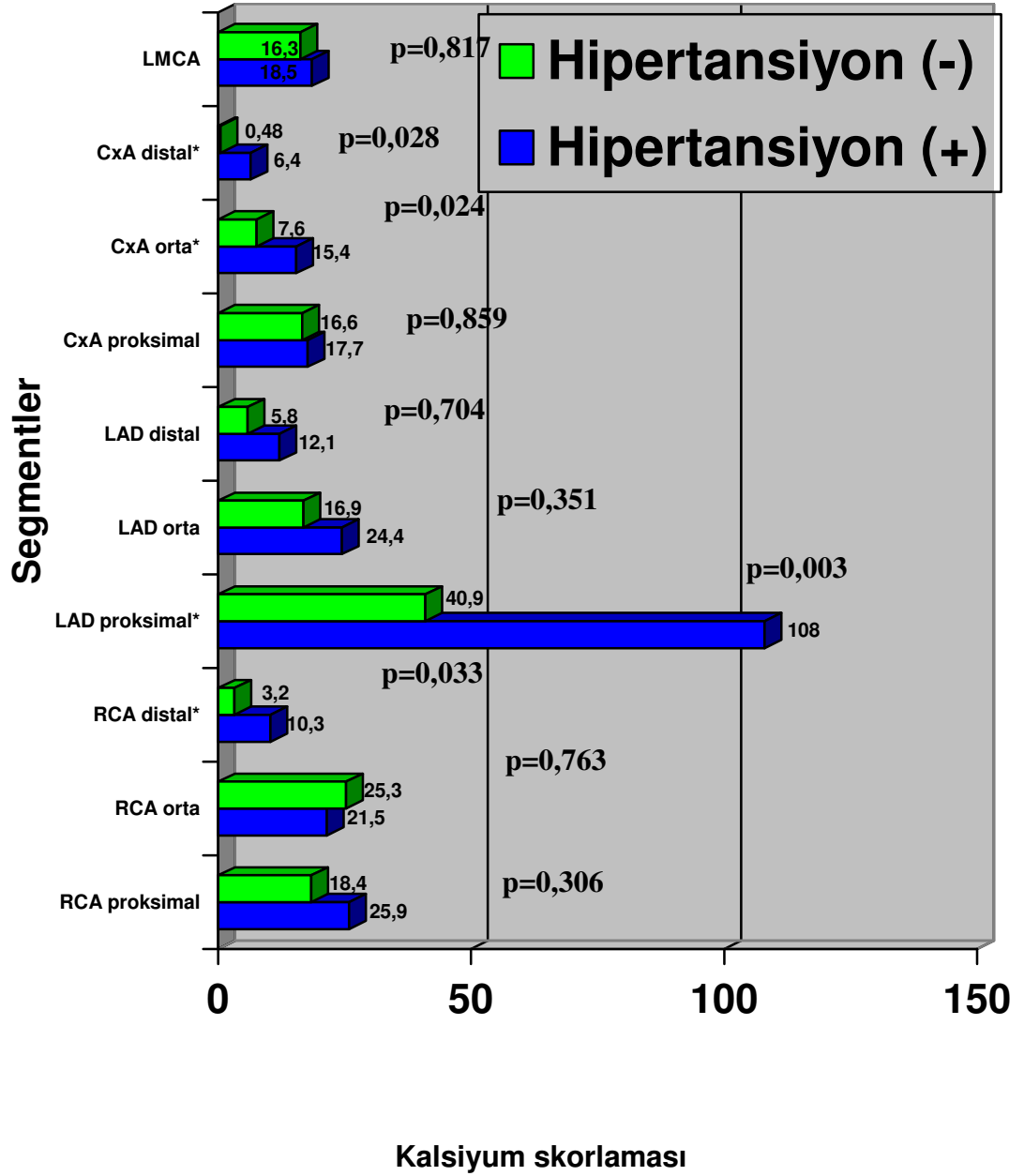
Şekil 10: Hipertansif olan hastaların total kalsiyum skorlarının hipertansif olmayan hastalarınki ile karşılaştırılması.

Ayrıca hipertansif hastalarda proksimal ve distal segmentlerde de kalsiyum skoru daha fazla bulundu. (Şekil 11)



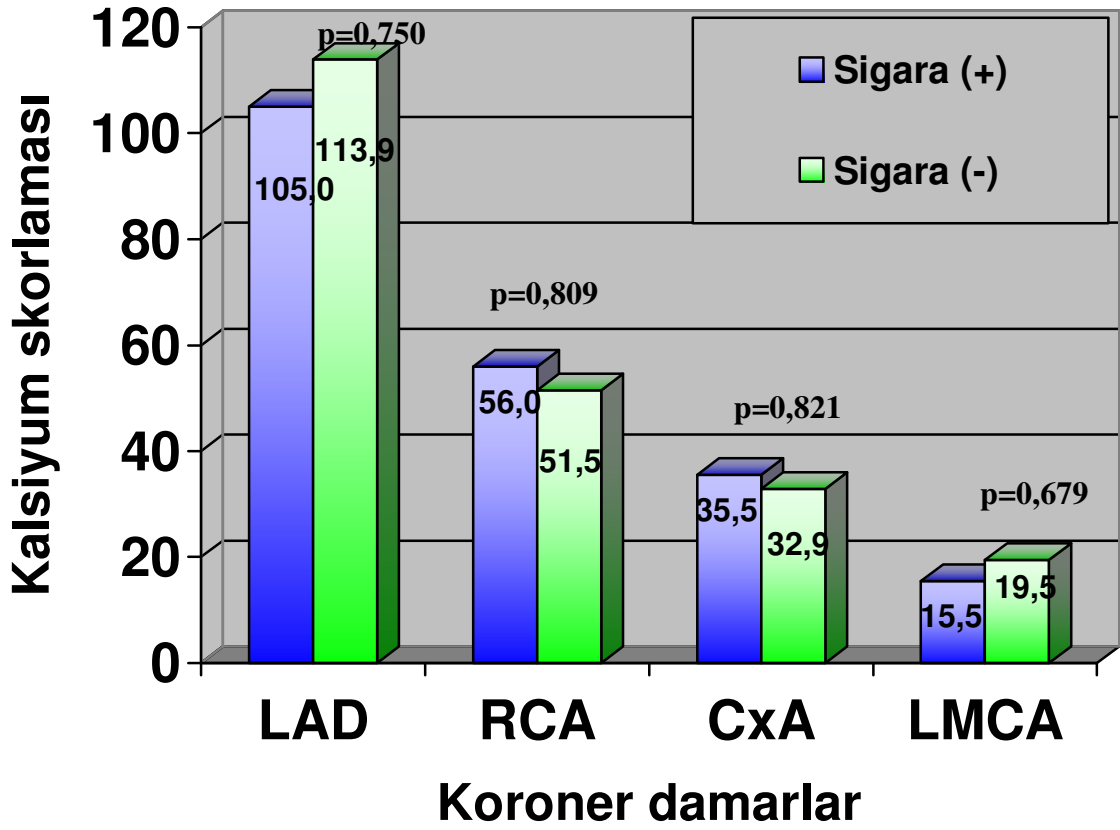
Şekil 11: Hipertansif olan hastaların proksimal, orta ve distal segment gruplarındaki kalsiyum skorlarının hipertansif olmayan hastalarinkine karşılaştırılması. (*: p değerleri < 0,05)

RCA distal, LAD proksimal, CxA orta ve distal segmentlerde de hipertansif hastalarda, hipertansif olmayanlara göre kalsiyum skoru daha fazla bulundu. (Şekil 12)



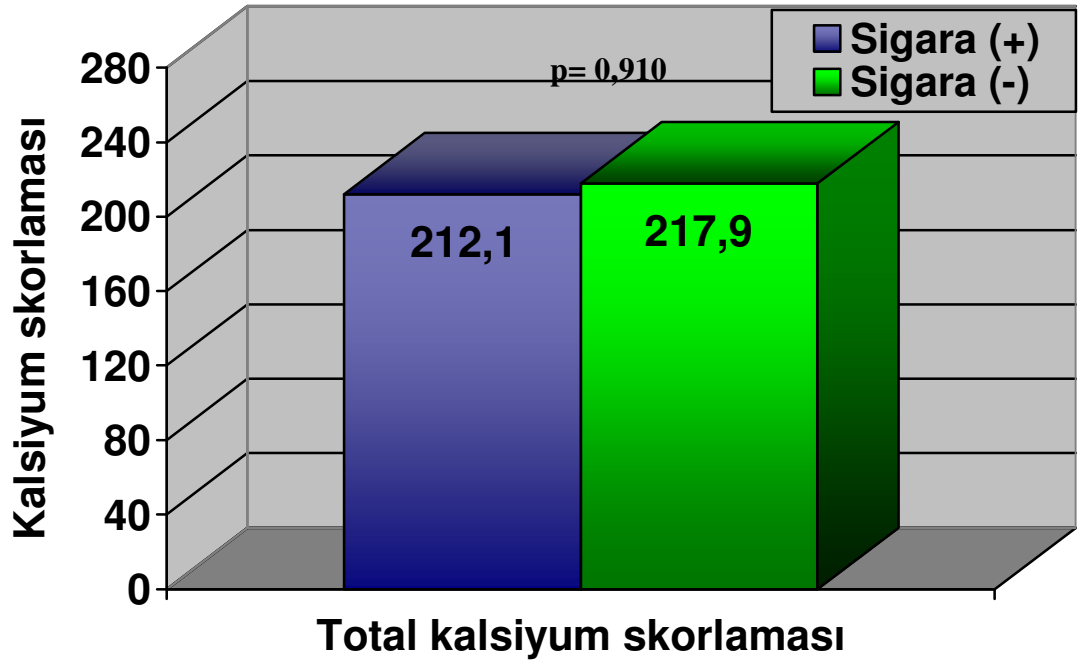
Şekil 12: Hipertansiyonu olan hastalarda her segmentin ayrı ayrı kalsiyum skorlamasının hipertansiyonu olmayan hastalarinkine karşılaştırılması. (*: p değerleri < 0,05)

LAD, RCA, CxA ve LMCA' da sigara içen ve içmeyen hastalar arasında kalsiyum skoru açısından fark bulunmadı. (Şekil 13)



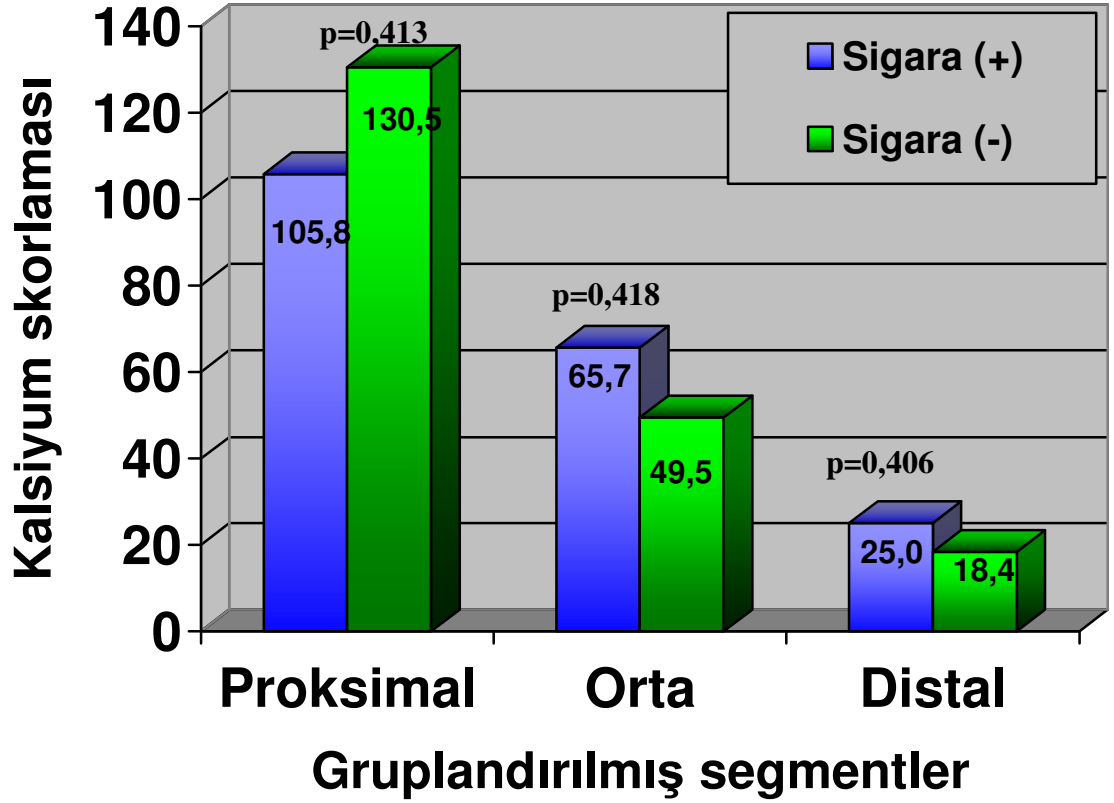
Şekil 13: Sigara içen ve içmeyen hastaların koroner damarlarında kalsiyum skorlamasının karşılaştırılması.

Ayrıca tüm segmentlerin toplamında sigara içen ve içmeyen hastalarda kalsiyum skoru açısından fark bulunmadı. ($p= 0,910$) (Şekil 14)



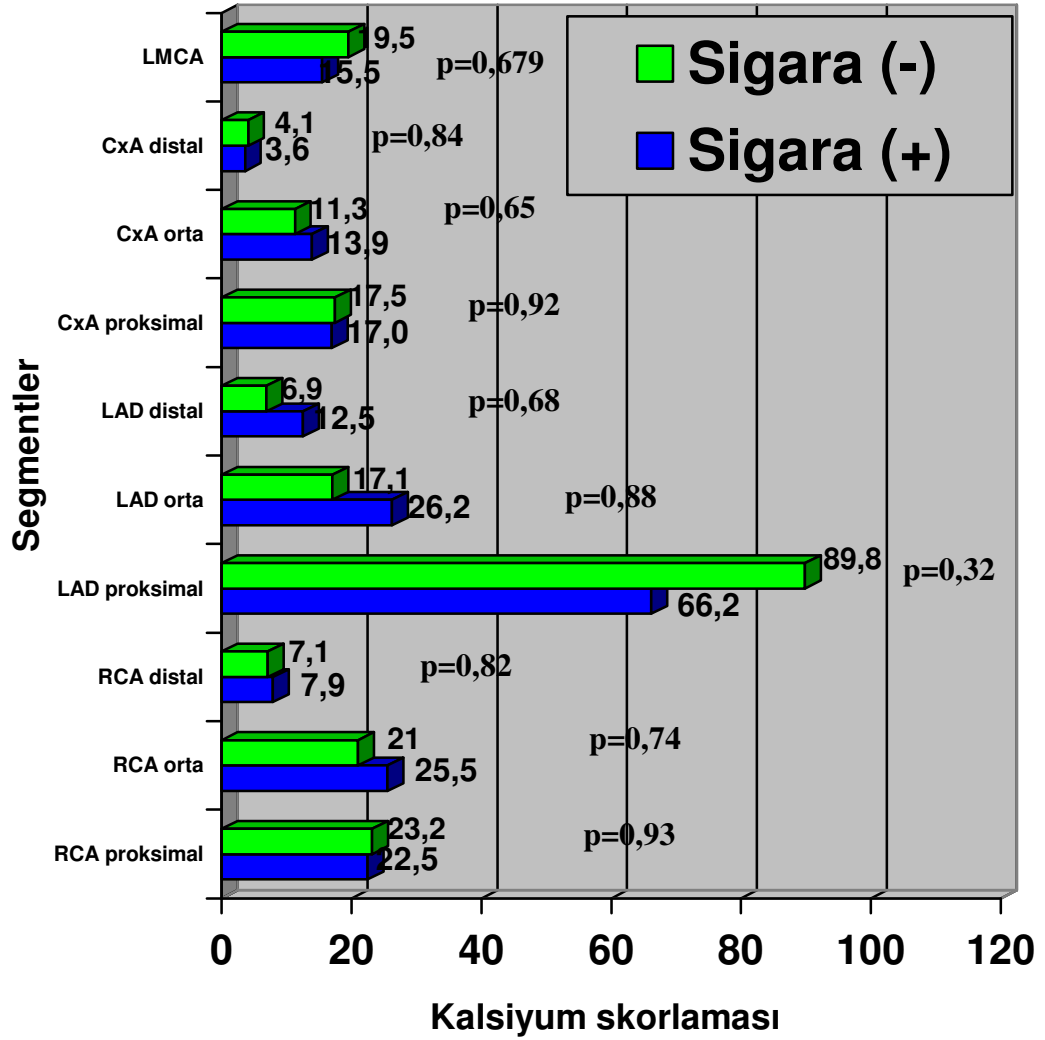
Şekil 14: Sigara içen hastaların total kalsiyum skorlarının sigara içmeyen hastalarinki ile karşılaştırılması.

Sigara kullanan ve kullanmayan hastalarda proksimal, orta ve distal segmentler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı. (Şekil 15)



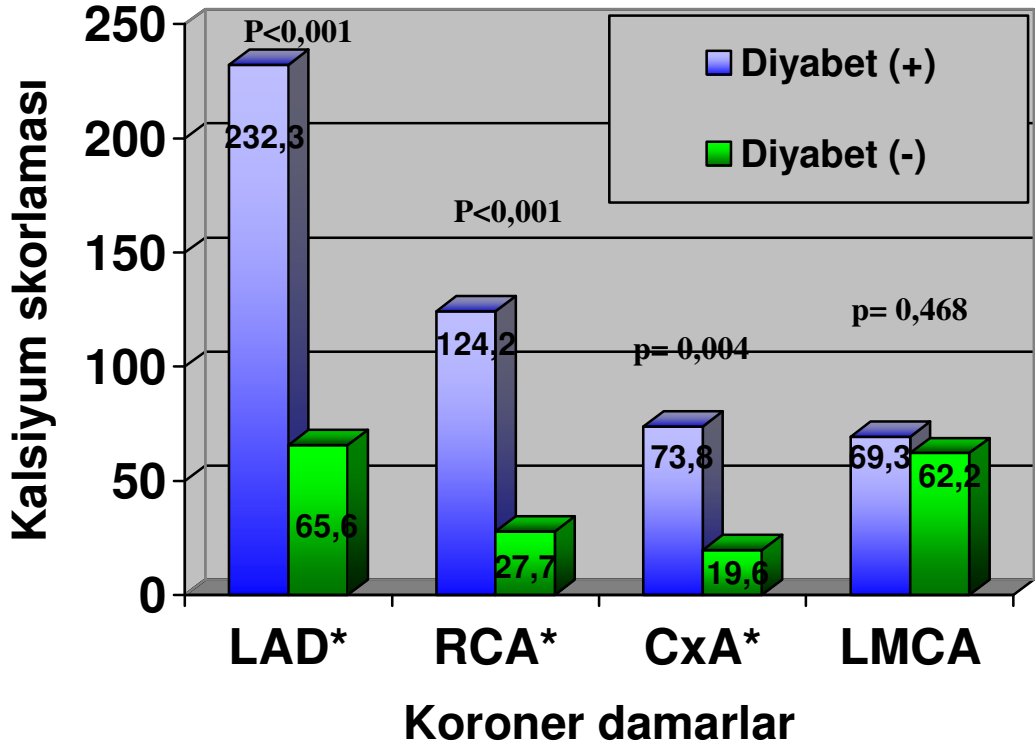
Şekil 15: Sigara içen hastaların proksimal, orta ve distal segment gruplarındaki kalsiyum, skorlarının sigara içmeyen hastalarinkine karşılaştırılması.

Segmentlerin hiç birinde sigara kullanan hastalar ile kullanmayan hastalar arasında kalsiyum skorlaması açısından anlamlı fark bulunmadı. (Şekil 16)



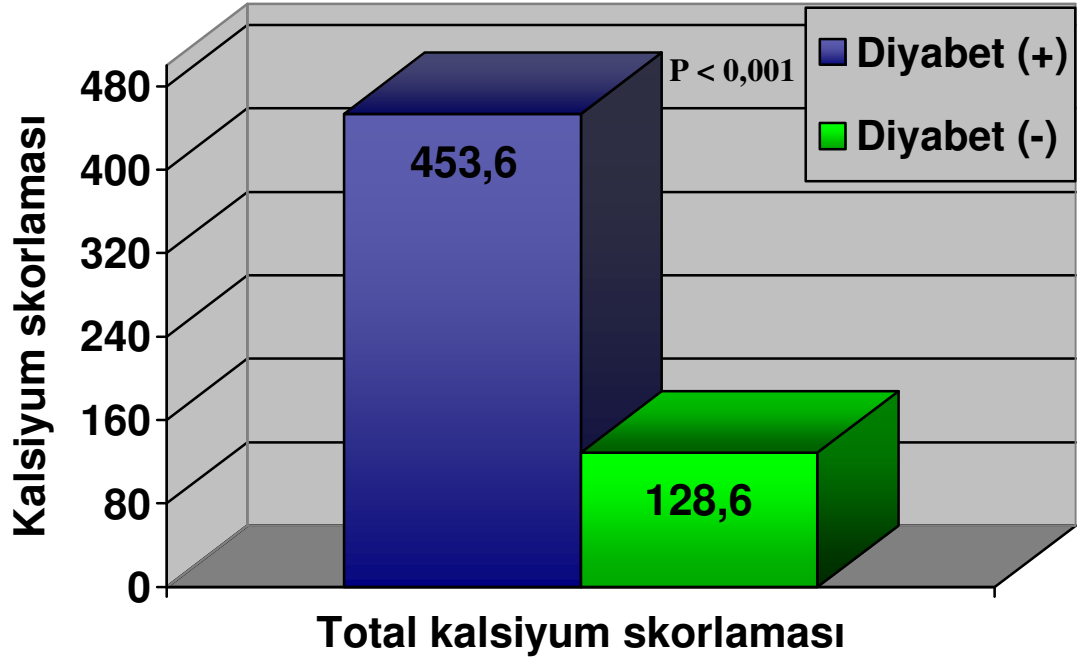
Şekil 16: Sigara kullanan hastalarda her segmentin ayrı ayrı kalsiyum skorlamasının, sigara kullanmayan hastalarınki ile karşılaştırılması.

