T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
İSTANBUL TIP FAKÜLTESİ
ÇOCUK SAĞLIĞI VE HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

LİSANSLI SPORCU ADOLESANLARDA KALPTEKİ YAPISAL VE ELEKTRİKSEL DEĞİŞİKLİKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

(UZMANLIK TEZİ)

Dr. Deniz Özbay

TEZ DANIŞMANI:
Prof. Dr. Aygün Dindar

İSTANBUL-2020

T.C.
İSTANBUL UNİVERSİTESİ
İSTANBUL TIP FAKÜLTESİ
ÇOCUK SAĞLIĞI VE HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

LİSANSLI SPORCU ADOLESANLARDA KALPTEKİ YAPISAL VE ELEKTRİKSEL DEĞİŞİKLİKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

(UZMANLIK TEZİ)

Dr. Deniz Özbay

TEZ DANIŞMANI:

Prof. Dr. Aygün Dindar

İSTANBUL-2020

ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim boyunca bana destek olan, bilgi ve birikimlerini paylaşan, İ.T.F. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı'nın tüm değerli öğretim üyeleri ve Anabilim Dalı Başkanımız Sayın Prof. Dr. Zeynep Karakaş'a,

Tez çalışmamın her alanında bana destek ve yardımcı olan, yoğun çalışma temposu içerisinde bana değerli vaktini ayıran, beni hep sıcaklıkla karşılayan, çalışkanlığı ile örnek olan tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Aygün Dindar'a

Tez çalışmam boyunca destek ve yardımlarını esirgemeyen, her sorunun çözümü için emek veren Sayın Prof. Dr. Bülent Bayraktar'a ve öğrencisi Dr. Sergen Devran'a

Tez çalışmam boyunca bana destek veren sevgili Uzm Dr. Damla Gökçeer Akbulut ve Uzm. Dr. Gülperi Yağar Keskin'e , ve Çocuk Kardiyoloji ekibinden Gülnur Kürkçü, Melek Kadiğ, Fatoş Karakaş, Arzu Aksu, Ferhat Dadaş'a

Başta eşkıdemlerim olmak üzere, asistanlığımı güzel kılan kliniğimizdeki diğer değerli uzman, asistan doktor, hemşire arkadaşlarıma ve tüm Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı çalışanlarına

Tez verilerimin toplanmasında bana çok büyük desteği olan Sevgili Melda, Fırat, Zeynep ve Yasin'e

Çapa'da da yanımda olmaya devam eden, uğurlu aklıyla hep iyi gelen Medis'e , her derdimin ve keyfimin ortağı Erol'a

Tez sürecimde ve hayatımda desteklerini hep hissettiğim yol arkadaşlarım İpek ve Ecem'e

Asistanlığım sırasında hayattan kopmama izin vermeyen iyi günde ve kötü günde ikinci ailem Feride, Murat, Deniz, Ezgi ve Nesli'ye

Değerlerini hiçbir kelimeyle tarif edemeyeceğim canımın içi kardeşlerim Yağmur ve Mert'e, bu yaşıma dek bir gün elimi bırakmayan annem ve babama, beni hep mutlu eden ve en zor günümde bile gülümseten eşim Turgay'a

İçten minnetimle,

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ ..... **I**
KISALTMALAR ..... **IV**
TABLO LİSTESİ ..... **II**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **III**
EKG LİSTESİ ..... **III**
ÖZET **1**
ABSTRACT ..... Error! Bookmark not defined.
I. GİRİŞ VE AMAÇ **5**
II. GENEL BİLGİLER **7**
II.A. SPORCU KALBİ **7**
II.A.1. Adaptasyonlar ve Yeniden Yapılanma (Spor Fizyolojisi) 8
II.A.2. Elektriksel Değişiklikler 13
II.A.3. Yapısal Değişiklikler 23
II.A.4. Fonksiyonel Değişiklikler 27
II.A.5. Çocuklarda Sporcu Kalbi 30
II.B. SPORCULARIN KALP SAĞLIĞINA DAİR SIK KARŞILAŞILAN SORUNLAR **31**
II.B.1. Fizyolojik ve Patolojik Değişikliklerin Ayrımı 31
II.B.2. Sporun Kardiyovasküler Morbiditesi 32
II.C. SPORCULARDA SAĞLIK TARAMALARI **36**
III. GEREÇ VE YÖNTEM **39**
III.A. ARAŞTIRMANIN MODELİ VE GRUBUN TANIMLANMASI **39**
III.A.1. Araştırmanın Modeli 39
III.A.2. Çalışmaya Dahil Edilen Grupların Tanımlanması 39
III.B. VERİLERİN TOPLANMASI **40**
III.B.1. Katılımcı Bilgi Formu 40
III.B.2. Elektrokardiyografi 41
III.B.3. Ekokardiyografi 44
III.C. VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ – İSTATİSTİKSEL ANALİZ **44**
III.D. ONAYLAR **45**
III.E. MALİ DESTEK **45**
IV. BULGULAR **46**
IV.A. ÇALIŞMA VE KONTROL GRUBUNUN ÖZELLİKLERİ **46**
IV.B. ANAMNEZ VE FİZİK MUAYENE **48**
IV.C. EKG'DE GÖRÜLEN ÖZELLİKLERLE İLGİLİ DEĞERLENDİRME **49**
IV.C.1. Sporcu EKG Değişiklikleri 49
IV.D. EKG'de ÖZELLİKLİ VAKALAR **59**
IV.E. SU TOPU OYUNCULARININ EKOKARDİYOGRAFİK DEĞERLENDİRMELERİ **60**