LAD, CxA ve RCA'da kalsiyum skoru diyabetik olan hastalarda, diyabetik olmayan hastalara göre daha fazla bulundu. Diğer koroner arterlerde kalsiyum skoru açısından fark bulunmadı. (Şekil 17)



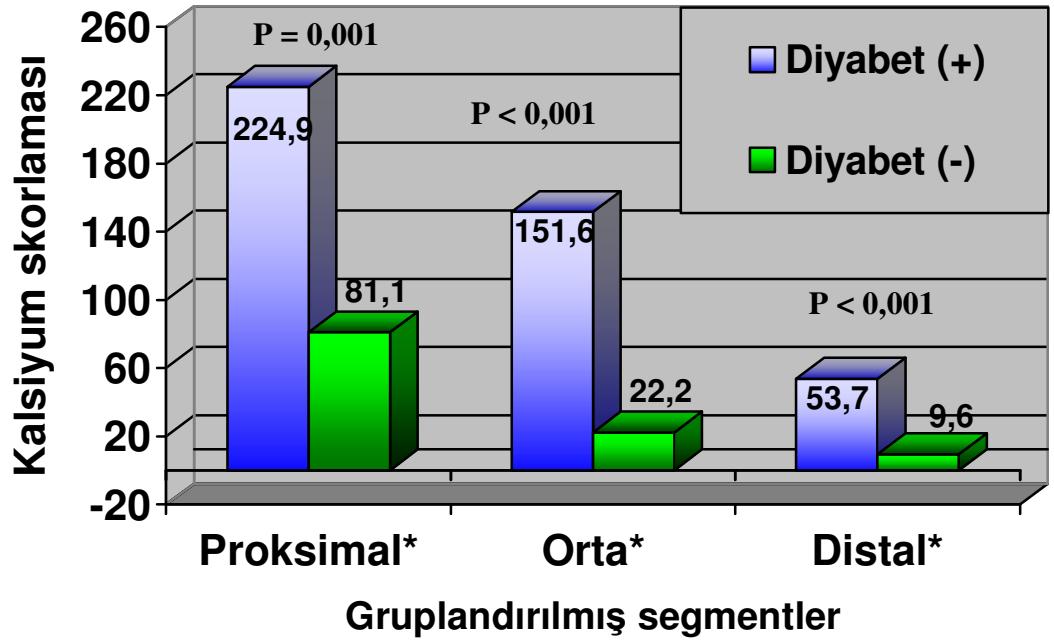
Şekil 17: Diyabetik olan ve diyabetik olmayan hastaların koroner damarlarında kalsiyum skorlamasının karşılaştırılması. (*: p değeri < 0,05)

Tüm segmentlerin toplam kalsiyum skorlaması karşılaştırıldığında diyabetik olan hastaların total kalsiyum skorları ile diyabetik olmayan hastaların total kalsiyum skorları karşılaştırıldığında diyabeti olan hastalarınki daha yüksek olarak bulundu. (Şekil 18)



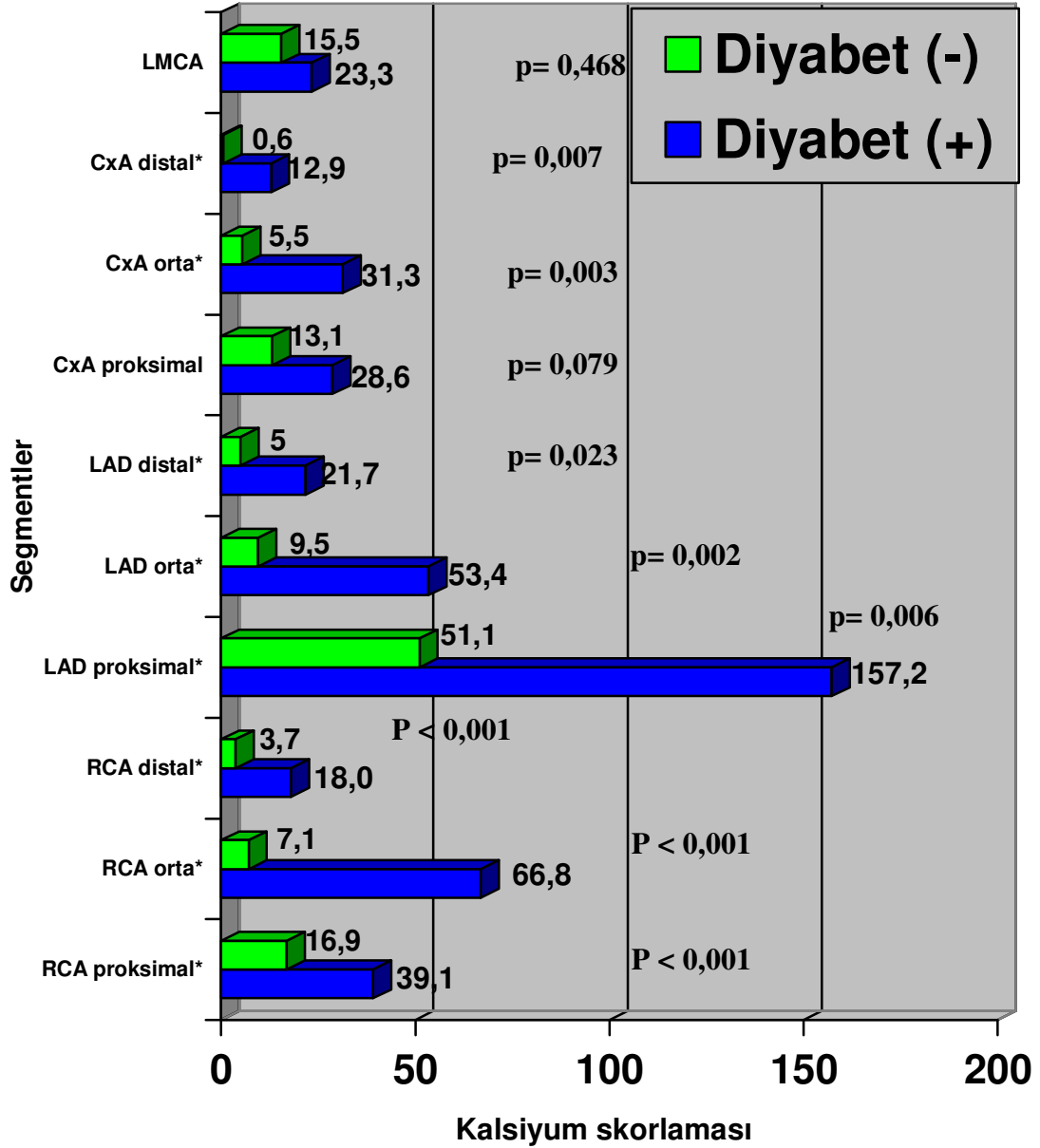
Şekil 18: Diyabetik olan hastaların total kalsiyum skorunun diyabetik olmayan hastalarınki ile karşılaştırılması.

Diyabetik olan ve olmayan hastalarda proksimal, orta ve distal segmentler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu. (Şekil 19)



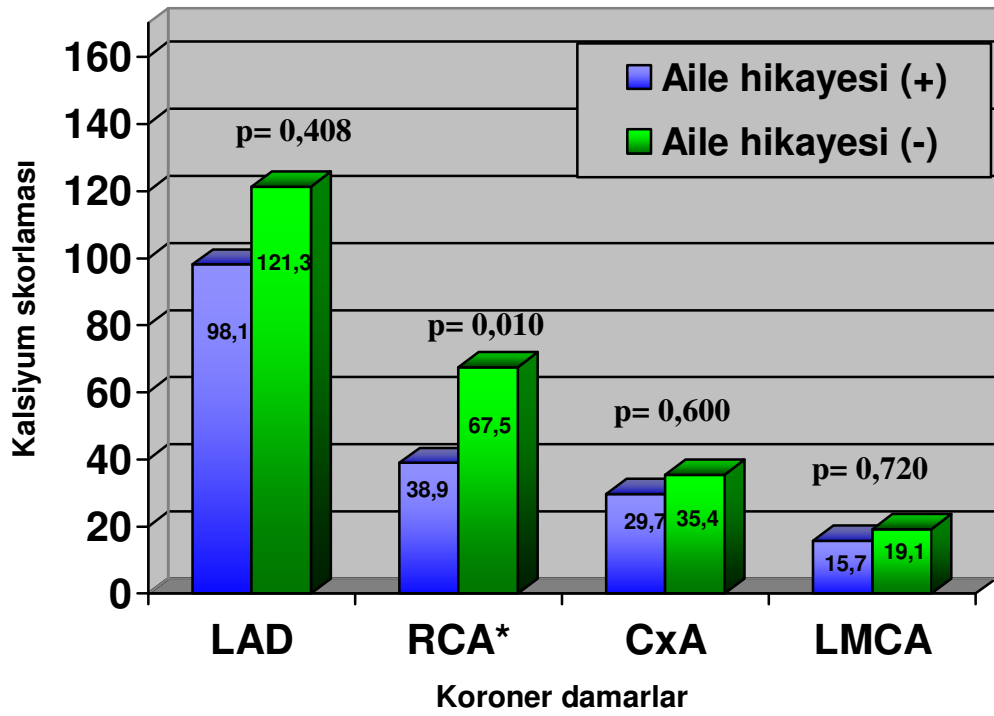
Şekil 19: Diyabetik olan hastaların proksimal, orta ve distal segment gruplarındaki kalsiyum skorlarının diyabetik olmayan hastalarinki ile karşılaştırılması.

Segmentlerin kalsiyum skoru diyabetik olan hastalarda, diyabetik olmayan hastalara göre genel olarak anlamlı derecede yüksek bulundu. Sadece CxA proksimal ve LMCA segmentlerinde kalsiyum skoru açısından fark bulunmadı. (Şekil 20)



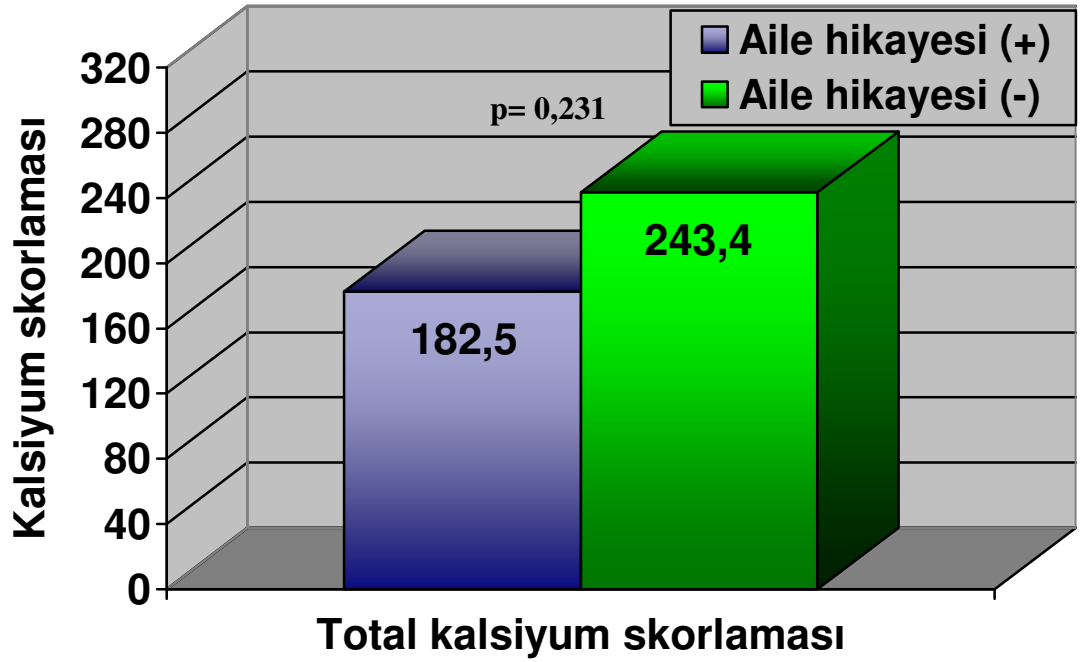
Şekil 20: Diyabetik olan hastalarda her segmentin ayrı ayrı kalsiyum skorlamasının, diyabetik olmayan hastalarinkine karşılaştırılması. (*: p değeri < 0,05)

RCA'da ailesinde koroner arter hastalığı hikayesi olmayan hastalarda, koroner arter hastalığı hikayesi pozitif olan hastalara oranla kalsiyum skoru anlamlı derecede yüksek bulundu ($p=0.010$), diğer koroner arterlerde ve LMCA'da anlamlı fark bulunmadı. (Şekil 21)



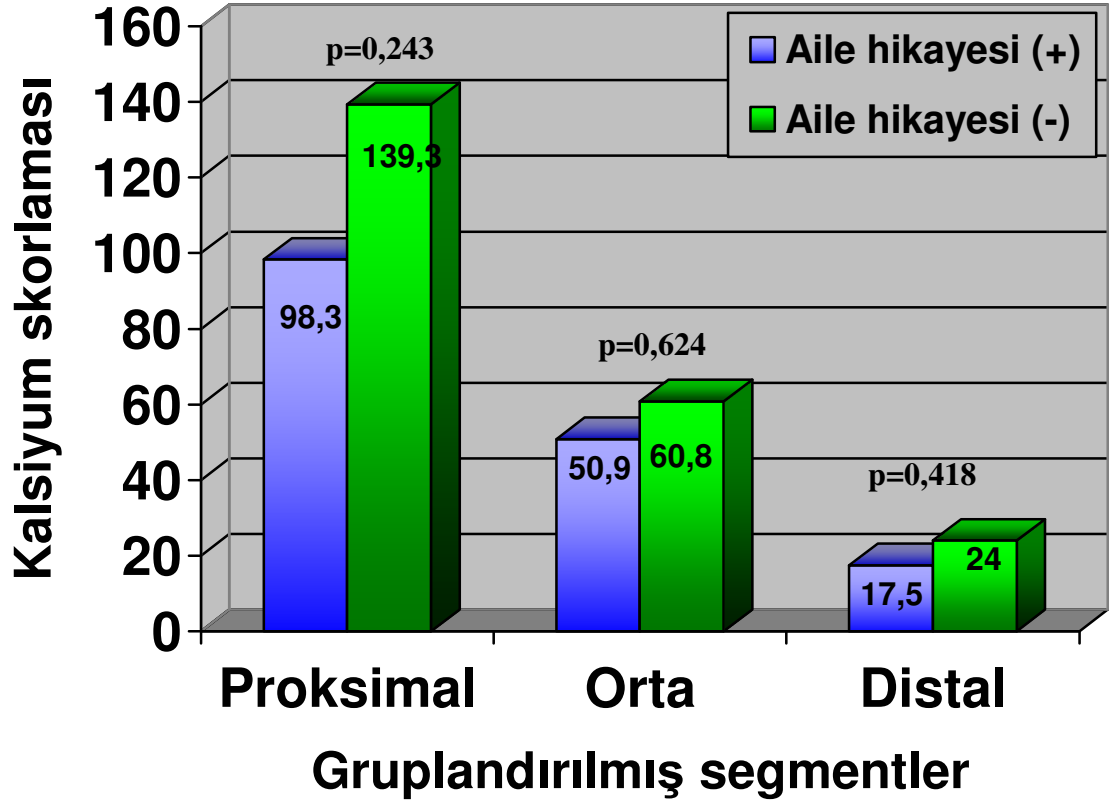
Şekil 21: Koroner arter hastalığı aile hikayesi pozitif olan ve pozitif olmayan hastaların koroner damarlarında kalsiyum skorlamasının karşılaştırılması. (*: p değeri $< 0,05$)

Tüm segmentlerin toplam kalsiyum skorlaması karşılaştırıldığında koroner arter hastalığı aile hikayesi pozitif olan hastaların total kalsiyum skorları ile pozitif olmayan hastaların total kalsiyum skorları arasında fark bulunmadı. (Şekil 22)



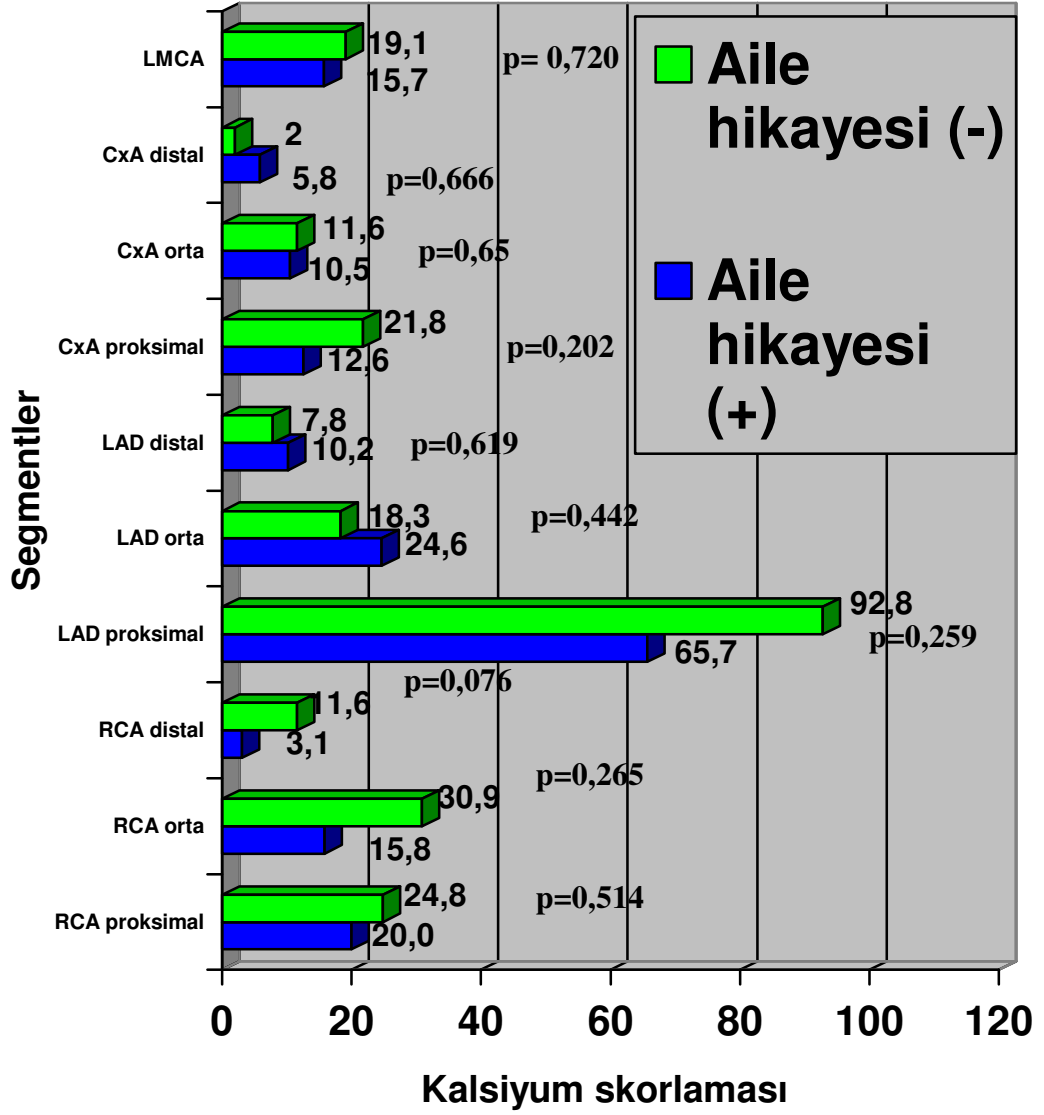
Şekil 22: Koroner arter hastalığı aile hikayesi pozitif olan hastaların total kalsiyum skorunun, koroner arter hastalığı aile hikayesi pozitif olmayan hastalarındaki ile karşılaştırılması.

Koroner arter hastalığı aile hikayesi pozitif olan ve olmayan hastalarda proksimal, orta ve distal segmentler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı. (Şekil 23)



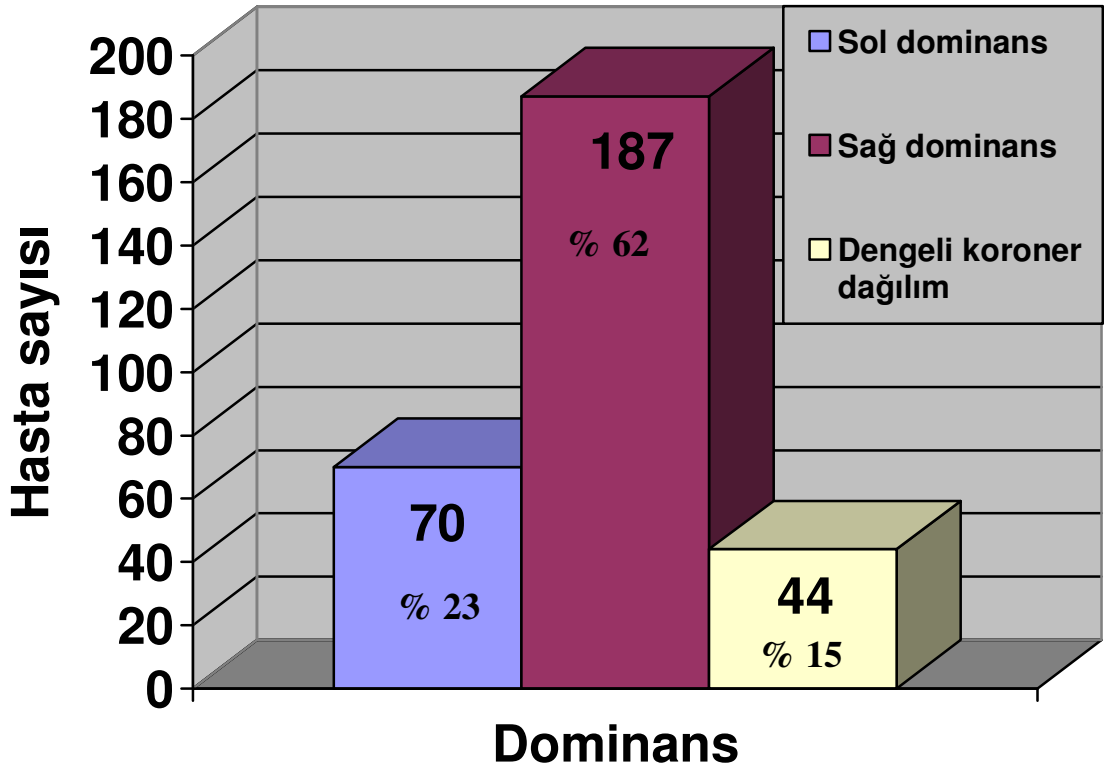
Şekil 23: Koroner arter hastalığı aile hikayesi pozitif olan hastaların proksimal, orta ve distal segment gruplarındaki kalsiyum skorlarının koroner arter hastalığı aile hikayesi pozitif olmayan hastalarinki ile karşılaştırılması.

Segmentlerin hiç birinde koroner arter hastalığı aile hikayesi pozitif olan hastalar ile koroner arter hastalığı aile hikayesi pozitif olmayan hastalar arasında kalsiyum skorlaması açısından anlamlı fark bulunmadı. (Şekil 24)



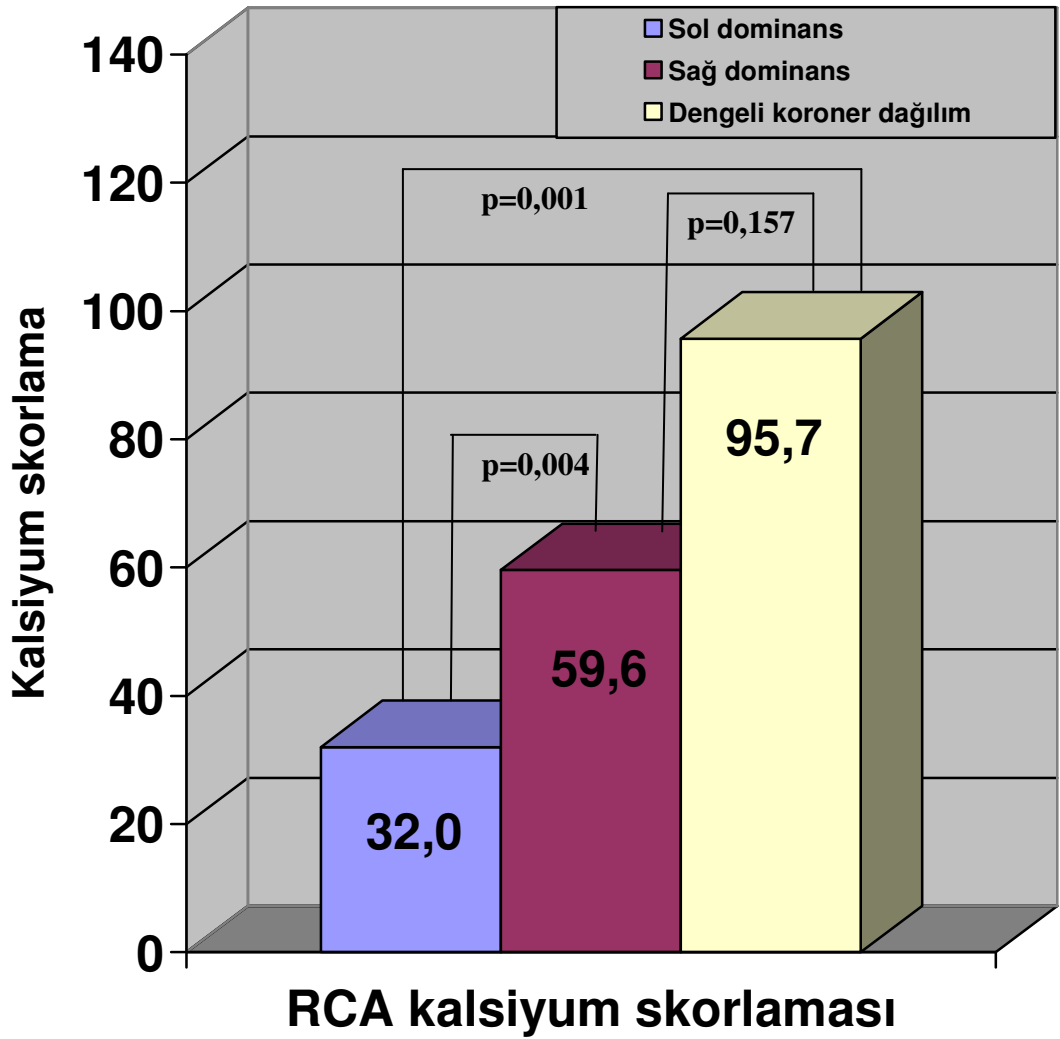
Şekil 24: Koroner arter hastalığı aile hikayesi pozitif olan hastalarda her segmentin ayrı ayrı kalsiyum skorlamasının, koroner arter hastalığı aile hikayesi pozitif olmayan hastalarinkine karşılaştırılması.

Hastaların koroner arter dominans dağılımı Şekil 25’de gösterilmiştir.



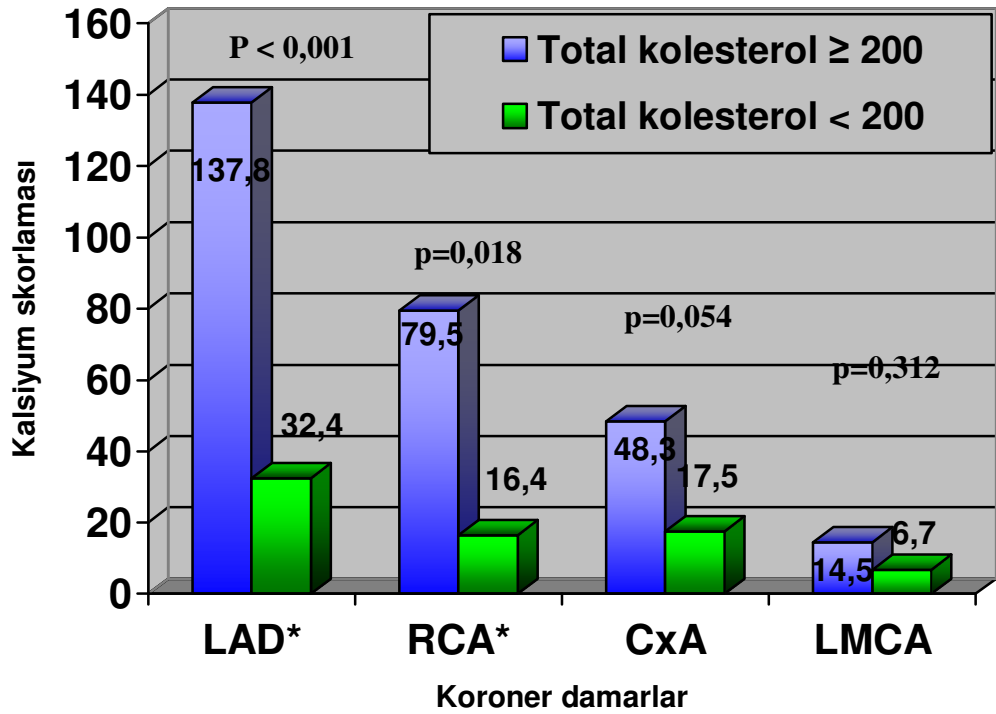
Şekil 25: Koroner arter dominansın dağılımı gösterilmiştir.

Koroner arter dominansı bakımından hastaların kalsiyum skorlaması karşılaştırıldığında, yalnız RCA'da farklılık bulundu; sol dominansı olan hastalarda, RCA kalsiyum skoru, sağ dominans ve dengeli koroner arter dağılımı olan hastalara göre daha düşük bulundu. (Şekil 26)



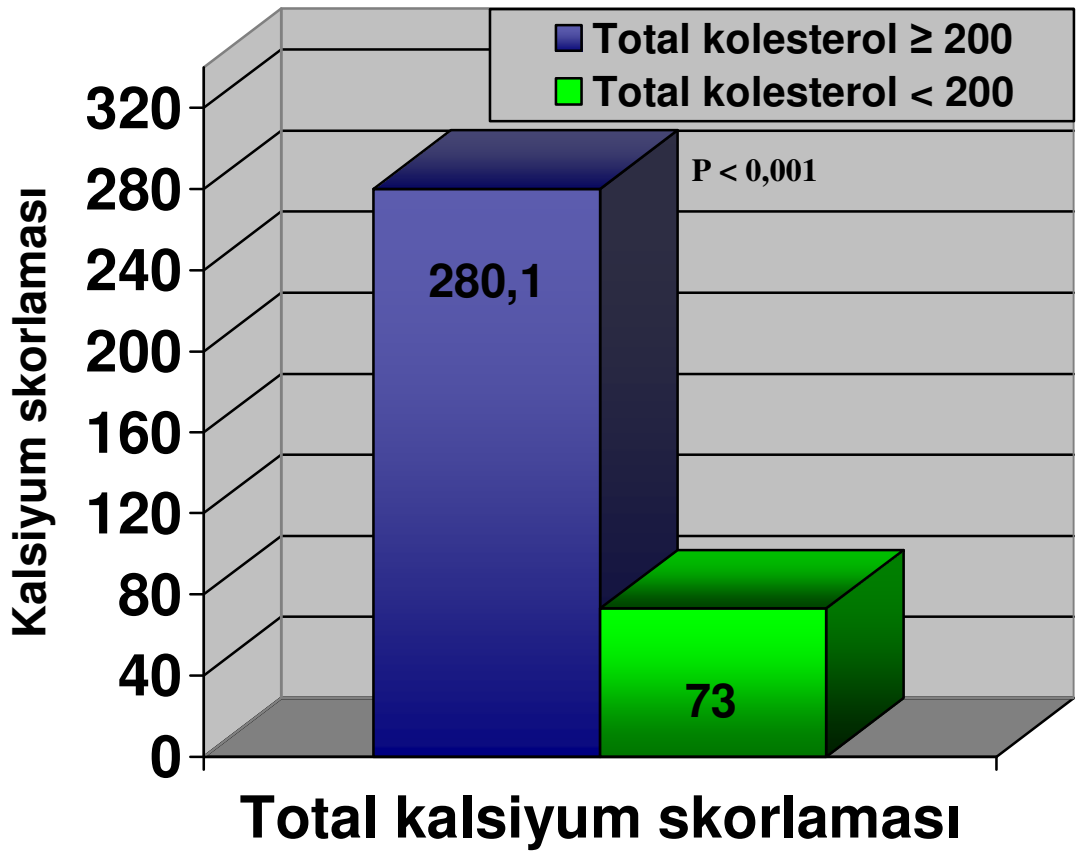
Şekil 26: RCA'daki kalsiyum skoru, sol dominansı olan hastalarda, sağ dominansı olan ve dengeli koroner dağılımı olan hastalara göre daha düşük bulundu.

Koroner arterlerde total kolesterolü yüksek olan ve olmayan hastaların kalsiyum skorlamalarının karşılaştırılmasında LAD ve RCA'da anlamlı fark bulundu, CxA'da ise total kolesterolü yüksek olan hastalarda kalsiyum skorlamasının daha yüksek olma eğilimi gözlemlendi fakat bu istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı. (Şekil 27)



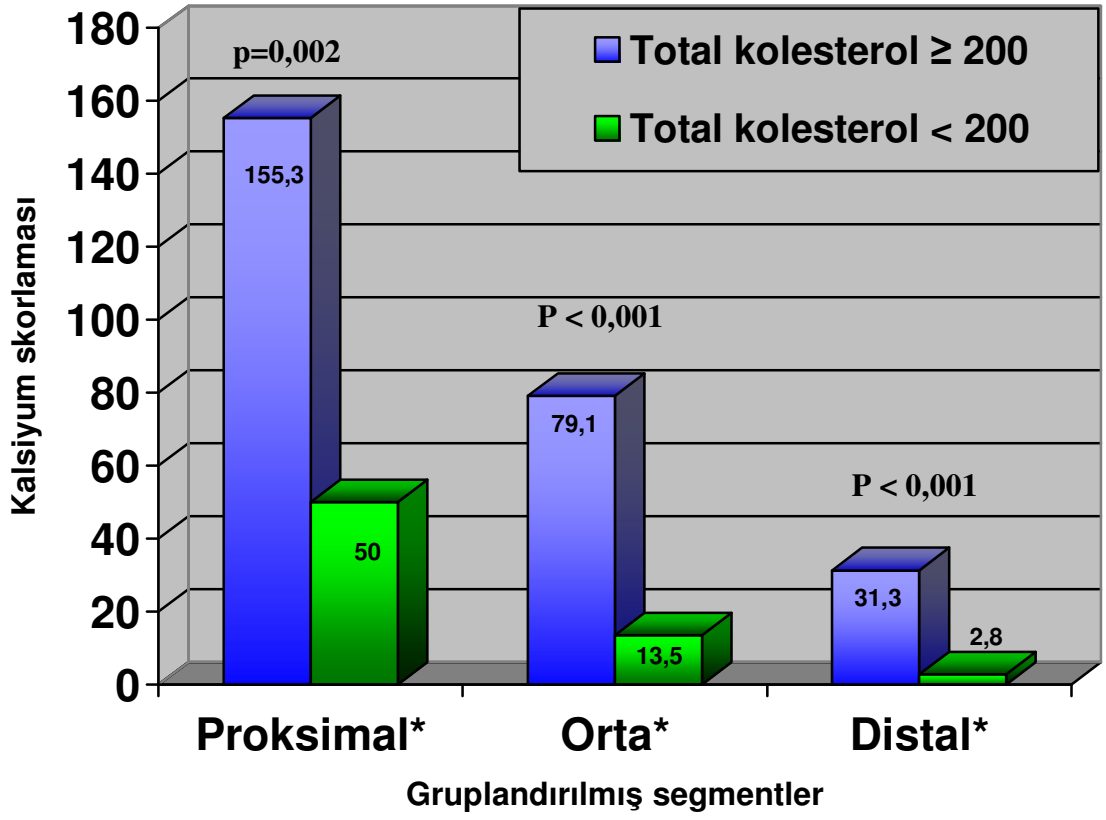
Şekil 27: Total kolesterolü yüksek olan ve olmayan hastalarda kalsiyum skorlama açısından koroner arterlerin karşılaştırılması. (*: p değeri < 0,05)

Total kolesterolü yüksek olan hastaların total kalsiyum skorlamaları, olmayan hastaların total kalsiyum skorlamalarından arasında anlamlı olarak yüksek bulundu (Şekil 28)



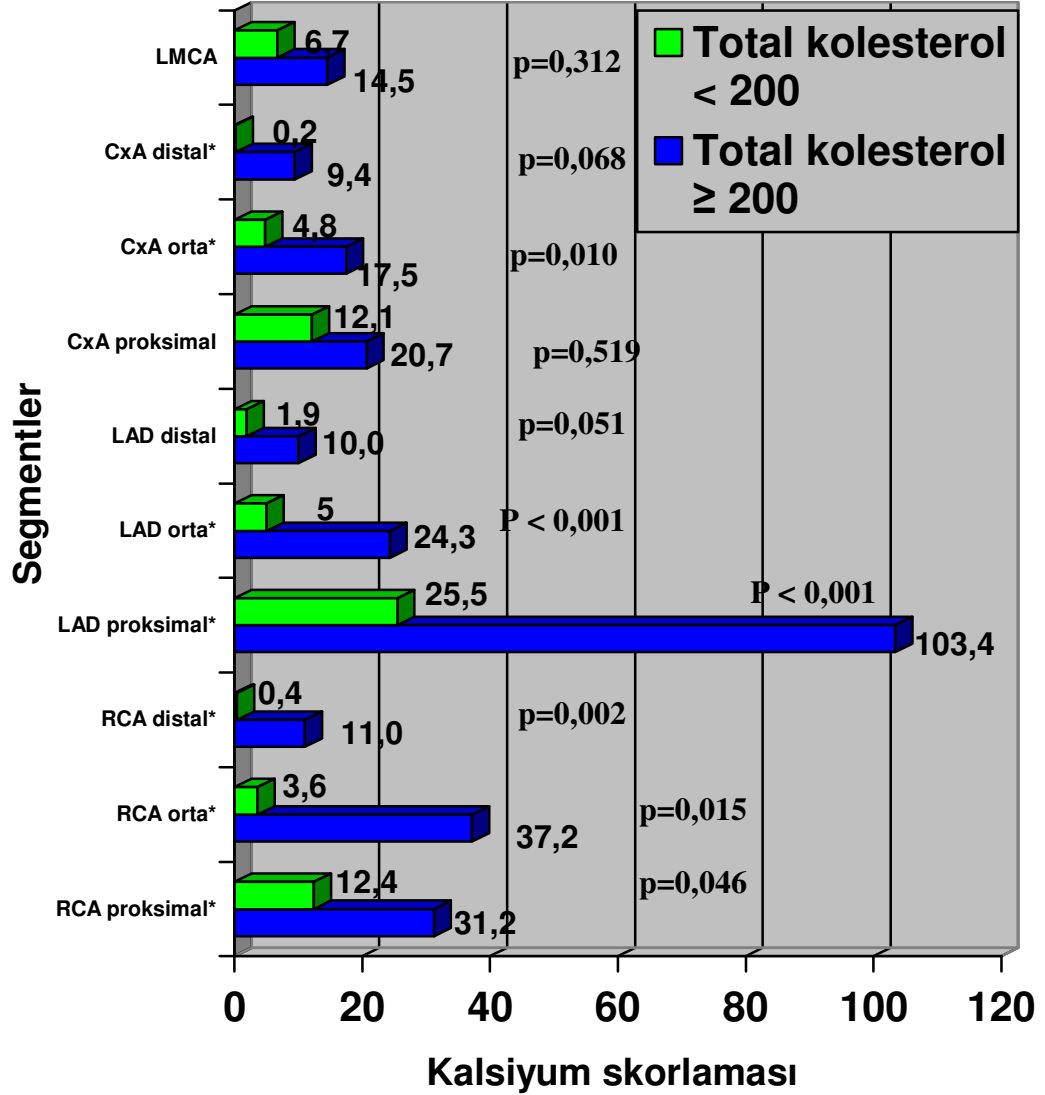
Şekil 28: Total kolesterolü yüksek olan hastaların total kalsiyum skorunun yüksek olmayan hastalarinki ile karşılaştırılması.

Proksimal, orta ve distal segment gruplarında total kolesterolü yüksek olan ve olmayan hastaların kalsiyum skorlamaları karşılaştırıldığında her üçünde de anlamlı fark bulundu. (Şekil 29)



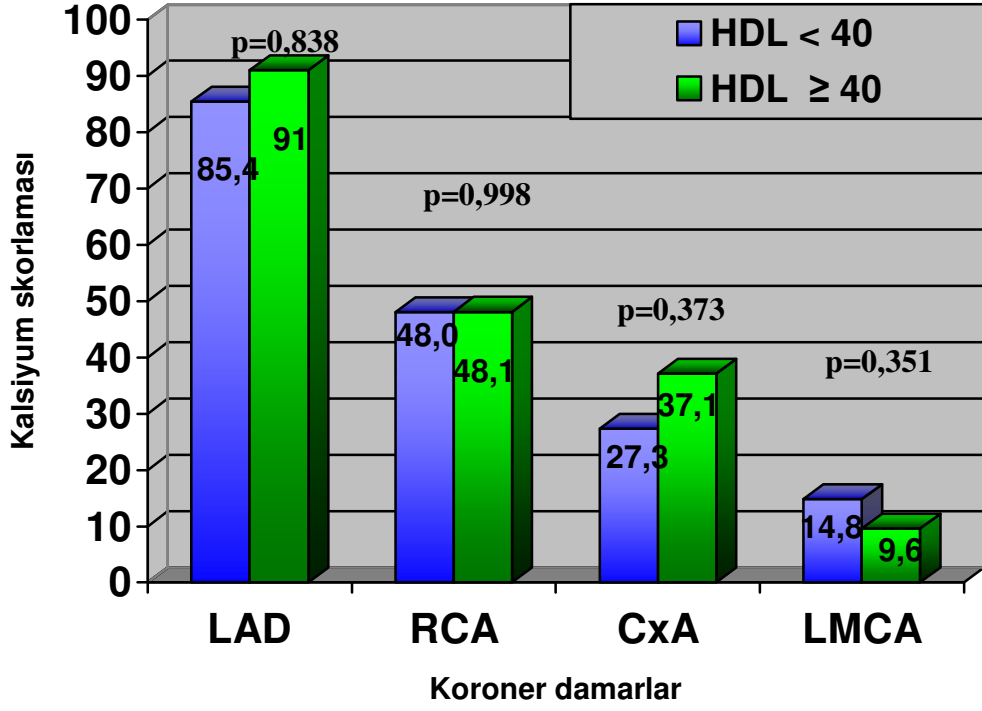
Şekil 29: Total kolesterolü yüksek olan hastaların proksimal, orta ve distal segment gruplarındaki kalsiyum skorlarının yüksek olmayan hastalarinkine karşılaştırılması. (*: p değeri < 0,05)

Total kolesterolü yüksek olan ve olmayan hastaların koroner arter segmentlerinde kalsiyum skorlamaları arasında genel olarak anlamlı fark bulundu. (Şekil 30)



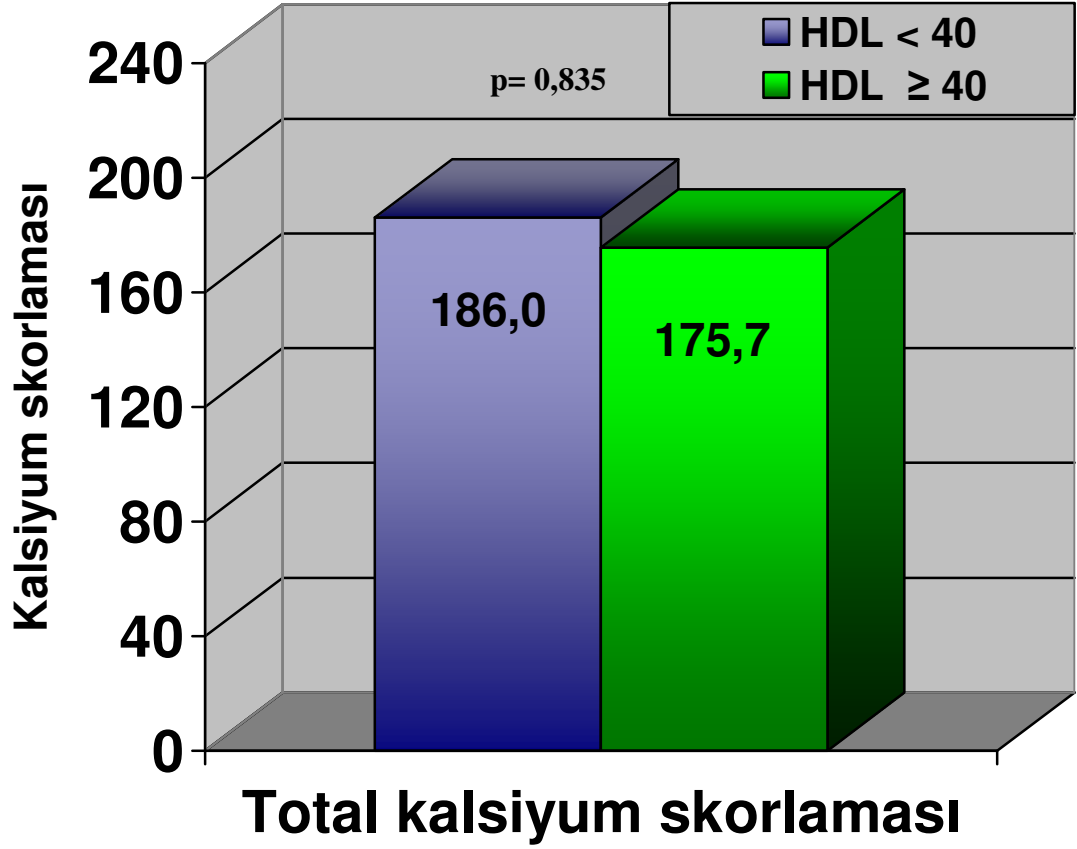
Şekil 30: Total kolesterolü yüksek olan hastalarda her segmentin ayrı ayrı kalsiyum skorlamasının total kolesterolü yüksek olmayan hastalarinkine karşılaştırılması. (*: p değeri < 0,05)

Koroner arterlerde HDL kolesterolü yüksek olan ve olmayan hastaların kalsiyum skorlamaları arasında anlamlı fark bulunmadı (Şekil 31)



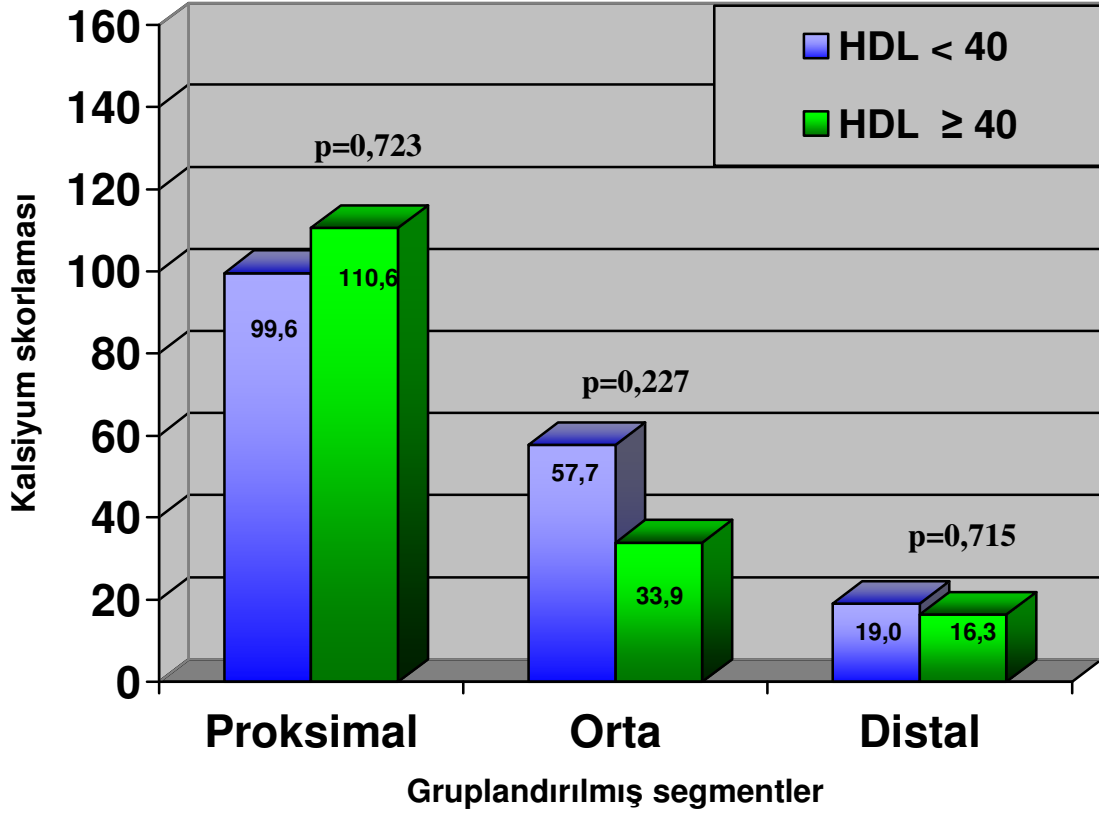
Şekil 31: HDL'si düşük yüksek olan hastalar ile olmayan hastaların kalsiyum skorlama açısından koroner arterlerin karşılaştırılması.