IV.E.1. Su Topu Oyuncularında Yaşa Göre Ekokardiyografi Ölçümlerinin Karşılaştırması 63
IV.E.2. Su Topu Oyuncularında Antrenman Yılına Göre Ekokardiyografi Ölçümlerinin Karşılaştırması 64
IV.F. EKG'de SOL VENTRİKÜL HİPERTROFİSİ ve EKOKARDİYOGRAFİ 66
IV.G. SPORCULARIN SPORA KATILIM ÖNCESİ MUAYENELERİ 67
V. TARTIŞMA 68
VI. SONUÇ VE ÖNERİLER 83
VII. KAYNAKLAR 87
VIII. EKLER 96
VIII.A. EK 1: KATILIMCI BİLGİ FORMU 96
VIII.B. EK2: ETİK KURUL ONAYI 97
VIII.C. EK3: ETİK KURUL PROTOKOL DEĞİŞİKLİK ONAYI 98
VIII.D. EK 4: AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU 99
VIII.E. EK 5: ÖZGEÇMİŞ 103

KISALTMALAR

AAP : Amerikan Pediatri Akademisi
ABD : Amerika Birleşik Devleti
AHA/ACC : Amerikan Kalp Derneği/Amerikan Kardiyoloji Okulu
AKC : Avrupa Kardiyoloji Cemiyeti
AKÖ : Ani Kardiyak Ölüm
Ao : Aort Çapı
ARVC: Aritmojenik Sağ Ventriküler Kardiyomiyopati
ASVD: Aritmojenik Sağ Ventrikül Displazisi
AV : Atriyoventriküler
BSA : Vücut Yüzey Alanı
CO : Kalp Debisi
COVID-19 : Koronavirüs hastalığı 2019
EF : Ejeksiyon Fraksiyonu
EKG : Elektrokardiyogram
ER : Erken Repolarizasyon
ESC/EHRA : Avrupa Kardiyoloji Derneği/Avrupa Kalp Ritim Birliği
FS : Fraksiyonel Kısalma
GLS : Global Boyuna Gerim
HKM : Hipertrofik Kardiyomyopati
IGF-1 : Insülin Benzeri Büyüme Faktörünün
IRBBB :Kısmi Sağ Dal Bloğu
IVS : Interventriküler Septum
KPR : Kardiyopulmoner Resüsitasyon
LA : sol atriyum çapı
LBBB : Sol Dal Bloğu
LV : Sol Ventrikül
LVEDD : Sol Ventrikül Diyastol Sonu Boyutu
LVEDV: Sol Ventrikül Diyastol Sonu Hacmi
LVESD : Sol Ventrikül Sistol Sonu Boyutu
LVESV : Sol Ventrikül Sistol Sonu Hacmi
LVH : Sol Ventrikül Hipertrofisi
LVID : Sol Ventrikül İç Çapı
LVM: Sol Ventrikül Kitlesi
LVNC: Sol Ventrikül Noncompaction Kardiyomiyopati
LVPW : Sol Ventrikül Arka Duvarı
MİK : Maksimum İstemli Kas Kasılması
MRG: Manyetik Rezonans Görüntüleme
PVC : Erken Ventriküler Kontraksiyon
PLAX : Parasternal Uzun Eksen
PSAX : Parasternal Kısa Eksen
QTc : Düzeltilmiş QT mesafesi
RBBB : Sağ Dal Bloğu
RV : Sağ Ventrikül
RVH : Sağ Ventrikül Hipertrofisi
SADS: Ani Aritmik Ölüm Sendromu
SS : Standart Sapma
SV : Atım Hacmi
TWI : T Dalga Negatifliği
VKİ : Vücut Kitle İndeksi
VO2: Vücudun Dakika Oksijen Tüketimi
WPW : Wolff-Parkinson-White

TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Sporcu Kalbini Kardiyomiyopatilerden Ayıran Ekokardiyografik Özellikler....26
Tablo 2: Ani Kardiyak Ölüm Sıklığını Araştıran Çalışmalar....35
Tablo 3: Sporcularda Elektrokardıyografik Yorum İçin Uluslararası Uzlaşı Standartları: EKG Kriterlerinin Tanımları....43
Tablo 4: Sporcuların Spora Devam Ettiği Yıl ve Ortalama Antrenman Süreleri47
Tablo 5:Sporcu ve Kontrol Gruplarının Özellikleri....48
Tablo 6: Prehipertansif Sporcuların Kan Basıncı Değerleri....47
Tablo 7: Tüm Katılımcıların Kan Basıncı Değerleri....49
Tablo 8: Sporcu Ve Kontrol Gruplarının Ritim, Hız ve PR Mesafesi Karşılaştırılmaları....50
Tablo 9: Sporcu ve Kontrol Gruplarının IRBBB ve QRS Aks Karşılaştırmaları....51
Tablo 10:Sporcu ve Kontrol Grupları Repolarizasyon Değişkenleri Karşılaştırması....52
Tablo 11: Kontrol ve Sporcu Gruplarında Sol Ventrikül Hipertrofi Kriterleri...54
Tablo 12: Kontrol ve Sporcu Gruplarında LVH Gösteren Derivasyonların Amplitüdleri....54
Tablo 13: Kontrol ve Sporcu Grubunda RVH'ye İlişkin Parametreler....55
Tablo 14: ≥ 14 Yaş ve <14 Yaş Sporcuların Karşılaştırılması....56
Tablo 15: ≥ 14 ve <14 Yaş Sporcuların Ritim, Hız ve PR Mesafesi Karşılaştırmaları....57
Tablo 16:≥14 ve <14 Yaş Sporcuların Repolarizasyon Değişkenleri Karşılaştırması....57
Tablo 17: Su Topu Oyuncularının Özellikleri....61
Tablo 18: Su Topu Oyuncularının Antrenman Süreleri....61
Tablo 19: Su Topu Oyuncuları M-Mod Ekokardiyografi ile Yapısal Değerlendirmesi....62
Tablo 20: Su Topu Oyuncuları M-Mod Ekokardiyografi ile Sistolik Fonksiyon Değerlendirmesi....63
Tablo 21: Su Topu Oyuncuları M-Mod Ekokardiyografi ile Diyastolik Fonksiyon Değerlendirmesi....63
Tablo 22: :≥ 14 ve <14 Yaş Sporcuların EKO Ölçümlerinin Karşılaştırması....64
Tablo 23:Sporcularda Antrenman Süresine Göre EKO Ölçümlerinin Karşılaştırması....65
Tablo 24:EKG'de Sol Ventrikül Hipertrofisi ve Ekokardiyografi Korelasyonun....66
Tablo 25:Spor Öncesi Muayene Oranları....67

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Sporların Sınıflandırılması 10
Şekil 2: Sporcu kalbi: elektriksel, yapısal ve fonsiyonel değişiklikler. 12
Şekil 3: "2017 sporcularda elektrokardiyografi yorumlaması için uluslararası öneriler" 15
Şekil 4: EKG'de Erken Repolarizasyon Bulguları 21
Şekil 5: A) EKO'da M-Mode PLAX Penceresi; IVS, PW, EDD B) EKO'da M-Mode PSAX Penceresi; IVS, PW, EDD, ESD 24
Şekil 6: Yoğun antrenmanlar yapan bir dayanıklılık sporcusu ve hipertrofik kardiyomiyopati fenotipi yeni ortaya çıkmakta olan bir hasta 29
Şekil 7:Spor Dallarına Göre Dağılım 46