HDL kolesterolü yüksek olan ve olmayan hastaların total kalsiyum skorlamaları arasında anlamlı fark bulunmadı (Şekil 32)



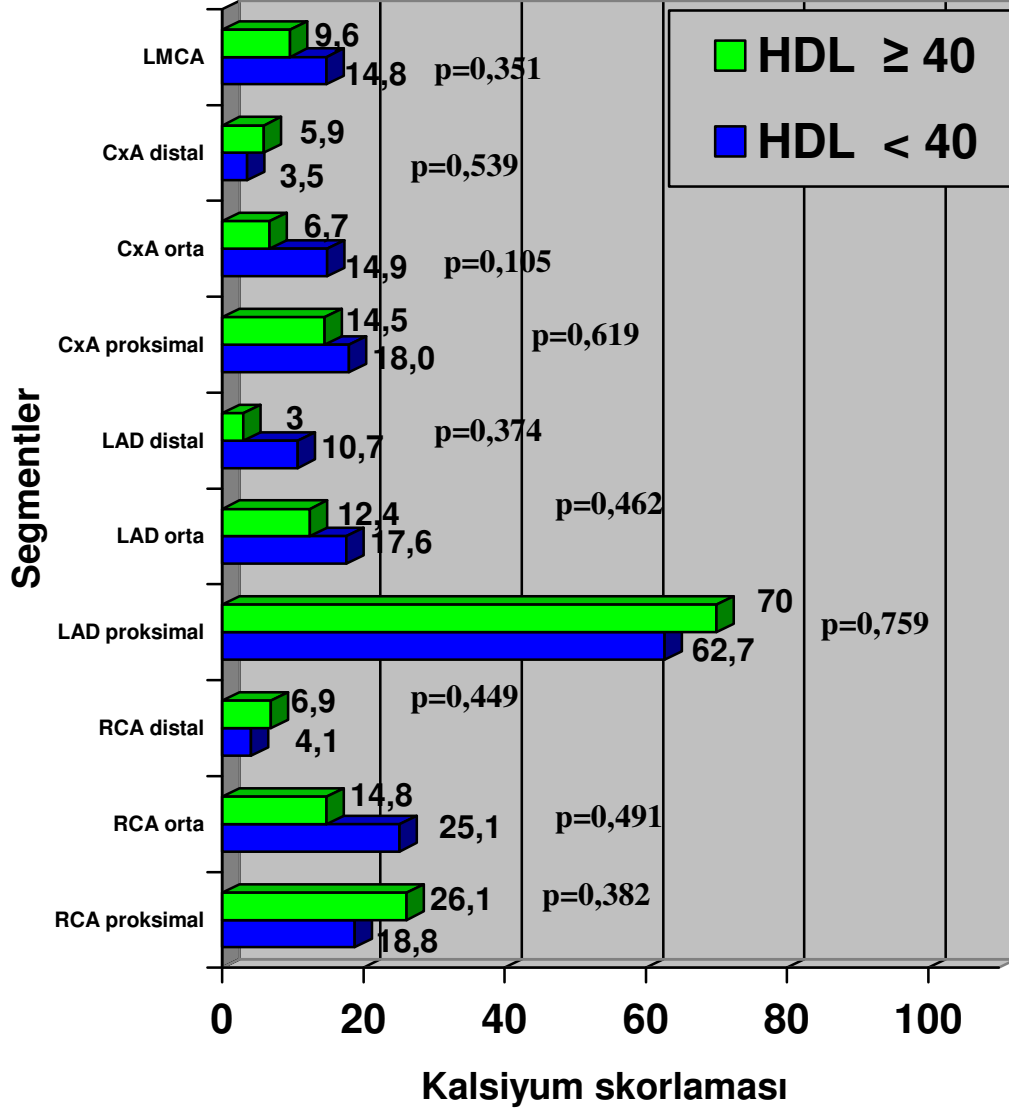
Şekil 32: HDL kolesterolü yüksek olan hastaların total kalsiyum skorunun HDL kolesterolü yüksek olmayan hastalarinkine karşılaştırılması.

Proksimal, orta ve distal segment gruplarında HDL kolesterolü yüksek olan ve olmayan hastaların kalsiyum skorlamaları karşılaştırıldığında anlamlı fark bulunmadı. (Şekil 33)



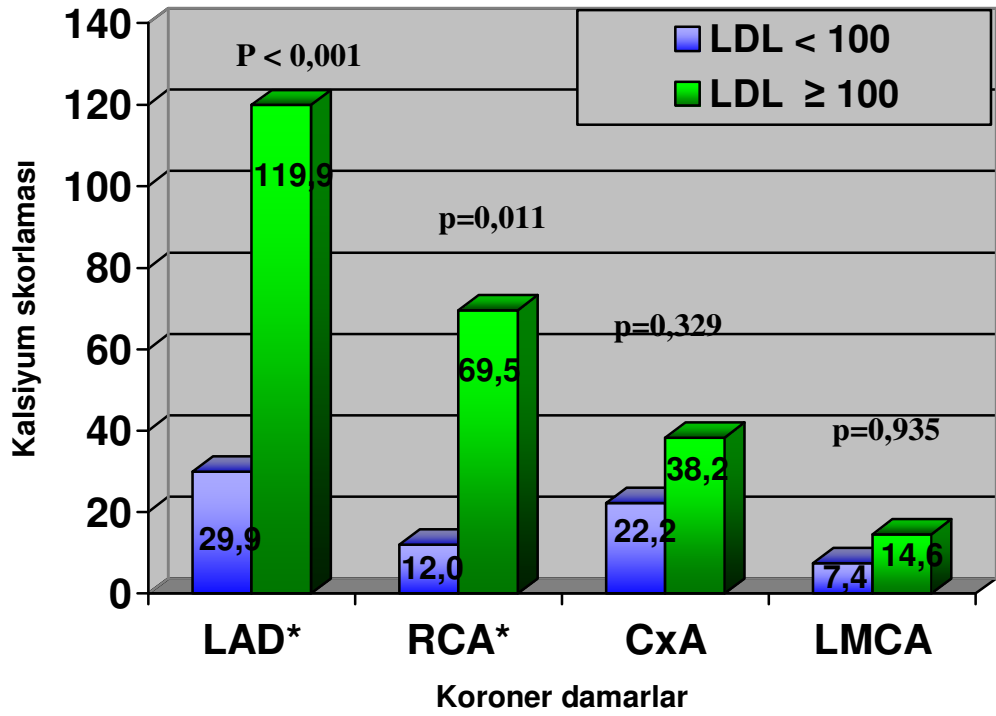
Şekil 33: HDL kolesterolü yüksek olan hastaların proksimal, orta ve distal segment gruplarındaki kalsiyum skorlarının HDL kolesterolü yüksek olmayan hastalarinkine karşılaştırılması.

HDL kolesterolü yüksek olan ve olmayan hastaların koroner arter segmentlerinde kalsiyum skorlamaları arasında anlamlı fark bulunmadı. (Şekil 34)



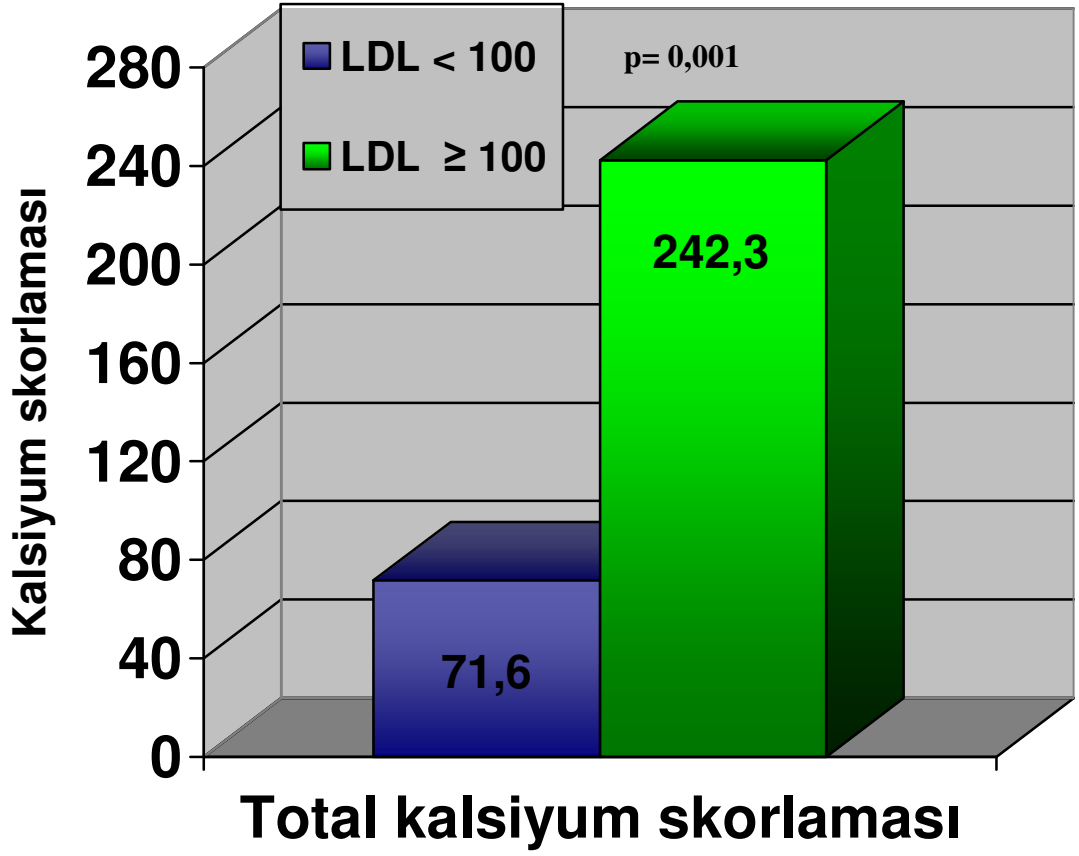
Şekil 34: HDL kolesterolü yüksek olan hastalarda her segmentin ayrı ayrı kalsiyum skorlamasının HDL kolesterolü yüksek olmayan hastalarinki ile karşılaştırılması.

Koronar arterlerde LDL kolesterolü yüksek olan ve olmayan hastaların karşılaştırılmasında LAD ve RCA'da kalsiyum skorlamaları arasında anlamlı fark bulundu (Şekil 35)



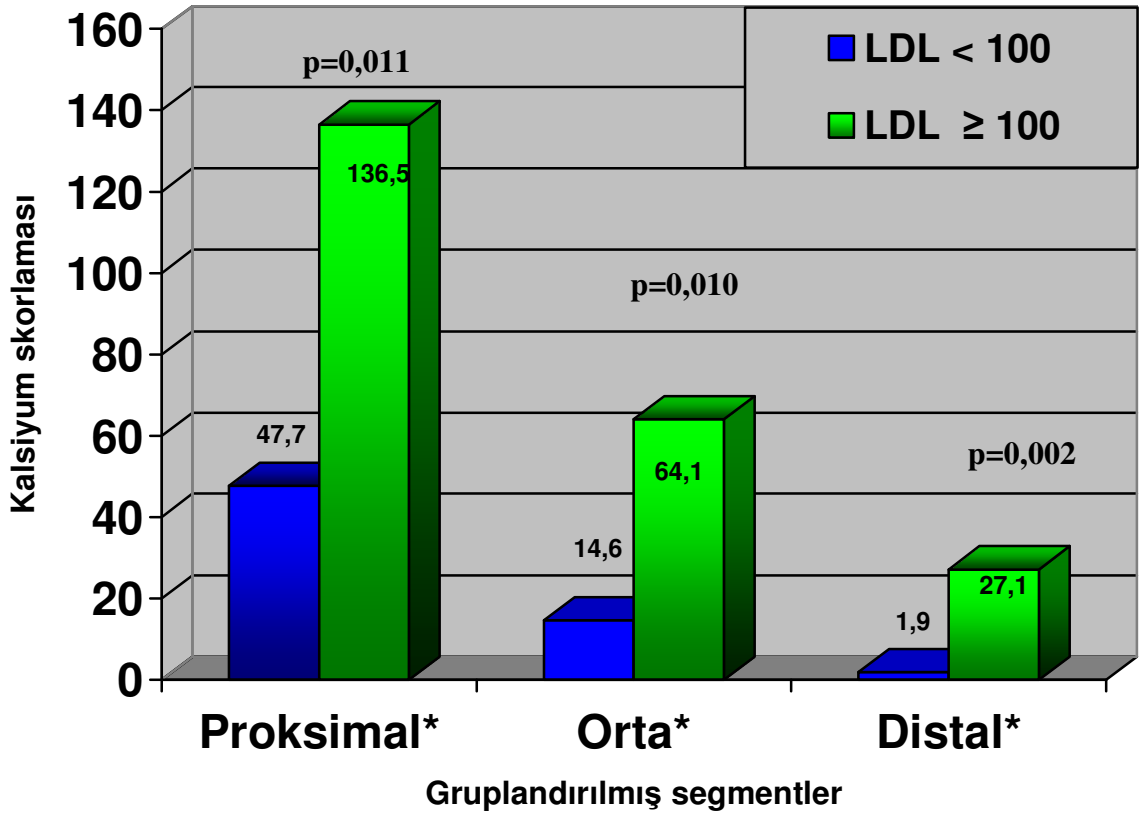
Şekil 35: LDL kolesterolü yüksek olan hastalar ile yüksek olmayan hastaların kalsiyum skorlama açısından koroner arterlerin karşılaştırılması. (*: p değeri < 0,05)

LDL kolesterolu yüksek olan ve olmayan hastaların total kalsiyum skorlamaları arasında anlamlı fark bulundu. (Şekil 36)



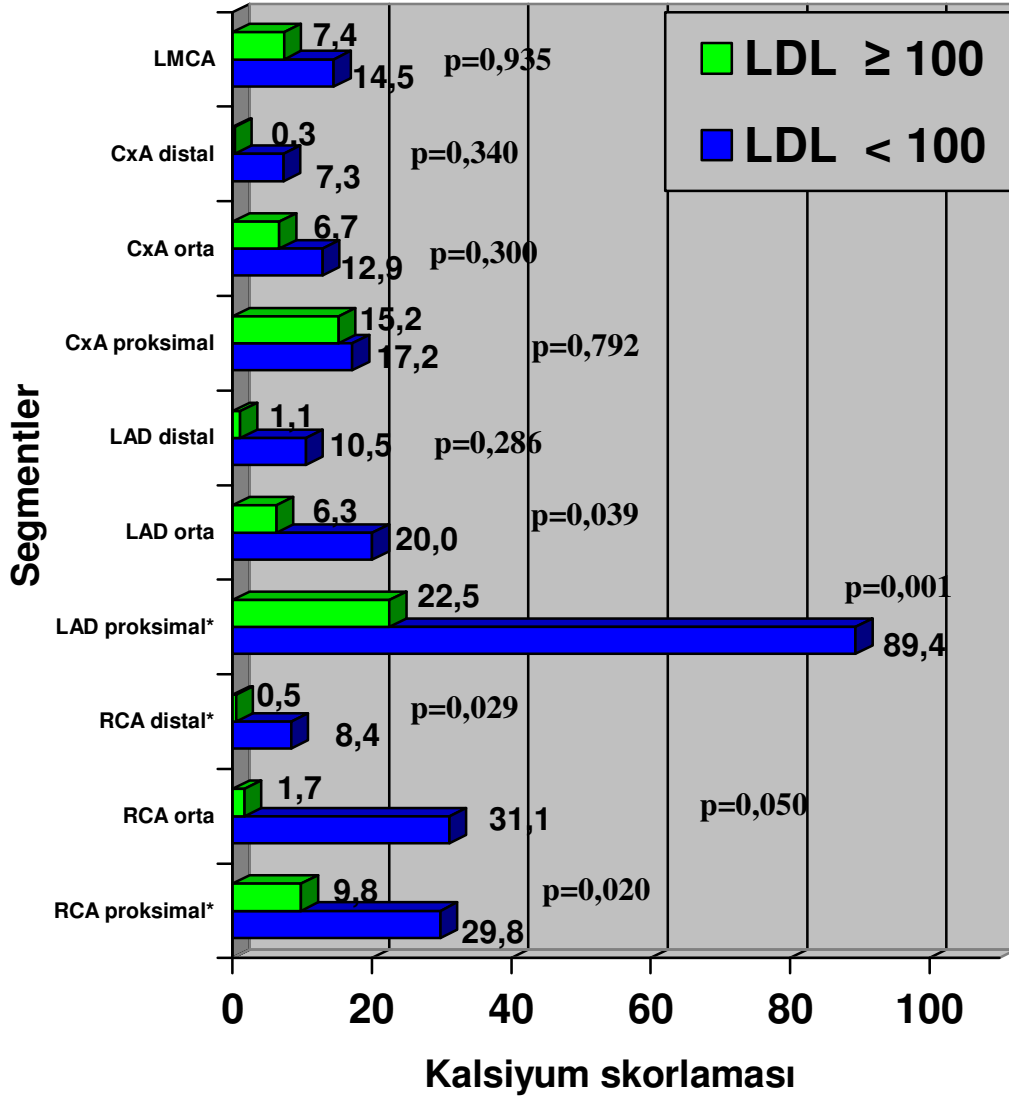
Şekil 36: LDL kolesterolu yüksek olan hastaların total kalsiyum skorunun LDL kolesterolu yüksek olmayan hastalarinki ile karşılaştırılması.

Proksimal, orta ve distal segment gruplarında LDL kolesterolü yüksek olan ve olmayan hastaların kalsiyum skorlamaları karşılaştırdığında her üçünde de anlamlı fark bulundu. (Şekil 37)



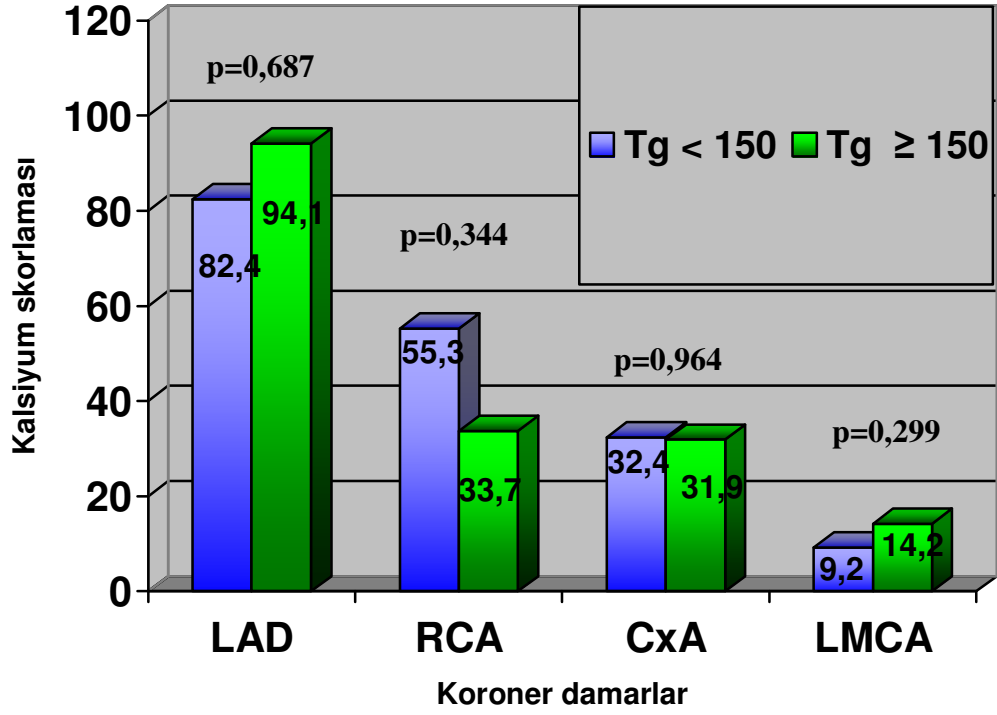
Şekil 37: LDL kolesterolü yüksek olan hastaların proksimal, orta ve distal segment gruplarındaki kalsiyum skorlarının LDL kolesterolü yüksek olmayan hastalarinkine karşılaştırılması. (*: p değeri < 0,05)

LDL kolesterolu yüksek olan ve olmayan hastaların koroner arter segmentlerinde kalsiyum skorlamaları karşılaştırıldığında LAD proksimal, RCA proksimal ve distal segmentlerde anlamlı fark bulundu, diğer segmentlerde anlamlı fark bulunmadı. (Şekil 38)



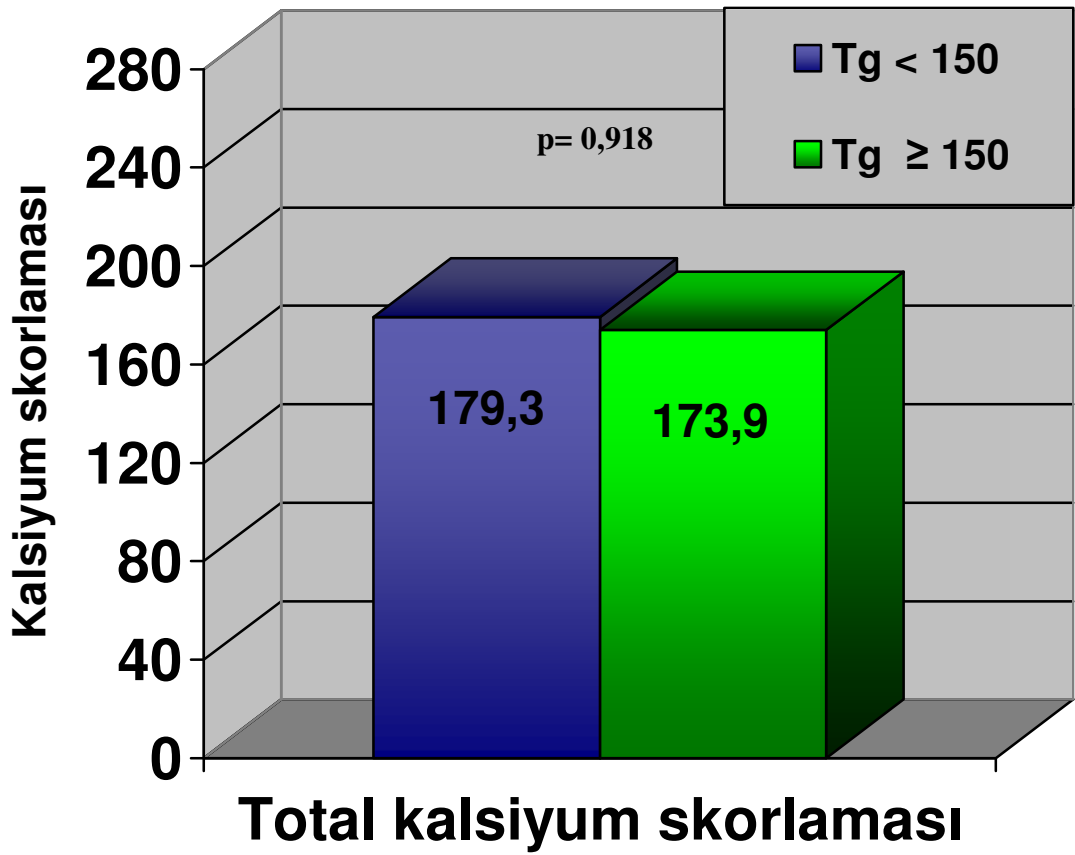
Şekil 38: LDL kolesterolu yüksek olan hastalarda her segmentin ayrı ayrı kalsiyum skorlamasının LDL kolesterolu yüksek olmayan hastalarinkine karşılaştırılması. (*: p değeri < 0,05)

Koroner arterlerde hipertrigliseridemi olan ve olmayan hastaların kalsiyum skorlamaları arasında anlamlı fark bulunmadı (Şekil 39)



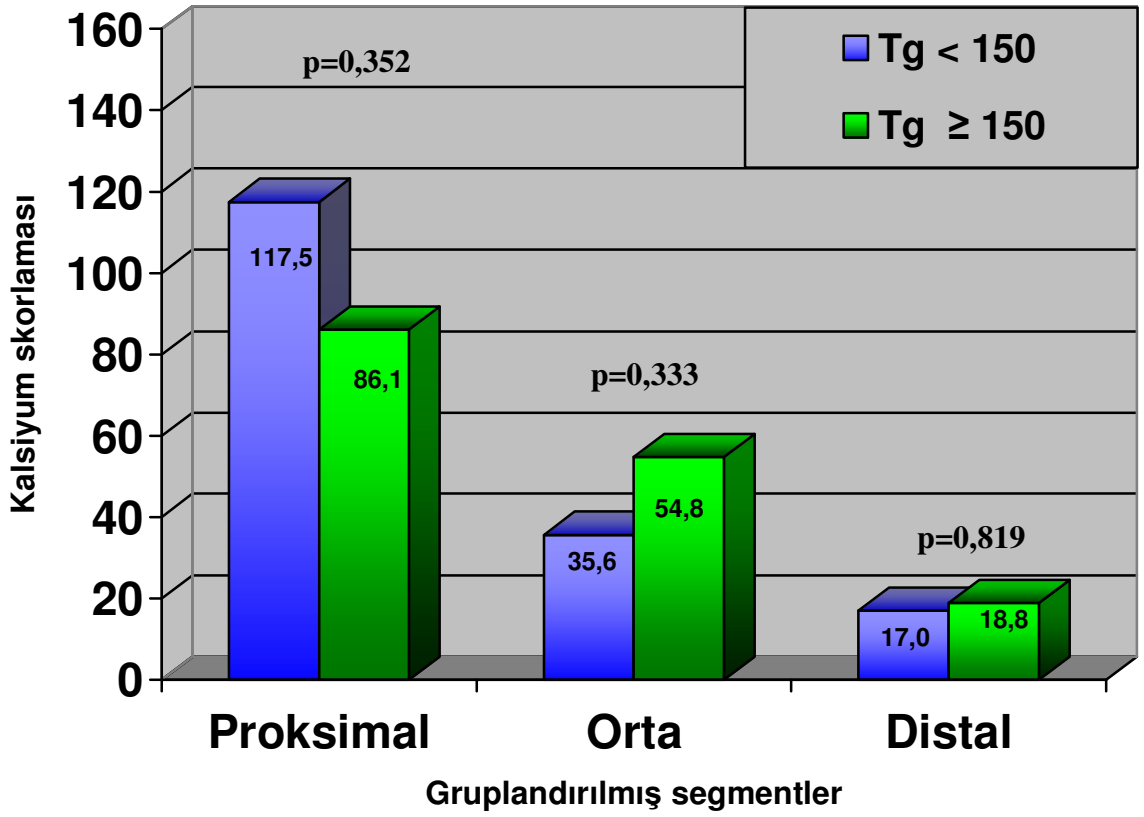
Şekil 39: Hipertrigliseridemi olan hastalar ile hipertrigliseridemi olmayan hastaların kalsiyum skorlama açısından koroner arterlerin karşılaştırılması.

Hipertrigliseridemi olan ve olmayan hastaların total kalsiyum skorlamaları arasında anlamlı fark bulunmadı (Şekil 40)



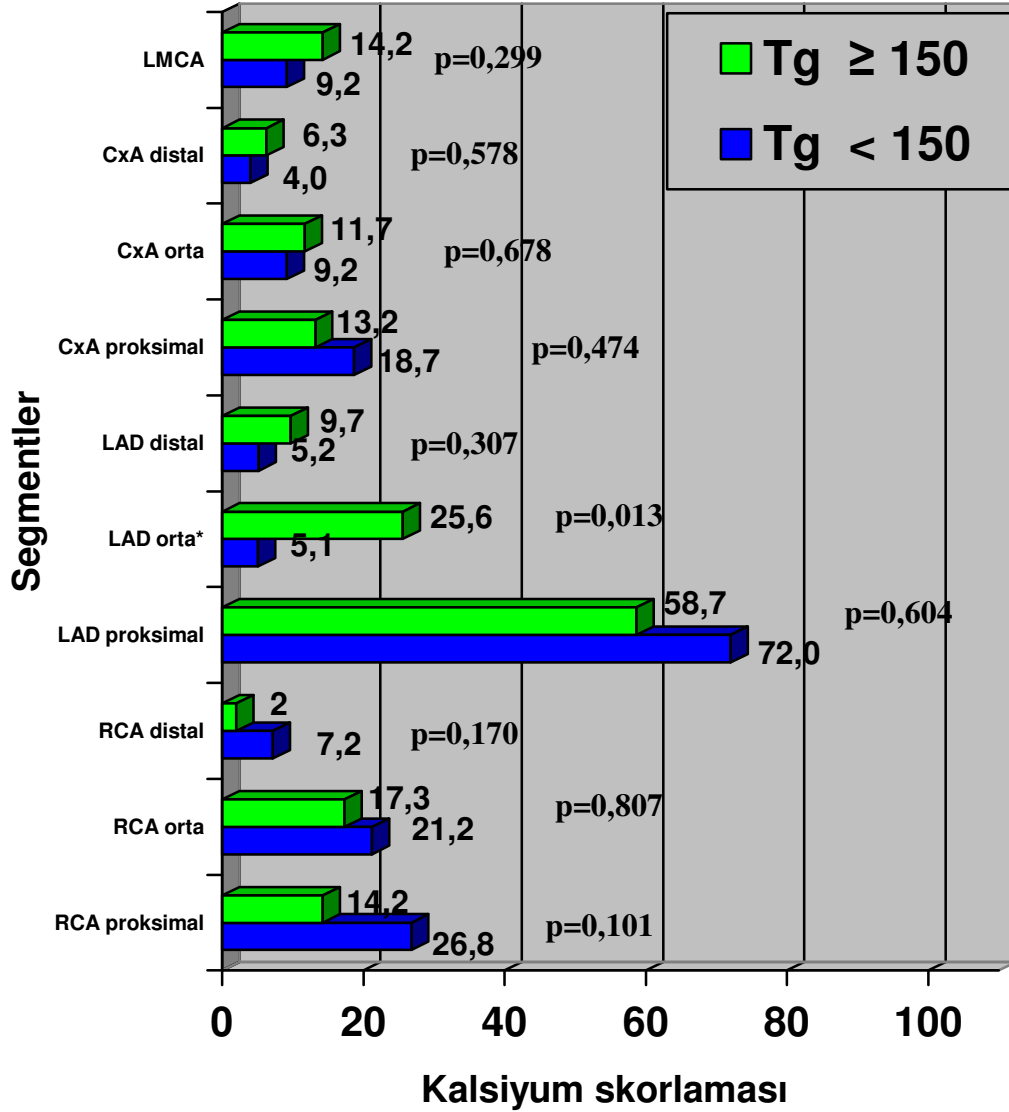
Şekil 40: Hipertrigliseridemi olan hastaların total kalsiyum skorlamalarının hipertrigliseridemi olmayan hastalarinki ile karşılaştırılması.

Proksimal, orta ve distal segment gruplarında hipertrigliseridemisi olan ve olmayan hastaların kalsiyum skorlamaları karşılaştırıldığında anlamlı fark bulunmadı. (Şekil 41)



Şekil 41: Hipertrigliseridemisi olan hastaların proksimal, orta ve distal segment gruplarındaki kalsiyum skorlarının hipertrigliseridemisi olmayan hastalarının ile karşılaştırılması.

Hipertrigliseridemi olan ve olmayan hastaların koroner arter segmentlerinde kalsiyum skorlamaları karşılaştırıldığında sadece LAD orta segmentte hipertrigliseridemi olan hastaların kalsiyum skorlaması anlamlı derecede yüksek bulundu. (Şekil 42)

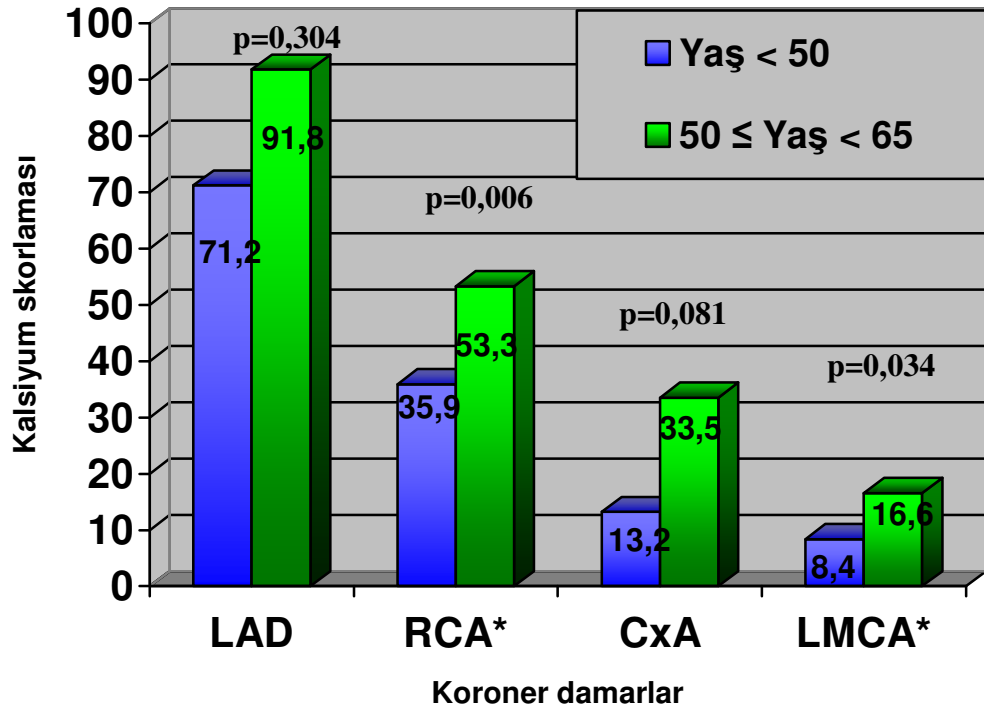


Şekil 42: Hipertrigliseridemi olan hastalarda her segmentin ayrı ayrı kalsiyum skorlamasının hipertrigliseridemi olmayan hastalarinkine karşılaştırılması. (*: p < 0,05)

Hastalar 3 ayrı yaş grubuna ayrıldı. Birinci gruba 50 yaş altı hastalar (52 hasta), ikinci gruba 50 yaş ile 65 yaş arası hastalar (167 hasta), üçüncü gruba ise 65 yaş ve üstü (80 hasta) hastalar dâhil edildi [94]. (5 hastanın yaş verisine ulaşamadı)

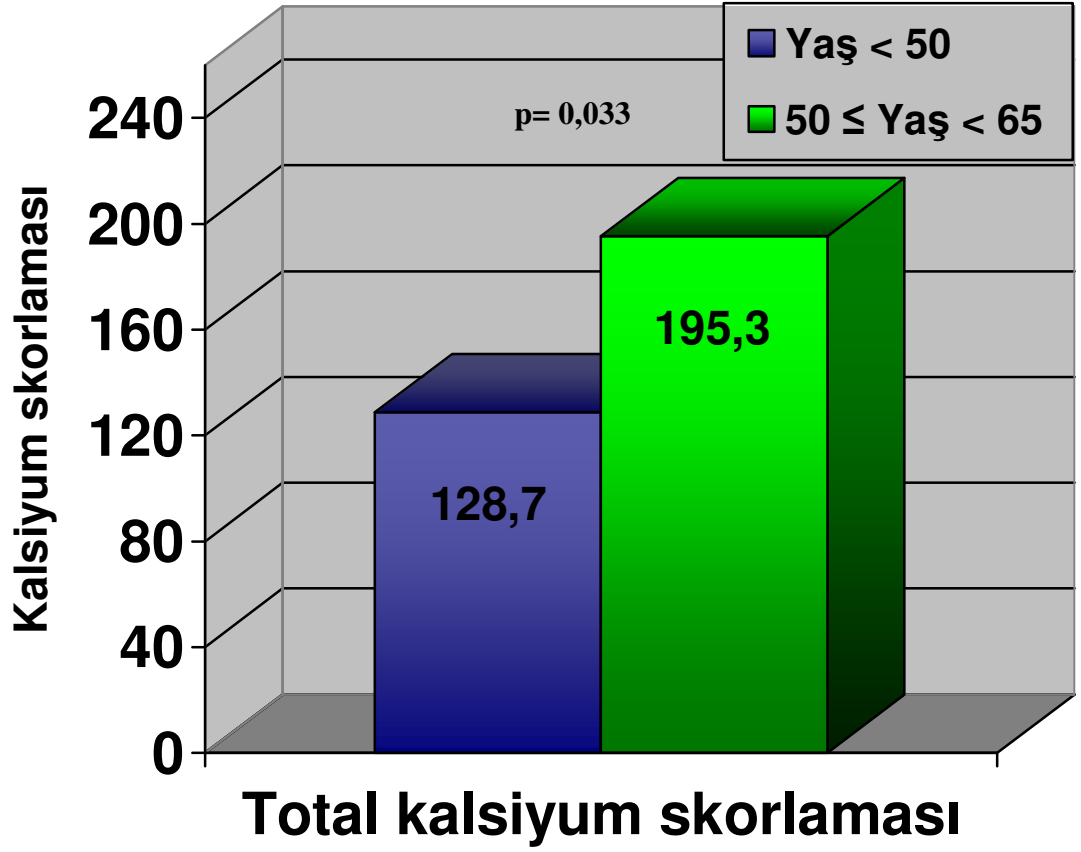
Total kalsiyum skoru, LMCA, RCA, LAD proksimal, CxA proksimal, RCA orta segmentte 50 yaş altı hastalarda, 50 yaş ile 65 yaş arası hastalara göre düşük olduğu gözlemlendi (p değerleri < 0.05). (Şekil 43, 44, 45, 46)

Koroner arterlerde 50 yaş altındaki hastaların ve yaşı 50 ile 65 arasında olan hastaların kalsiyum skorlamalarının karşılaştırıldığında RCA ve LMCA'da anlamlı fark bulundu. (Şekil 43)



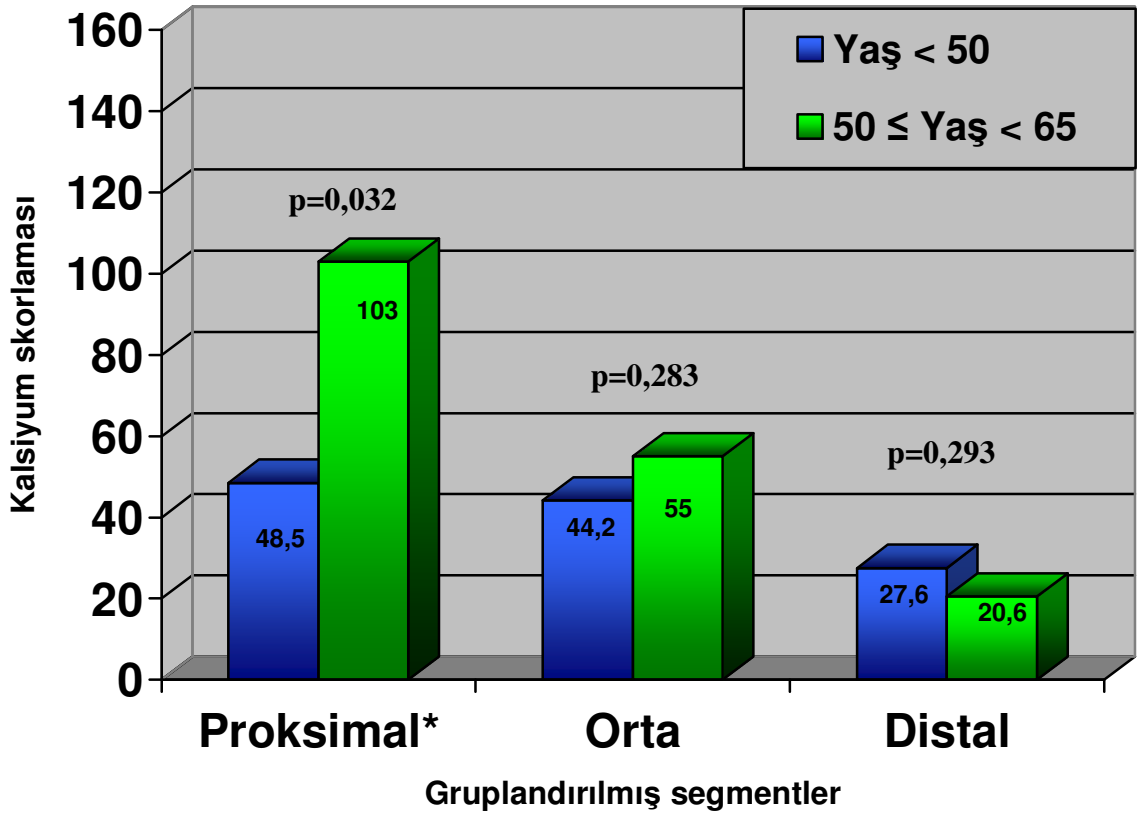
Şekil 43: 50 yaş altındaki hastalar ile yaşı 50 ile 65 arasında olan hastaların kalsiyum skorlama açısından koroner damarlarının karşılaştırılması. (*: p < 0,05)

50 yaş altındaki hastaların ve yaşı 50 ile 65 arasında olan hastaların total kalsiyum skorlamaları arasında anlamlı fark bulundu. (Şekil 44)



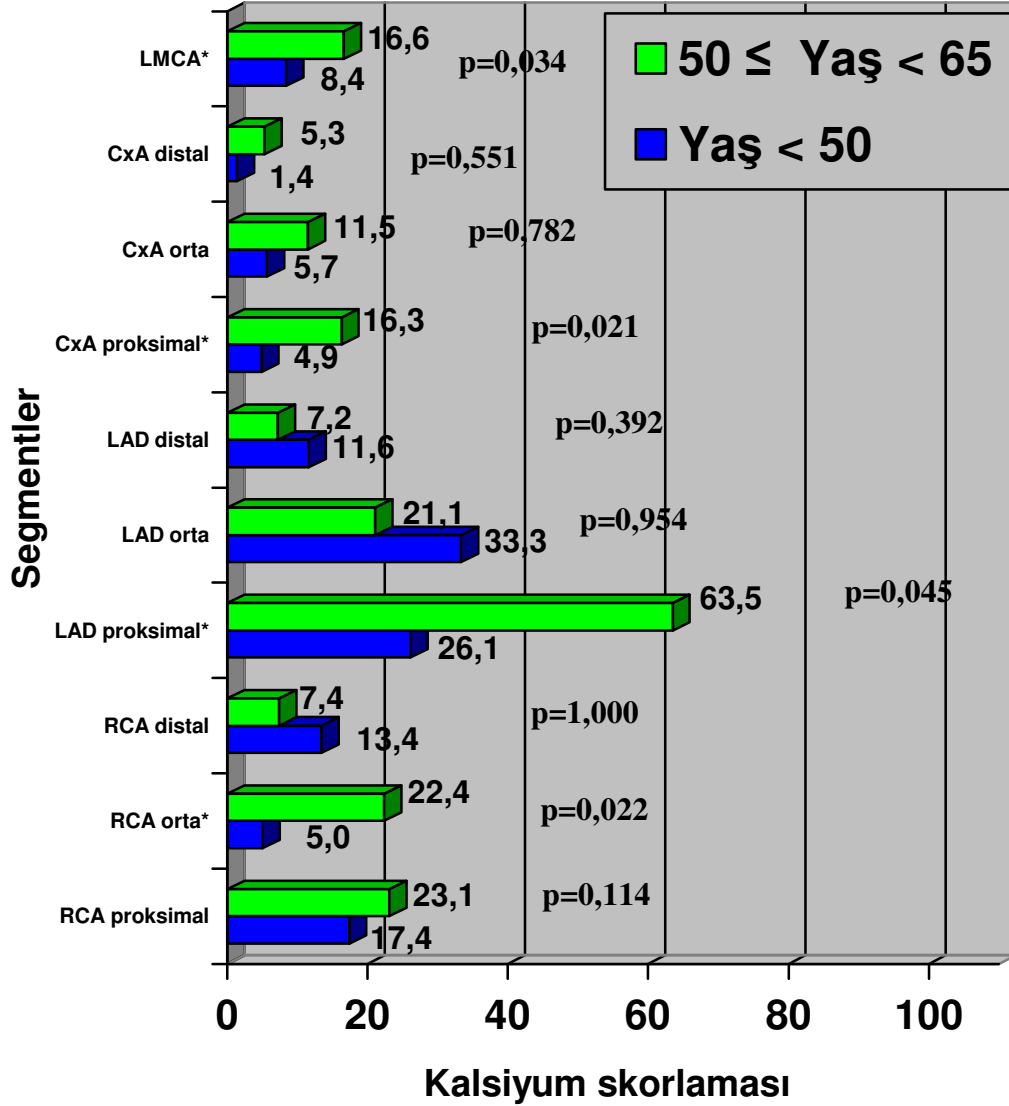
Şekil 44: 50 yaş altındaki hastalar ile yaşı 50 ile 65 arasında olan hastaların total kalsiyum skorlamalarının karşılaştırılması.