EKG LİSTESİ

EKG 1: Sinüs Bradikardisi (hız 40 atım/dk.) 16
EKG 2: Sinüs Aritmisi 16
EKG 3:Bradikardi ve Mobitz tip I (Wenkebach) 2˚ AV blok, ... 16
EKG 4: Kavşak Ritmi (Qrs Kompleksinin Hızı P Dalga Hızından Fazla) 17
EKG 5: Ektopik Atriyal Ritim (Ektopik P Dalgaları Iı, Iıı, Avf'de Negatif) 17
EKG 6: Sporcu Bir Gençte Artmış Qrs Voltajı 18
EKG 7: Hipertrofik Kardiyomiyopati(Artmış Qrs Voltajı Beraberinde T Negatifliği) 18
EKG 8: ARVC; V1 Uzamış S Dalgası, Ekstremite Derivasyonlarında Düşük Voltaj, V1-V4 ve III ve AVF'de Negatif T Dalgaları 19
EKG 9:ARVC; II, III, aVF, V1–V3' DE T dalga negatifliği, V1 ve V2'de epsilon dalgasıyla birlikte IRBBB, ekstremite derivasyonlarında düşük voltaj 19
EKG 10: Kısmi sağ dal bloğu (IRBBB)(V1'DE RSR') 20
EKG 11: A) IRBB, B) Brugada Paterni 20
EKG 12: Erken Repolarizasyon: I, II, aVF, V2 – V6 Erken Repolarizasyon (J noktası ve ST elevasyonu), V4-V5 uzun, Sivri T dalgaları 21
EKG 13: 14 yaşında Bir Futbolcuda V1-V3 T Negatifliği 22
EKG 14: Siyahi Bir Sporcuda V1-V4 Derivasyonlarında "kubbeli" ST Yüksekliği ve Ardından T Dalga Negatifliği 23
EKG 15: Sinüs Bradikardisi (47 Atım/Dakika), 16 Yaşında Kız Yüzücü 50
EKG 16: 1.˚ AV Blok (PR 240 Msn), 16 Yaş Futbolcu Erkek 50
EKG 17:Kısmi Sağ Dal Bloğu, 15 Yaş Erkek, Su Topu Oyuncusu 51
EKG 18:Erken Repolarizasyon, J Dalgası, 15 Yaş Erkek, Su Topu Oyuncus ... 53
EKG 19: Erken Repolarizasyon, 16 Yaş Futbolcu Erkek 53
EKG 20: Artmış QRS Voltajı, IRBB, Erken Repolarizasyon, Bradikardi, 17 Yaş, Triatlon, Erkek 55
EKG 21: Bigemine Ventriküler Erken Kompleksler, 12 Yaş Erkek, Su Topu.. 59
EKG 22: 6 Atımda 1 Erken Ventriküler Kompleksler, 14 Yaş Erkek, Futbol ... 60

ÖZET

Lisanslı Sporcu Adolesanlarda Kalpteki Yapısal ve Elektriksel Değişikliklerin Değerlendirilmesi

Giriş: Spor kalpte yapısal ve elektriksel değişikliklere neden olur. Kimi zaman bu değişiklikler ani kardiyak ölüme neden olan hastalıkların bulgularıyla karışabilmektedir. Bu nedenle sporcularda; spora bağlı değişikliklerle spordan bağımsız patolojik değişiklikleri ayırabilmek büyük önem taşır. Erişkin sporcuların kardiyak bulgularına eğilen çalışmalar olsa da büyüyen ve olgunlaşan çocuk sporcu kalbinin sporla etkileşimi yeterince araştırılmış bir konu değildir.

Amaç: Çalışmamızda farklı spor dallarından çocuk ve adolesan sporcuların kalbindeki elektriksel ve yapısal farklılıkları ve bunların sıklıklarını kaydetmeyi, yaş ve antrenman süresinin bu değişiklikler üzerindeki etkikilerini araştırmayı amaçladık.

Araç ve Yöntemler: Çalışmamıza 10-18 yaş aralığında en az 2 yıldır haftada 5 saatin üzerinde antrenman yapan su topu, yüzme, futbol ve triatlon branşlarından 93 sporcu çocuk dahil edildi. Bu grupla yaş ortalaması ve antropometrik ölçümler açısından eşleşen ve haftada 2 saatin altında fiziksel aktiviteye katılan 10-18 yaş aralığında 41 sağlıklı çocuktan oluşan bir kontrol grubu seçildi. Oluşturulan standart form kılavuzluğunda tüm katılımcıların kardiyovasküler anamnez ve fizik muayenesi tamamlandı. Fizik muayenenin ardından hastanın elektrokardiyografisi çekildi. Bununla birlikte 27 sporcunun ekokardiyografik değerlendirmesi yapıldı.