Proksimal, orta ve distal segment gruplarında 50 yaş altındaki hastaların ve yaşı 50 ile 65 arasında olan hastaların kalsiyum skorlamaları karşılaştırıldığında sadece proksimal segment grubunda anlamlı fark bulundu. (Şekil 45)



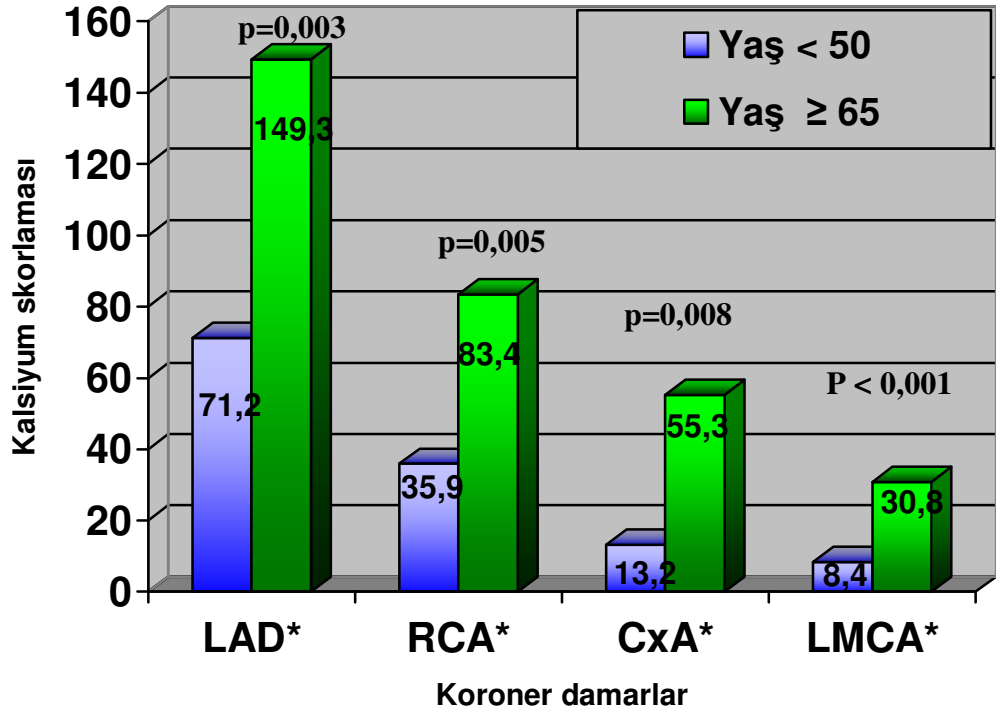
Şekil 45: 50 yaş altındaki hastalar ile yaşı 50 ile 65 arasında olan hastaların proksimal, orta ve distal segment gruplarındaki kalsiyum skorlarının karşılaştırılması. (*: p değeri < 0,05)

50 yaş altındaki hastaların ve yaşı 50 ile 65 arasında olan hastaların koroner arter segmentlerinde kalsiyum skorlamalarının karşılaştırıldığında LMCA, RCA orta, LAD proksimal ve CxA proksimal segmentlerde anlamlı fark bulundu. (Şekil 46)



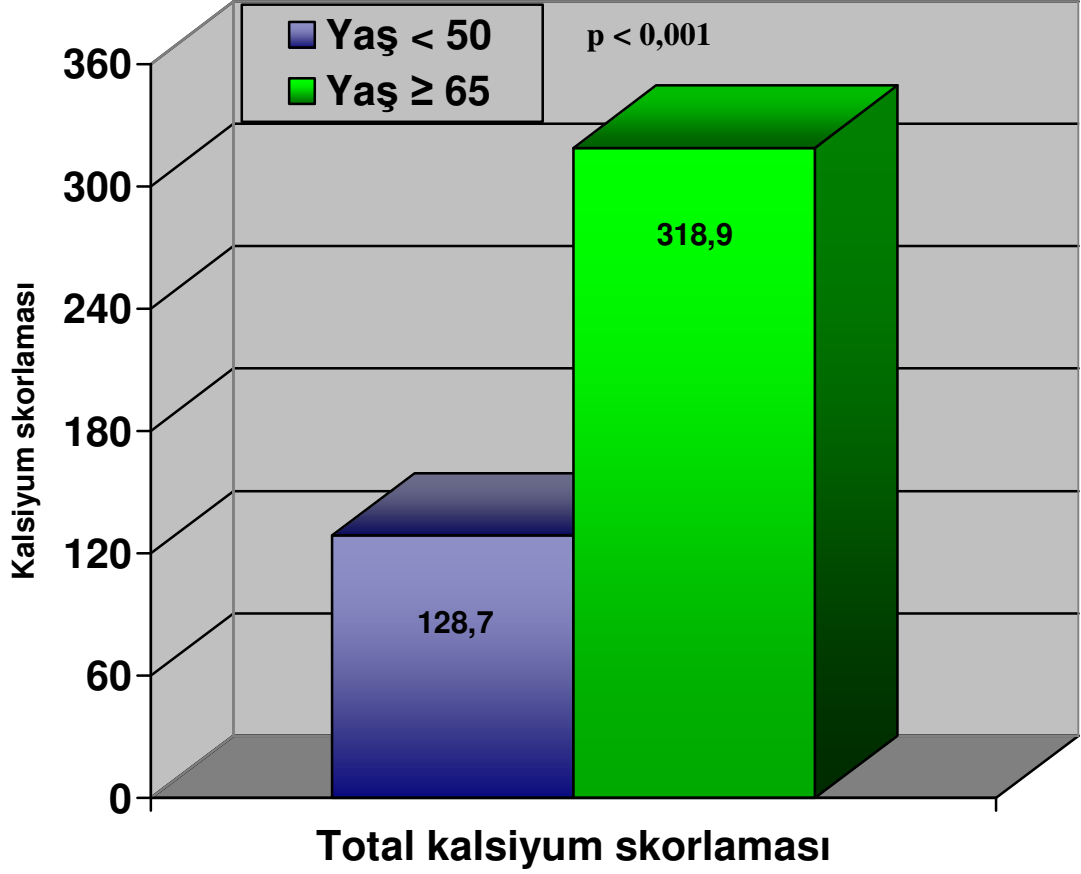
Şekil 46: 50 yaş altındaki hastaların her bir segmentinin ayrı ayrı kalsiyum skorlamasının yaşı 50 ile 65 arasında olan hastalarinkine karşılaştırılması. (*: p değeri < 0,05)

Tüm koroner arterlerde 50 yaş altındaki hastaların ve 65 yaş üzeri hastaların kalsiyum skorlamaları arasında anlamlı fark bulundu (Şekil 47)



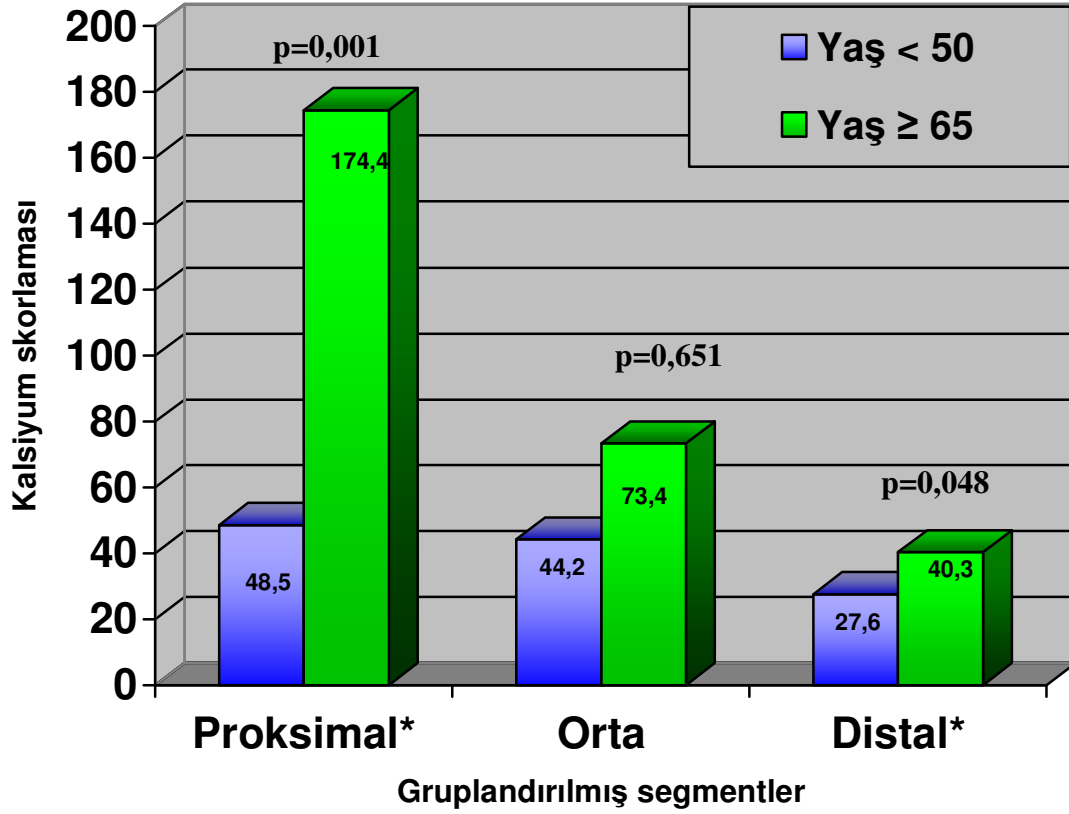
Şekil 47: 50 yaş altındaki hastalar ile 65 yaş üzerindeki hastaların kalsiyum skorlama açısından koroner damarlarının karşılaştırılması. (*: p değeri < 0,05)

50 yaş altındaki hastaların ve 65 yaş üzeri hastaların total kalsiyum skorlamaları arasında anlamlı fark bulundu. (Şekil 48)



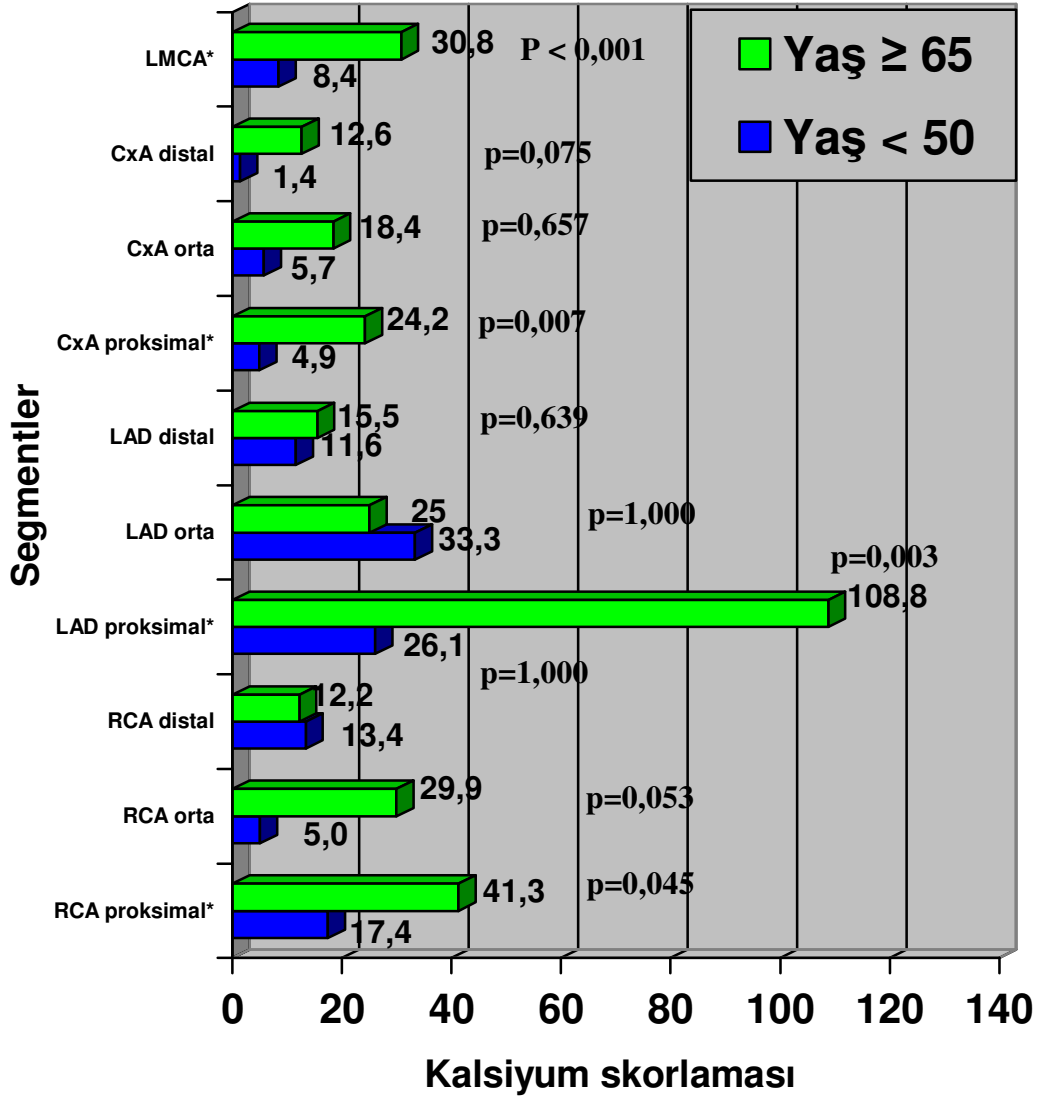
Şekil 48: 50 yaş altındaki hastalar ile 65 yaş üzerindeki hastaların total kalsiyum skorlamalarının karşılaştırılması.

Proksimal, orta ve distal segment gruplarında 50 yaş altındaki hastaların ve 65 yaş üzeri hastaların kalsiyum skorlamaları karşılaştırıldığında proksimal ve distal segment grubunda anlamlı fark bulundu. (Şekil 49)



Şekil 49: 50 yaş altındaki hastalar ile 65 yaş üzerindeki hastaların proksimal, orta ve distal segment gruplarındaki kalsiyum skorlarının karşılaştırılması. (*: p değeri < 0,05)

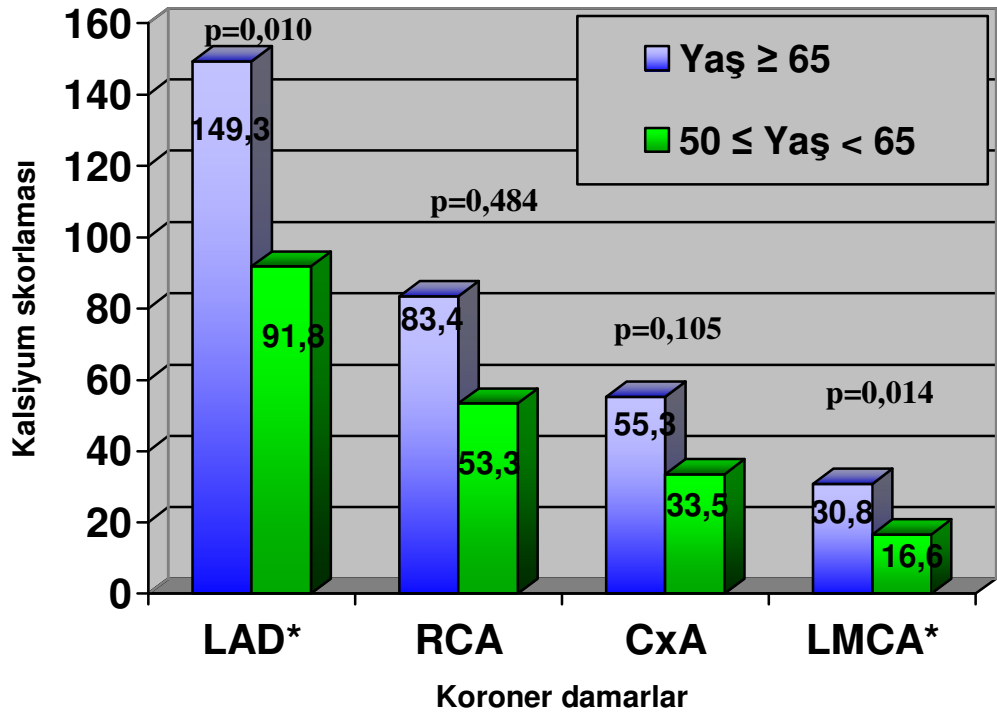
50 yaş altındaki hastaların ve 65 yaş üzeri hastaların koroner arter segmentlerinde kalsiyum skorlamalarının karşılaştırıldığında LMCA, LAD proksimal ve CxA proksimal segmentlerde anlamlı fark bulundu. (Şekil 50)



Şekil 50: 50 yaş altındaki hastaların her bir segmentinin ayrı ayrı kalsiyum skorlamasının 65 yaş üzerinde hastalarinki ile karşılaştırılması. (*: p değeri < 0,05)

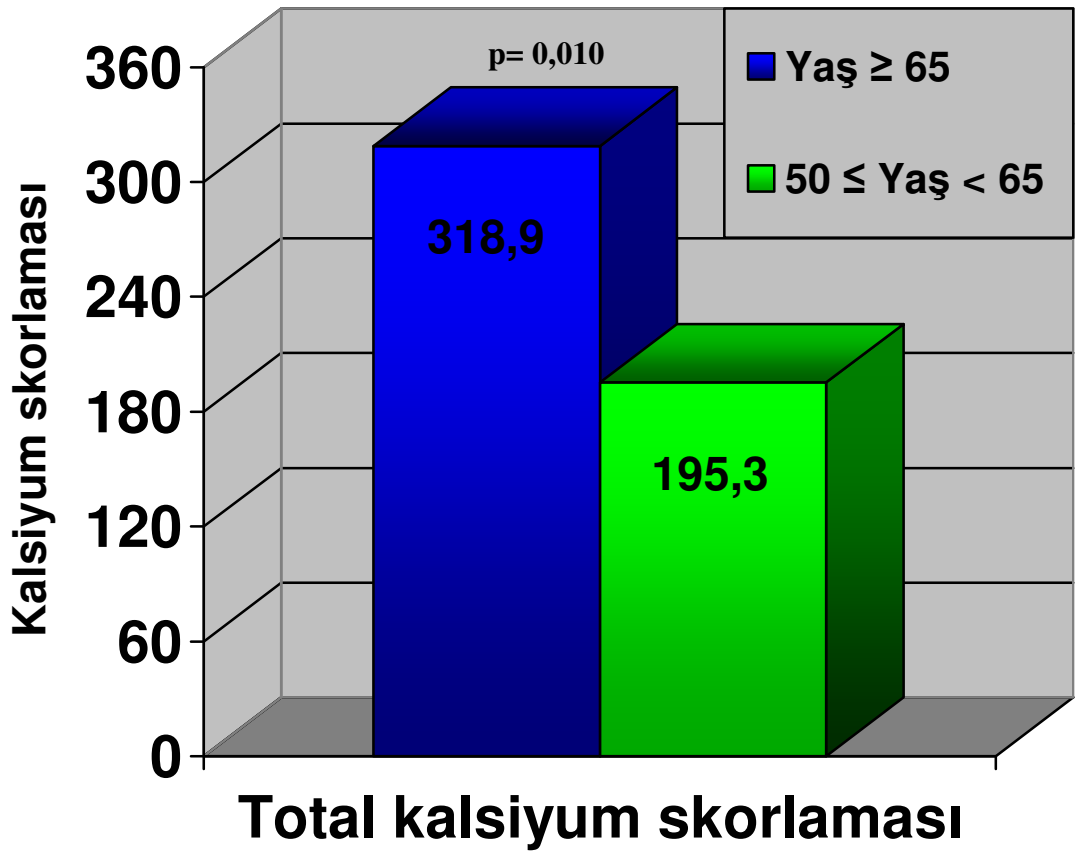
Yaşı 50 ile 65 arasında olan hastalar ile 65 yaş üzerinde hastalar karşılaştırıldığında ise yaşı 50 ile 65 arasında olan hastaların total kalsiyum skoru, LMCA, LAD ve proksimal segmentler 65 yaş üzerindeki hastalardan daha düşük bulundu. (Şekil 51, 52, 53,54)

Koroner arterlerde yaşı 50 ile 65 arasında olan hastaların ve 65 yaş üzeri hastaların kalsiyum skorlamaları karşılaştırıldığında LAD ve LMCA'da anlamlı fark bulundu (Şekil 51)



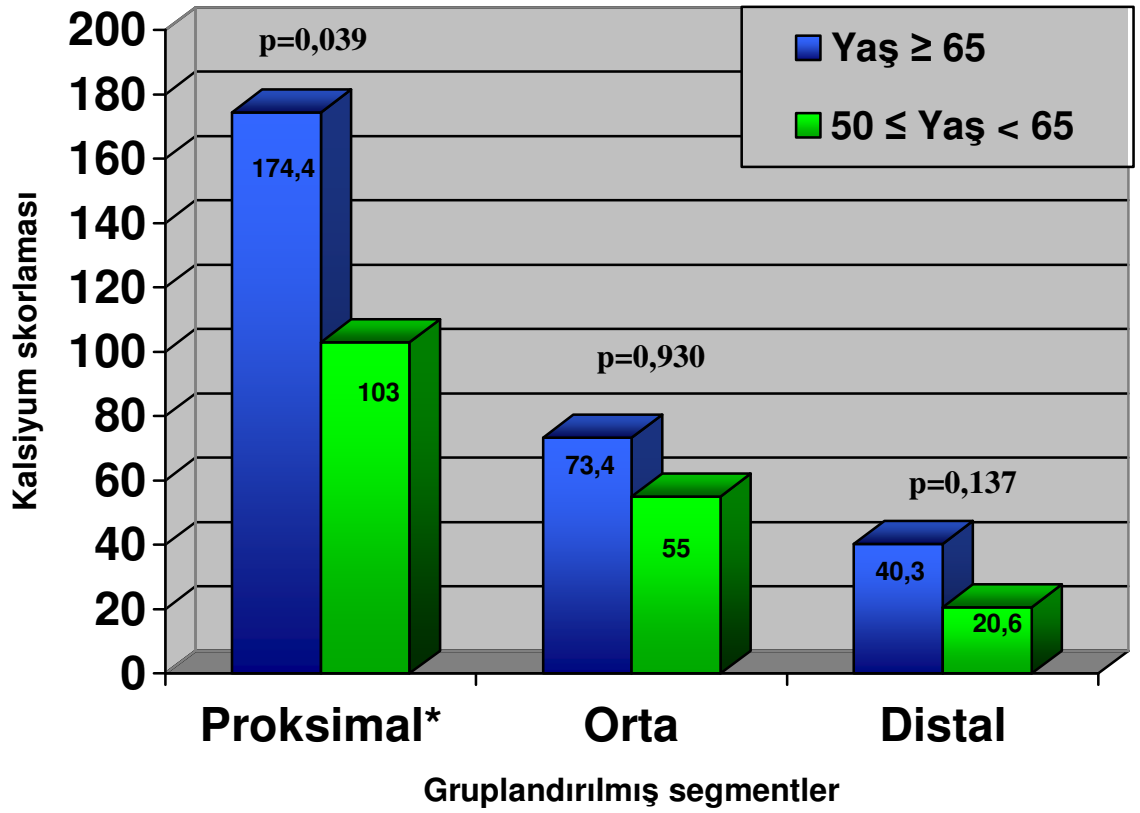
Şekil 51: Yaşı 50 ile 65 arasında olan hastalar ile 65 yaş üzerinde hastalar kalsiyum skorlama açısından koroner damarlarının karşılaştırılması.

Yaşı 50 ile 65 arasında olan hastaların ve 65 yaş üzeri hastaların total kalsiyum skorlamaları arasında anlamlı fark bulundu. (Şekil 52)



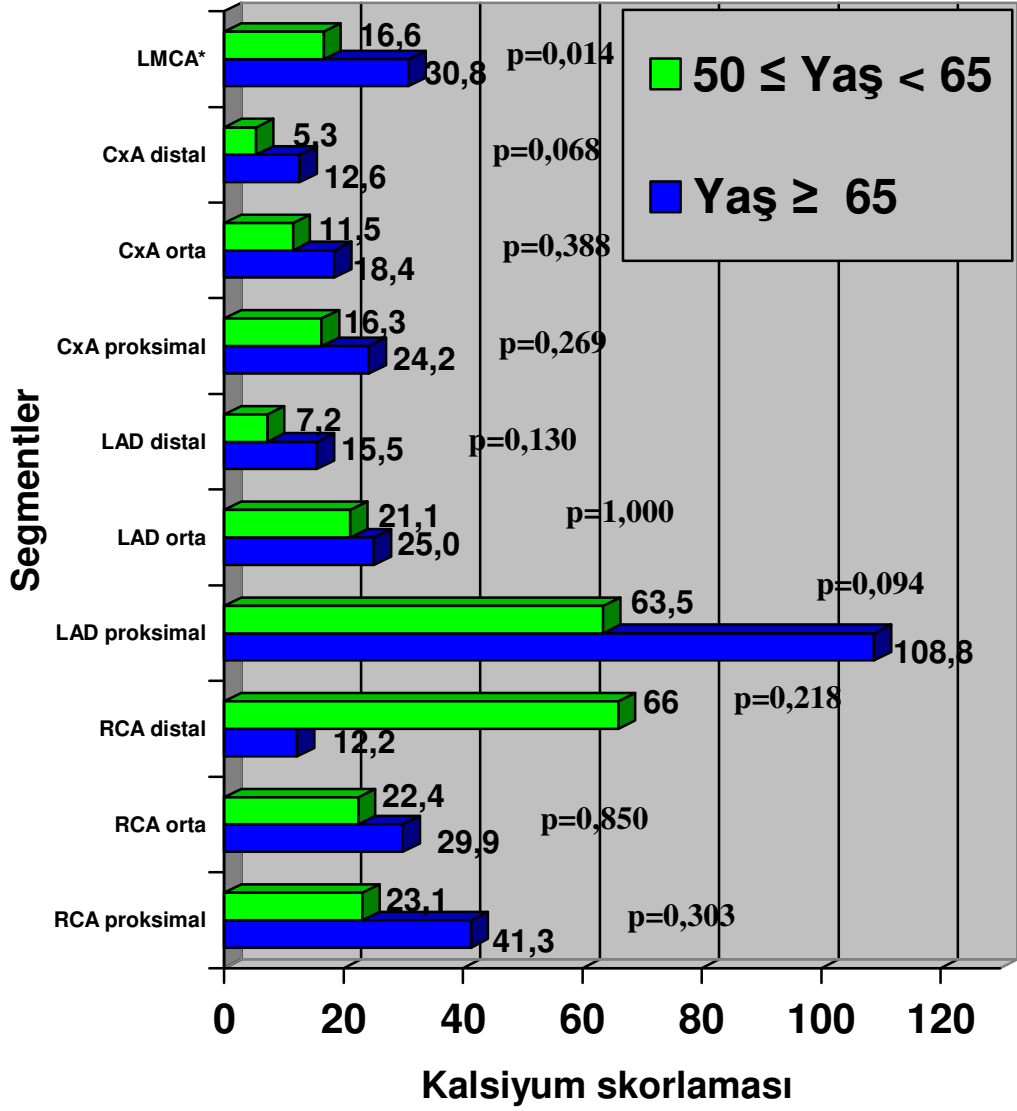
Şekil 52: Yaşı 50 ile 65 arasında olan hastalar ile 65 yaş üzerinde hastaların total kalsiyum skorlamalarının karşılaştırılması.

Proksimal, orta ve distal segment gruplarında yaşı 50 ile 65 arasında olan hastaların ve 65 yaş üzeri hastaların kalsiyum skorlamaları karşılaştırıldığında sadece proksimal segment grubunda anlamlı fark bulundu. (Şekil 53)



Şekil 53: Yaşı 50 ile 65 arasında olan hastalar ile 65 yaş üzerinde hastaların proksimal, orta ve distal segment gruplarındaki kalsiyum skorlarının karşılaştırılması. (*: $p < 0,05$)

Yaşı 50 ile 65 arasında olan hastaların ve 65 yaş üzeri hastaların koroner arter segmentlerinde kalsiyum skorlamalarının karşılaştırıldığında sadece LMCA'da anlamlı fark bulundu, diğerlerinde anlamlı fark bulunmadı. (Şekil 54)



Şekil 54: 65 yaş üzerinde hastaların her bir segmentinin ayrı ayrı kalsiyum skorlamasının yaşı 50 ile 65 arasında olan hastalarinkine karşılaştırılması. (*: p < 0,05)

LMCA ile RCA, LAD ve CxA kalsiyum skorları arasında korrelasyon olduğu görüldü. Ancak bunlar arasında LMCA'yı etkileyen tek başına bağımsız değişken RCA'daki kalsiyum skoru idi. ($r=0.520$ ve $P<0.001$)

Kalsiyum skoru açısından, LMCA ve RCA proksimal segment, LAD proksimal segment, CxA proksimal segment arasında korelasyon olduğu gözlemlendi. Ancak bunlar arasında LMCA'yı etkileyen tek başına bağımsız değişken RCA proksimal segment idi. ($r=0.318$ ve $P<0.001$)

6. TARTIŞMA

Koroner arter hastalığı günümüzün en yaygın hastalıkları arasındadır ve tüm dünyada ölümlerin önde gelen sebeplerinden birisi olmaya devam etmektedir. Koroner arter hastalığının bireylerin yaşam süresi ve kalitesini etkilemesinin yanında toplumsal maliyeti de oldukça büyüktür [101,102].

Koroner arter hastalığının erken teşhisi ve tedavisi oldukça büyük bir öneme sahiptir. Miyokard dokusunun kendini yenileme özelliğinin olmaması nedeni ile oluşmuş bir kalp krizi sonrası kasılabilir kalp dokusu kitlesindeki azalmanın sonucu olarak hastada konjestif kalp yetersizliği belirtileri ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle esas amaç kasılabilen kas kitlesinin, miyokard dokusunun mümkün olduğunca korunmasıdır. Bunun en önemli yolu da birincil korumadan geçmektedir. Koroner arter hastalığının erken teşhisi için günümüzde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Hastaların ileride koroner arter hastası olabileceğinin bilinmesi önemlidir, çünkü hastalarda yoğun medikal tedavi ile istenmeyen olayların oluşumu geciktirilebilmekte veya engellenebilmektedir. Yoğun kolesterol düşürücü tedavi ile koroner arterlerdeki lezyonlarda gerileme sağlandığı gösterilmiştir [34,35]. EBT ve yeni teknoloji ÇKBT kalp ve koroner arterlerde yüksek çözünürlüğe sahip

görüntüleme yapmamıza olanak sağlamaktadır [70]. Koroner arterlerdeki kalsiyumun ÇKBT gibi invaziv olmayan bir yöntemle görüntülenmesi ile koroner arterlerdeki plak yükü ve koroner arter anatomisi hakkında direkt olarak bilgi sahibi olunabilir. Bu yöntemin invaziv olmaması tercih edilebilirliğini de artırmaktadır. Önceki yıllarda temporal ve uzaysal çözünürlüğü düşük olan bilgisayarlı tomografilerin yerini yüksek çözünürlüklere sahip olan ÇKBT'lerin alması ile koroner arterlerin yapısını ve kalsifikasyonunun noninvaziv yöntemlerle görüntülenmesine ilgi artmıştır.

Kalsiyum skorlamasında hacim skoru, kitle skoru gibi çeşitli yöntemler kullanılmaya başlansa da bu güne kadar en yaygın kullanılan yöntem Agatston skorlamasıdır [71]. Bu yüzden biz de çalışmamızda Agatston skorlama yöntemini kullandık [57].

Çalışmamız retrospektif gözlemsel bir çalışma olarak planlandığı ve bazı hastaların dış merkezlerden refere edilerek kalsiyum skorlamalarının yapıldığı için hastaların demografik verilerine ulaşamadı. Bu nedenle, demografik verileri elde edilebilen hastalar sayısal olarak az da olsa değerlendirmeye alınmışlardır. Bu da demografik verileri içeren istatistiklerin değerini kısmen azaltmaktadır.

Hastaların kalsiyum skorlamaları cinsiyet açısından karşılaştırıldığında sadece LAD orta segmentte erkeklerde kalsiyum skorlamasının daha fazla olduğu gözlemlendi. Hipertansif hastalarda hipertansif olmayan hastalara göre daha yüksek kalsiyum skoru gözlemlendi, bu fark özellikle total kalsiyum skoru ve LAD kalsiyum skorunda mevcuttu ve istatistiksel olarak anlamlı idi. Ayrıca proksimal ve distal segment gruplarında da hipertansiyonu olan hastalarda da kalsiyum skoru anlamlı olarak daha yüksek bulundu. Orta segment grubunda ise hipertansiyonu olan hastalarda kalsiyum skoru hipertansiyonu olmayan hastalara göre daha yüksekti ama bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildi. Eğer hasta sayısı daha fazla olsa idi bu fark istatistiksel olarak anlamlı çıkabilirdi. Sigara kullanımı ile aterosklerozun ilişkisi bilinmektedir. Fakat çalışmamızda sigara içen hastaların kalsiyum skorlamaları hiçbir karşılaştırmada içmeyen hastalarinkinden farklı bulunmadı. Bu demografik verileri bilinen hasta sayısının azlığından kaynaklanıyor olabilir. Diyabetik hastaların kalsiyum skorlaması

diyabetik olmayan hastalarınınkine oranla anlamlı derecede daha yüksek bulundu, bu daha önce yapılmış çalışmalarda da gösterilmiştir. Aile hikayesi olan hastalarda kalsiyum skoru, olmayan hastalara göre farklı bulunmadı, fakat sadece RCA proksimal segmentte aile hikayesi olmayan hastaların kalsiyum skorlamaları yüksek bulundu. Bunun sebebi tesadüfi olabilir. Eğer hasta sayısı daha fazla olsa idi sonuçlar daha farklı olabilirdi. Hastaların total kolesterol değerleri, LDL kolesterol ve HDL kolesterol değerleri yüksek ve düşük olarak sınıflandırıldığında total kolesterol değerleri ve LDL seviyeleri yüksek olan hastaların kalsiyum skorlamaları segmentlerin büyük çoğunluğunda olmayanlara göre anlamlı olarak yüksek bulundu, Bu fark HDL'si yüksek olan ve olmayan hastalarda gözlenmedi. Trigliserid seviyesi yüksek olan hastalarda sadece LAD orta segmentteki kalsiyum skoru yüksek olmayanlarınkinden anlamlı derecede fazla bulundu. Bizim çalışmamız lipid metabolizması bozukluklarının koroner arterlerdeki kalsiyum birikimi üzerine olan olumsuz etkisini göstererek dismetabolik hastalıkların önemini vurgulamakta ve bu yöndeki çalışmaları destekler niteliktedir. Çalışmamızda koroner arterlerdeki kalsifikasyonun yaş ile ilişkisi değerlendirildiğinde yaş arttıkça kalsiyum skorlamasında istatistiksel olarak anlamlı derecede artış gözlemlendi, bu da önceki çalışmalara paralellik göstermektedir.

Koroner arterlerdeki kalsiyum birikimi koroner arter plağındaki lipid içeriği ve apoptosis ile ilişkilidir [21,42,74]. Koroner arterdeki kalsiyum miktarı koroner arter plağındaki hastalığın derecesi ile ilişkilidir [42]. Bu ilişkinin de tanısal ve hastalığın ilerleyişini göstermesi açısından büyük önemi vardır. Arteryal kalsifikasyon daima aterosklerozu temsil ettiği için koroner arter kalsifikasyonunun ÇKBT ile belirlenmesi, koroner aterosklerozun belirlenmesinde invaziv olmayan ve yüksek duyarlılığa sahip bir yöntemdir. Koroner arterlerde yüksek seviyelerde kalsiyum skorlamasının gösterilmesi hastaların risk skorlamasında daha riskli gruplara dahil edilmesine sebep olmaktadır [76]. ÇKBT ile koroner arterlerde kalsifikasyonun olmadığı gösterilmesi atipik göğüs ağrısı olan kişilerde koroner arter hastalığının dışlanmasında yüksek bir negatif tahmin değerine sahiptir [75]. Fakat, yumuşak plaklarda kalsiyum bulunmadığı da göz ardı edilmemelidir. Akut koroner sendromların çoğunun yumuşak plakların yırtılması ile olduğu bilinmektedir [41,44].

Koroner arterlerde kalsiyumun bilgisayarlı tomografi ile tespiti, koroner plakları ve bu plakların koroner arterlerdeki dağılımını invaziv olmayan bir yöntemle gösterme olanağı sağlamıştır. Çünkü koroner arterlerdeki plakların yaklaşık % 50 - % 70'i kalsifiye plaktır. Fakat aterom plağı içinde kalsiyum varlığı, plağı daha az veya fazla riskli kılmamaktadır.

Kalsiyum skorlama koroner arter hastalığı risk derecelendirilmesinde, koroner arter hastalığının dışlanması ve takipte kullanılabilecek önemli bir test olarak klinik kullanımdaki yerini gün geçtikçe sağlamlaştırmaktadır [70].

Araştırmalara göre semptomatik ve yüksek riskli hastalarda koroner arterlerdeki kalsiyum birikiminin yıllık artışı % 30 ile % 50 arasında olmaktadır. Bu hastalara yoğun lipit düşürücü tedavi uygulandığında bu oran % 0 ile % 20 civarında olmaktadır [103]. Koroner kalsiyumun artış hızı ile istenmeyen kardiyak olay riski arasında ilişki olduğu düşünülmektedir [33,82,87].

LMCA ana koroner arter olması ve miyokardın oldukça önemli bir kısmını beslediği için bu damarın lezyonlarının önemi büyüktür. Bu düşünceden yola çıkarak LMCA'daki lezyonların diğer koroner arterlerdeki lezyonlarla birlikteliğini araştırmak için aterosklerozun göstergesi olan kalsiyum birikimini kullanarak korelasyon istatistiği planlandı. LAD, RCA ve CxA'nın ve aynı zamanda LAD proksimal, RCA proksimal ve CxA proksimal segmentlerin LMCA ile korelasyonuna bakıldı. Sonuç olarak, kalsiyum skorlaması açısından, LMCA ile sadece RCA ve RCA proksimal segmentin korelasyonu istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Kalsiyum birikiminin ateroskleroza gösterdiği düşüncesinden yola çıkılarak sağ koroner arterdeki veya sağ koroner arter proksimal segmentteki aterosklerozla birlikte LMCA'nın da aterosklerozunun eşlik etme olasılığı istatistiksel olarak yüksektir denilebilir.

Koroner arterlerdeki daralma veya tıkanıklık tüm damarlara eşit olarak dağılmamaktadır. Koroner arterlerde akut koroner sendromlara sebep olan lezyonların daha çok koroner arterlerin proksimal üçte birlik kısmında yer aldığı

gösterilmiştir [92,104]. Bu bölgesel eşit olmayan dağılımın nedenleri arasında “shear stres” (SS) etkisi üzerinde durulmuştur [41,42]. SS endotel hücreleri üzerine negatif olan yapısal, hormonal ve metabolik etkiler yaratmaktadır. Bununla birlikte türbülans oluşumu da direkt olarak trombositleri aktive ederek trombogenesis oluşumuna önemli miktarda katkıda bulunmaktadır [14]. İnce kapsüllü aterom plaklarının da büyük koroner arterlerde ve özellikle proksimal segmentlerde olduğu gösterilmiştir [93,94]. Bu da proksimal segmentlerdeki tıkanıklığın başka bir mekanizması olarak açıklanmaktadır. Bütün bunların yanında koroner arterlerdeki plaklar koroner ostiuma ne kadar yakın ise bu plağa bağlı istenmeyen olaylar daha fazla olmaktadır [93,94]. ST elevasyonlu miyokardiyal infarkt hastalarında sorumlu lezyonların çoğu koroner arterin proksimal % 30' luk kısmında olduğu gösterilmiştir [94]. Bizim çalışmamızda da yukarıda belirttiğimiz çalışmalara paralel olarak, kalsiyum birikiminin daha çok proksimal segmentlerde olduğu gözlemlendi. Kalsiyum birikiminin aterosklerozun göstergesi olduğu göz önünde tutulduğunda, bizim çalışmamızın sonuçları ile diğer çalışmalar birbirine paralellik göstermektedirler.

Kalsiyum skorlaması değerlendirilirken koroner arterlerin tümündeki kalsiyum birikimi göz önüne alınmaktadır. Oysaki her koroner arterin kendine ait kalsiyum birikimi bilinmektedir. Her bir koroner arter plağının ayrı ayrı değerlendirilmesinin kalsiyum skorlamanın hassasiyetini artıracığına dair çalışmalar mevcuttur [105]. Risk değerlendirmesi yapılırken her bir koroner arterin kalsiyum skorlaması ayrı ayrı değerlendirilip bu sonuçlara göre klinik karar vermenin yanılma paylarını azaltacağı kanaatindeyiz. Bu mantıktan yola çıkarak, çalışmamızda kalsiyum skorlaması yaparken koroner arterleri belirli segmentlere ayırdıktan sonra her bir segmentin kendi kalsiyum skorlamasını yaptık. Ayrıca segmentler proksimal, orta ve distal olarak gruplandırılarak bu grupların toplam kalsiyum skorlamasını kendi aralarında karşılaştırdık. Bu değerlendirmenin sonucunda koroner arterlerdeki kalsiyum birikiminin segment bazında dağılımına ve bu dağılımın hastaların temel klinik karakteristiklerinden etkilenip etkilenmediği araştırıldı. Koroner arterler segmentlere ayrılarak değerlendirildiğinde kalsiyum birikiminin en fazla olduğu segmentler proksimal segmentler idi. Proksimal segmentler içerisinde ve tüm segmentler içerisinde kalsiyum birikimi en fazla olan segment LAD proksimal segmenti idi.

Schmermund ve arkadaşlarının EBT ile yaptığı koroner arterlerde kalsiyum dağılımını gösteren çalışmada da en fazla bu segmentte kalsiyum birikiminin olduğu gösterilmiştir [96]. Schmermund ve arkadaşlarının çalışması genel olarak bizim çalışmamızın sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Örneğin bizim çalışmamızda ve Schmermund ve arkadaşlarının çalışmasında koroner arterlerde en fazla kalsiyum skoru LAD'de daha sonra da RCA ve CxA'da gözlenmiştir [96]. Schmermund ve arkadaşları hastaların demografik verilerinin kalsiyum skorlaması üzerine etkisini araştırmamışlar, sadece koroner arterlerdeki kalsiyum skorlamasının dağılımını incelemişdirler. Daha önce yapılmış bazı çalışmalarda da ateroskleroz plağının daha çok proksimal bölgelerde olduğu gösterilmiştir [94]. Bizim çalışmamızdaki bulgular da bu çalışmalarını destekler niteliktedir.

Kardiyak bir hadise geçiren olgularda bu yöntemden çok, invaziv koroner anjiyografi yapılmaktadır. İleride yapılacak çalışmalarla belki de miyokardiyal enfarkt geçirmiş olgularda miyokardiyal enfarktın lokalizasyonu ve kalsifikasyon yoğunluğunun lokalizasyonu da ek olarak sekonder korunmaya ışık tutabilir.

7. SONUÇ

Sonuç olarak; çalışmamızdan elde ettiğimiz verilere dayanarak, koroner arterlerdeki kalsiyum birikimi daha çok proksimal segmentlerde olmakta ve proksimal segmentler içerisinde de daha çok LAD proksimal segmentte olmaktadır diyebilmekteyiz. Koroner arter kalsifikasyonu hipertansiyon, hiperlipidemi ve yaş gibi faktörlerden olumsuz yönde etkilenmekte olduğu çalışmamızda gösterilmiştir. Çalışmamızda aynı zamanda RCA proksimal segmentinin ve RCA'nın kalsiyum skorlaması, LMCA'nın kalsiyum skorlaması ile istatistiksel olarak anlamlı korelasyonunun olduğu gözlemlendi. Koroner arter kalsifikasyonunun segmenter dağılımını ve bu dağılımı etkileyebilecek demografik verileri inceleyen daha geniş çaplı prospektif çalışmalara ihtiyaç vardır.

8. KAYNAKÇA

1. Ho, K.K., J.L. Pinsky, W.B. Kannel, ve ark. *The epidemiology of heart failure: the Framingham Study*. J Am Coll Cardiol, 1993. 22(4 Suppl A): 6A-13A.
2. *Making a difference. The World Health Report 1999*. Health Millions, 1999. 25(4): 3-5.
3. Murray, C.J. and A.D. Lopez. *Evidence-based health policy--lessons from the Global Burden of Disease Study*. Science, 1996. 274(5288): 740-3.
4. Onat, A. *Risk factors and cardiovascular disease in Turkey*. Atherosclerosis, 2001. 156(1): 1-10.
5. Sones, F.M., Jr. and E.K. Shirey. *Cine coronary arteriography*. Mod Concepts Cardiovasc Dis, 1962. 31: 735-8.
6. Papaconstantinou, H.D., A.J. Marshall, and C.J. Burrell. *Diagnostic cardiac catheterisation in a hospital without on-site cardiac surgery*. Heart, 1999. 81(5): 465-9.
7. Akabame, S., M. Hamaguchi, K. Tomiyasu, ve ark. *Evaluation of vulnerable coronary plaques and non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD) by 64-detector multislice computed tomography (MSCT)*. Circ J, 2008. 72(4): 618-25.
8. Ravipati, G., W.S. Aronow, H. Lai, ve ark. *Comparison of sensitivity, specificity, positive predictive value, and negative predictive value of stress testing versus 64-multislice coronary computed tomography angiography in predicting obstructive coronary artery disease diagnosed by coronary angiography*. Am J Cardiol, 2008. 101(6): 774-5.
9. Mori, S., K. Nishizawa, C. Kondo, ve ark. *Effective doses in subjects undergoing computed tomography cardiac imaging with the 256-multislice CT scanner*. Eur J Radiol, 2008. 65(3): 442-8.
10. Choi, H.S., B.W. Choi, K.O. Choe, ve ark. *Pitfalls, artifacts, and remedies in multi-detector row CT coronary angiography*. Radiographics, 2004. 24(3): 787-800.
11. Chapman, I. *Anatomic and clinical significance of calcification of the aortic knob visualized radiographically*. Am J Cardiol, 1960. 6: 281-6.
12. Bachhuber, H.A. *Permanent records of the heart image as seen on the fluoroscopic screen*. Wis Med J, 1954. 53(7): 380.
13. *CARDIAC examination: fluoroscopy*. Heart Bull, 1954. 3(5): 87-9.

14. Beadenkopf, W.G., A.S. Daoud, and B.M. Love. *Calcification in the Coronary Arteries and Its Relationship to Arteriosclerosis and Myocardial Infarction*. Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med, 1964. 92: 865-71.
15. Warburton, R.K., J.P. Tampas, A.B. Soule, ve ark. *Coronary artery calcification: Its relationship to coronary artery stenosis and myocardial infarction*. Radiology, 1968. 91(1): 109-15.
16. Frink, R.J., R.W. Achor, A.L. Brown, Jr., ve ark. *Significance of calcification of the coronary arteries*. Am J Cardiol, 1970. 26(3): 241-7.
17. McCarthy, J.H. and F.J. Palmer. *Incidence and significance of coronary artery calcification*. Br Heart J, 1974. 36(5): 499-506.
18. Eggen, D.A., J.P. Strong, and H.C. McGill, Jr. *Coronary calcification. Relationship to clinically significant coronary lesions and race, sex, and topographic distribution*. Circulation, 1965. 32(6): 948-55.
19. Blankenhorn, D.H. and D. Stern. *Calcification of the coronary arteries*. Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med, 1959. 81(5): 772-7.
20. Margolis, J.R., J.T. Chen, Y. Kong, ve ark. *The diagnostic and prognostic significance of coronary artery calcification. A report of 800 cases*. Radiology, 1980. 137(3): 609-16.
21. Ross, R. *The pathogenesis of atherosclerosis: a perspective for the 1990s*. Nature, 1993. 362(6423): 801-9.
22. Sary, H.C. *Composition and classification of human atherosclerotic lesions*. Virchows Arch A Pathol Anat Histopathol, 1992. 421(4): 277-90.
23. Sary, H.C., A.B. Chandler, R.E. Dinsmore, ve ark. *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.
24. Bostrom, K.I. *Cell differentiation in vascular calcification*. Z Kardiol, 2000. 89 Suppl 2: 69-74.
25. Canfield, A.E., M.J. Doherty, A.C. Wood, ve ark. *Role of pericytes in vascular calcification: a review*. Z Kardiol, 2000. 89 Suppl 2: 20-7.
26. Bostrom, K., K.E. Watson, S. Horn, ve ark. *Bone morphogenetic protein expression in human atherosclerotic lesions*. J Clin Invest, 1993. 91(4): 1800-9.
27. Rumberger, J.A., D.B. Simons, L.A. Fitzpatrick, ve ark. *Coronary artery calcium area by electron-beam computed tomography and coronary*

- atherosclerotic plaque area. A histopathologic correlative study.* *Circulation*, 1995. 92(8): 2157-62.
28. Wexler, L., B. Brundage, J. Crouse, ve ark. *Coronary artery calcification: pathophysiology, epidemiology, imaging methods, and clinical implications. A statement for health professionals from the American Heart Association. Writing Group.* *Circulation*, 1996. 94(5): 1175-92.
 29. Rumberger, J.A., P.F. Sheedy, 3rd, J.F. Breen, ve ark. *Coronary calcium, as determined by electron beam computed tomography, and coronary disease on arteriogram. Effect of patient's sex on diagnosis.* *Circulation*, 1995. 91(5): 1363-7.
 30. Fayad, Z.A. and V. Fuster. *Clinical imaging of the high-risk or vulnerable atherosclerotic plaque.* *Circ Res*, 2001. 89(4): 305-16.
 31. Schmermund, A. [*Progression of coronary calcium*]. *Herz*, 2001. 26(4): 278-86.
 32. Schmermund, A. and R. Erbel. [*Progression of coronary arteriosclerosis as monitoring the therapeutic success of hyperlipidemia*]. *Herz*, 2001. 26(8): 545-51.
 33. Budoff, M.J., K.L. Lane, H. Bakhsheshi, ve ark. *Rates of progression of coronary calcium by electron beam tomography.* *Am J Cardiol*, 2000. 86(1): 8-11.
 34. Callister, T.Q., P. Raggi, B. Cooil, ve ark. *Effect of HMG-CoA reductase inhibitors on coronary artery disease as assessed by electron-beam computed tomography.* *N Engl J Med*, 1998. 339(27): 1972-8.
 35. Achenbach, S., D. Ropers, K. Pohle, ve ark. *Influence of lipid-lowering therapy on the progression of coronary artery calcification: a prospective evaluation.* *Circulation*, 2002. 106(9): 1077-82.
 36. O'Rourke, R.A., B.H. Brundage, V.F. Froelicher, ve ark. *American College of Cardiology/American Heart Association Expert Consensus document on electron-beam computed tomography for the diagnosis and prognosis of coronary artery disease.* *Circulation*, 2000. 102(1): 126-40.
 37. Stary, H.C. *Evolution and progression of atherosclerotic lesions in coronary arteries of children and young adults.* *Arteriosclerosis*, 1989. 9(1 Suppl): I19-32.
 38. Enos, W.F., R.H. Holmes, and J. Beyer. *Coronary disease among United States soldiers killed in action in Korea; preliminary report.* *J Am Med Assoc*, 1953. 152(12): 1090-3.
 39. McNamara, J.J., M.A. Molot, J.F. Stremple, ve ark. *Coronary artery disease in combat casualties in Vietnam.* *JAMA*, 1971. 216(7): 1185-7.

40. Stary, H.C. *The sequence of cell and matrix changes in atherosclerotic lesions of coronary arteries in the first forty years of life.* Eur Heart J, 1990. 11 Suppl E: 3-19.
41. Fuster, V., L. Badimon, M. Cohen, ve ark. *Insights into the pathogenesis of acute ischemic syndromes.* Circulation, 1988. 77(6): 1213-20.
42. Richardson, P.D., M.J. Davies, and G.V. Born. *Influence of plaque configuration and stress distribution on fissuring of coronary atherosclerotic plaques.* Lancet, 1989. 2(8669): 941-4.
43. Doherty, T.M. and R.C. Detrano. *Coronary arterial calcification as an active process: a new perspective on an old problem.* Calcif Tissue Int, 1994. 54(3): 224-30.
44. Fuster, V., B. Stein, J.A. Ambrose, ve ark. *Atherosclerotic plaque rupture and thrombosis. Evolving concepts.* Circulation, 1990. 82(3 Suppl): II47-59.
45. Rifkin, R.D., A.F. Parisi, and E. Folland. *Coronary calcification in the diagnosis of coronary artery disease.* Am J Cardiol, 1979. 44(1): 141-7.
46. Ambrose, J.A., M.A. Tannenbaum, D. Alexopoulos, ve ark. *Angiographic progression of coronary artery disease and the development of myocardial infarction.* J Am Coll Cardiol, 1988. 12(1): 56-62.
47. Huang, H., R. Virmani, H. Younis, ve ark. *The impact of calcification on the biomechanical stability of atherosclerotic plaques.* Circulation, 2001. 103(8): 1051-6.
48. Beckman, J.A., J. Ganz, M.A. Creager, ve ark. *Relationship of clinical presentation and calcification of culprit coronary artery stenoses.* Arterioscler Thromb Vasc Biol, 2001. 21(10): 1618-22.
49. Fitzgerald, P.J., T.A. Ports, and P.G. Yock. *Contribution of localized calcium deposits to dissection after angioplasty. An observational study using intravascular ultrasound.* Circulation, 1992. 86(1): 64-70.
50. Veress, A.I., J.F. Cornhill, E.E. Herderick, ve ark. *Age-related development of atherosclerotic plaque stress: a population-based finite-element analysis.* Coron Artery Dis, 1998. 9(1): 13-9.
51. Hasdai, D., M.R. Bell, D.E. Grill, ve ark. *Outcome > or = 10 years after successful percutaneous transluminal coronary angioplasty.* Am J Cardiol, 1997. 79(8): 1005-11.
52. Sangiorgi, G., J.A. Rumberger, A. Severson, ve ark. *Arterial calcification and not lumen stenosis is highly correlated with atherosclerotic plaque burden in humans: a histologic study of 723 coronary artery segments using nondecalcifying methodology.* J Am Coll Cardiol, 1998. 31(1): 126-33.

53. Haberl, R., A. Becker, A. Leber, ve ark. *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(2): 451-7.
54. Mautner, G.C., S.L. Mautner, J. Froehlich, ve ark. *Coronary artery calcification: assessment with electron beam CT and histomorphometric correlation*. Radiology, 1994. 192(3): 619-23.
55. Glagov, S., E. Weisenberg, C.K. Zarins, ve ark. *Compensatory enlargement of human atherosclerotic coronary arteries*. N Engl J Med, 1987. 316(22): 1371-5.
56. Clarkson, T.B., R.W. Prichard, T.M. Morgan, ve ark. *Remodeling of coronary arteries in human and nonhuman primates*. JAMA, 1994. 271(4): 289-94.
57. Agatston, A.S., W.R. Janowitz, F.J. Hildner, ve ark. *Quantification of coronary artery calcium using ultrafast computed tomography*. J Am Coll Cardiol, 1990. 15(4): 827-32.
58. Kennedy, J., R. Shavelle, S. Wang, ve ark. *Coronary calcium and standard risk factors in symptomatic patients referred for coronary angiography*. Am Heart J, 1998. 135(4): 696-702.
59. Budoff, M.J., D. Georgiou, A. Brody, ve ark. *Ultrafast computed tomography as a diagnostic modality in the detection of coronary artery disease: a multicenter study*. Circulation, 1996. 93(5): 898-904.
60. Fallavollita, J.A., A.S. Brody, I.L. Bunnell, ve ark. *Fast computed tomography detection of coronary calcification in the diagnosis of coronary artery disease. Comparison with angiography in patients < 50 years old*. Circulation, 1994. 89(1): 285-90.
61. Rumberger, J.A., P.F. Sheedy, J.F. Breen, ve ark. *Electron beam computed tomographic coronary calcium score cutpoints and severity of associated angiographic lumen stenosis*. J Am Coll Cardiol, 1997. 29(7): 1542-8.
62. Guerci, A.D., L.A. Spadaro, K.J. Goodman, ve ark. *Comparison of electron beam computed tomography scanning and conventional risk factor assessment for the prediction of angiographic coronary artery disease*. J Am Coll Cardiol, 1998. 32(3): 673-9.
63. Budoff, M.J., D.M. Shavelle, D.H. Lamont, ve ark. *Usefulness of electron beam computed tomography scanning for distinguishing ischemic from nonischemic cardiomyopathy*. J Am Coll Cardiol, 1998. 32(5): 1173-8.
64. He, Z.X., T.D. Hedrick, C.M. Pratt, ve ark. *Severity of coronary artery calcification by electron beam computed tomography predicts silent myocardial ischemia*. Circulation, 2000. 101(3): 244-51.

65. Wong, N.D., D. Kouwabunpat, A.N. Vo, ve ark. *Coronary calcium and atherosclerosis by ultrafast computed tomography in asymptomatic men and women: relation to age and risk factors*. Am Heart J, 1994. 127(2): 422-30.
66. Schmermund, A., A.E. Denktas, J.A. Rumberger, ve ark. *Independent and incremental value of coronary artery calcium for predicting the extent of angiographic coronary artery disease: comparison with cardiac risk factors and radionuclide perfusion imaging*. J Am Coll Cardiol, 1999. 34(3): 777-86.
67. Schmermund, A., K.R. Bailey, J.A. Rumberger, ve ark. *An algorithm for noninvasive identification of angiographic three-vessel and/or left main coronary artery disease in symptomatic patients on the basis of cardiac risk and electron-beam computed tomographic calcium scores*. J Am Coll Cardiol, 1999. 33(2): 444-52.
68. Shemesh, J., A. Tenenbaum, E.Z. Fisman, ve ark. *Coronary calcium as a reliable tool for differentiating ischemic from nonischemic cardiomyopathy*. Am J Cardiol, 1996. 77(2): 191-4.
69. McLaughlin, V.V., T. Balogh, and S. Rich. *Utility of electron beam computed tomography to stratify patients presenting to the emergency room with chest pain*. Am J Cardiol, 1999. 84(3): 327-8, A8.
70. Greenland, P., R.O. Bonow, B.H. Brundage, ve ark. *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.
71. Rumberger, J.A. and L. Kaufman. *A rosetta stone for coronary calcium risk stratification: agatston, volume, and mass scores in 11,490 individuals*. AJR Am J Roentgenol, 2003. 181(3): 743-8.
72. Rumberger, J.A., B.H. Brundage, D.J. Rader, ve ark. *Electron beam computed tomographic coronary calcium scanning: a review and guidelines for use in asymptomatic persons*. Mayo Clin Proc, 1999. 74(3): 243-52.
73. Abedin, M., Y. Tintut, and L.L. Demer. *Vascular calcification: mechanisms and clinical ramifications*. Arterioscler Thromb Vasc Biol, 2004. 24(7): 1161-70.
74. Burke, A.P., F.D. Kolodgie, A. Farb, ve ark. *Morphological predictors of arterial remodeling in coronary atherosclerosis*. Circulation, 2002. 105(3): 297-303.

75. Bellasi, A. and P. Raggi. *Diagnostic and prognostic value of coronary artery calcium screening*. *Curr Opin Cardiol*, 2005. 20(5): 375-80.
76. Greenland, P., L. LaBree, S.P. Azen, ve ark. *Coronary artery calcium score combined with Framingham score for risk prediction in asymptomatic individuals*. *JAMA*, 2004. 291(2): 210-5.
77. Shaw, L.J., P. Raggi, E. Schisterman, ve ark. *Prognostic value of cardiac risk factors and coronary artery calcium screening for all-cause mortality*. *Radiology*, 2003. 228(3): 826-33.
78. LaMonte, M.J., S.J. FitzGerald, T.S. Church, ve ark. *Coronary artery calcium score and coronary heart disease events in a large cohort of asymptomatic men and women*. *Am J Epidemiol*, 2005. 162(5): 421-9.
79. Vliegenthart, R., M. Oudkerk, A. Hofman, ve ark. *Coronary calcification improves cardiovascular risk prediction in the elderly*. *Circulation*, 2005. 112(4): 572-7.
80. Grundy, S.M. *The changing face of cardiovascular risk*. *J Am Coll Cardiol*, 2005. 46(1): 173-5.
81. Detrano, R., A.D. Guerci, J.J. Carr, ve ark. *Coronary calcium as a predictor of coronary events in four racial or ethnic groups*. *N Engl J Med*, 2008. 358(13): 1336-45.
82. Raggi, P., B. Cooil, L.J. Shaw, ve ark. *Progression of coronary calcium on serial electron beam tomographic scanning is greater in patients with future myocardial infarction*. *Am J Cardiol*, 2003. 92(7): 827-9.
83. Arad, Y., L.A. Spadaro, K. Goodman, ve ark. *Prediction of coronary events with electron beam computed tomography*. *J Am Coll Cardiol*, 2000. 36(4): 1253-60.
84. Thaulow, E., J. Erikssen, L. Sandvik, ve ark. *Initial clinical presentation of cardiac disease in asymptomatic men with silent myocardial ischemia and angiographically documented coronary artery disease (the Oslo Ischemia Study)*. *Am J Cardiol*, 1993. 72(9): 629-33.
85. Wilson, P.W., R.B. D'Agostino, D. Levy, ve ark. *Prediction of coronary heart disease using risk factor categories*. *Circulation*, 1998. 97(18): 1837-47.
86. Grundy, S.M., R. Pasternak, P. Greenland, ve ark. *Assessment of cardiovascular risk by use of multiple-risk-factor assessment equations: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association and the American College of Cardiology*. *Circulation*, 1999. 100(13): 1481-92.

87. Raggi, P., T.Q. Callister, and L.J. Shaw. *Progression of coronary artery calcium and risk of first myocardial infarction in patients receiving cholesterol-lowering therapy*. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*, 2004. 24(7): 1272-7.
88. Greenland, P., J. Abrams, G.P. Aurigemma, ve ark. *Prevention Conference V: Beyond secondary prevention: identifying the high-risk patient for primary prevention: noninvasive tests of atherosclerotic burden: Writing Group III*. *Circulation*, 2000. 101(1): E16-22.
89. Bielak, L.F., R.B. Kaufmann, P.P. Moll, ve ark. *Small lesions in the heart identified at electron beam CT: calcification or noise?* *Radiology*, 1994. 192(3): 631-6.
90. Wayhs, R., A. Zelinger, and P. Raggi. *High coronary artery calcium scores pose an extremely elevated risk for hard events*. *J Am Coll Cardiol*, 2002. 39(2): 225-30.
91. Tanaka, A., K. Shimada, M. Namba, ve ark. *Relationship between longitudinal morphology of ruptured plaques and TIMI flow grade in acute coronary syndrome: a three-dimensional intravascular ultrasound imaging study*. *Eur Heart J*, 2008. 29(1): 38-44.
92. Hong, M.K., G.S. Mintz, C.W. Lee, ve ark. *The site of plaque rupture in native coronary arteries: a three-vessel intravascular ultrasound analysis*. *J Am Coll Cardiol*, 2005. 46(2): 261-5.
93. Karha, J., S.A. Murphy, A.J. Kirtane, ve ark. *Evaluation of the association of proximal coronary culprit artery lesion location with clinical outcomes in acute myocardial infarction*. *Am J Cardiol*, 2003. 92(8): 913-8.
94. Gibson, C.M., A.J. Kirtane, S.A. Murphy, ve ark. *Distance from the coronary ostium to the culprit lesion in acute ST-elevation myocardial infarction and its implications regarding the potential prevention of proximal plaque rupture*. *J Thromb Thrombolysis*, 2003. 15(3): 189-96.
95. Maher, J.E., J.A. Raz, L.F. Bielak, ve ark. *Potential of quantity of coronary artery calcification to identify new risk factors for asymptomatic atherosclerosis*. *Am J Epidemiol*, 1996. 144(10): 943-53.
96. Schmermund, A., S. Mohlenkamp, D. Baumgart, ve ark. *Usefulness of topography of coronary calcium by electron-beam computed tomography in predicting the natural history of coronary atherosclerosis*. *Am J Cardiol*, 2000. 86(2): 127-32.
97. American Diabetes, A. *Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus*. *Diabetes Care*, 2008. 31(Supplement_1): S55-60.
98. Fedder, D.O., C.E. Koro, and G.J. L'Italien. *New National Cholesterol Education Program III guidelines for primary prevention lipid-lowering drug*

- therapy: projected impact on the size, sex, and age distribution of the treatment-eligible population. Circulation, 2002. 105(2): 152-6.*
99. Chobanian, A.V., G.L. Bakris, H.R. Black, ve ark. *Seventh report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure. Hypertension, 2003. 42(6): 1206-52.*
 100. Austen, W.G., J.E. Edwards, R.L. Frye, ve ark. *A reporting system on patients evaluated for coronary artery disease. Report of the Ad Hoc Committee for Grading of Coronary Artery Disease, Council on Cardiovascular Surgery, American Heart Association. Circulation, 1975. 51(4 Suppl): 5-40.*
 101. Strong, J.P. *Atherosclerotic lesions. Natural history, risk factors, and topography. Arch Pathol Lab Med, 1992. 116(12): 1268-75.*
 102. Carlson, L.A. and G. Rosenhamer. *Reduction of mortality in the Stockholm Ischaemic Heart Disease Secondary Prevention Study by combined treatment with clofibrate and nicotinic acid. Acta Med Scand, 1988. 223(5): 405-18.*
 103. Schmermund, A., S. Mohlenkamp, and R. Erbel. *Coronary artery calcium and its relationship to coronary artery disease. Cardiol Clin, 2003. 21(4): 521-34.*
 104. Wang, J.C., S.L. Normand, L. Mauri, ve ark. *Coronary artery spatial distribution of acute myocardial infarction occlusions. Circulation, 2004. 110(3): 278-84.*
 105. Moselewski, F., C.J. O'Donnell, S. Achenbach, ve ark. *Calcium concentration of individual coronary calcified plaques as measured by multidetector row computed tomography. Circulation, 2005. 111(24): 3236-41.*