Bulgular: Sporcu grubunda kontrol grubuna kıyasla; kalp atım hızı 14 atım/dakika daha düşük ($p<0,000$) ve QTc mesafesi daha uzundu (407,4± 19,0 msn'ye 398,8± 22,2 msn, $p<0,03$). Sinüs bradikardisi, kısmi sağ dal bloğu, erken repolarizasyon görülme sıklığı sporcularda daha fazlaydı (sırasıyla %16'ya 0, $p<0.000$; %50,5'e %22, $p<0,02$; %60,2'ye %22, $p<0,00$). Sokolow-Lyon sol ventrikül hipertrofi, Peguero-Lo Presti sol ventrikül hipertrofi, Sokolow-Lyon sağ ventrikül hipertrofi kriterlerinin karşılanma oranı sporcu grubunda daha fazlaydı(sırasıyla 42'ye %19,5 $p<0,012$; %61'e %27 $p<0,001$;%26'ya %5). Sporculardan ≥14 yaş olanlarda kalp hızı daha düşük, PR mesafesi daha uzun, sinüs bradikardisi ve erken repolarizasyon daha sık saptandı. Sporcular ve kontroller arasında T dalga negatifliği görülme sıklığı benzer bulunurken sporcu grubu içinde T dalga negatifliği ve V1-V2'de T dalga negatifliği 14 yaşın altındakilerde daha sık bulundu. Sporcu grubunda iki katılımcıda erken

ventriküler atımlar saptandı. Bunun dışında hiçbir katılımcıda patolojik EKG bulgusu izlenmedi.

Su topu oyuncularının ekokardiyografik değerlendirmesinde; IVSd Z-skoru 3±1,5; IVSs Z-skoru 2,9±0,8 bulundu. Diğer ekokardiyografik ölçümler normal referans aralıkları dahilindeydi. 14 yaşında ve daha büyük su topu oyuncularında IVSd, IVSs, IVSd Z-skoru, IVSs Z-skoru ve IVS/LVPW artmış olarak bulundu ($p<0,05$). Beş yıl ve daha uzun süredir antrenman yapan sporcularda IVSs, IVSs Z-skoru ve IVS/LVPW daha yüksekti ($p<0,05$).

Sonuçlar: Çalışmamız çocuk ve adolesan sporcularda düzenli ve uzun süreli antrenmanın, EKG'de bradikardi, sinüs aritmisi, kısmi sağ dal bloğu, repolarizasyon değişiklikleri ve ventriküler hipertrofisi ile ilişkili olduğunu doğrulamaktadır. Bu tür değişikliklerin bir bölümünün sıklığı ve dağılımı kronolojik yaştan ve antrenman süresinden etkilendiği görülmüştür. Çalışmamızda ayrıca yine düzenli ve uzun süreli antrenman yapan su topu oyuncularında ekokardiyografide hem sistol hem diyastolde interventriküler septum kalınlığının kabul edilen referans aralığının üst sınırından daha fazla olduğunu ve sol ventrikül arka duvarına oranla kalınlığının arttığını gösterdik.

Anahtar kelimeler: Sporcu kalbi, elektrokardiyografi, ekokardiyografi

ABSTRACT

Evaluation of Electrical and Structural Changes in Adolescent Athlete's Heart

Introduction: Training causes electrical and structural adaptations in the heart. At times these adaptations may be confused with findings of diseases that cause sudden cardiac death. Therefore, it is of great importance to distinguish between training related changes and pathological changes. Although there are studies focusing on the cardiac findings of adult athletes, the interaction of the growing and maturing heart of child athlete with sports is not a subject that has been studied sufficiently.

Aim: We planned to record the electrical and structural differences in the hearts of adolescent athletes' from different sports branches and to investigate the effects of age and training period on these changes.

Materials and Method: A total of 93 athletes between the ages of 10-18, from the branches of water polo, swimming, football and triathlon who have been training more than 5 hours a week for at least 2 years, were included in our study. A control group of 41 healthy children between the ages of 10-18 who were matched to athletes in terms of mean age and anthropometric measurements and engaged in physical activity for less than 2 hours per week was formed for comparisons. Cardiovascular anamnesis and physical examination of all participants were completed according to a standard form. Following the physical examination, the patient's electrocardiography was taken. In addition, echocardiographic evaluation of 27 athletes was done.

Results: In the athlete group the heart rate was slower by 14 beats / minute ($p<0.000$) and QTc distance was longer (407.4 ± 19.0 msec vs 398.8 ± 22.2 msec, $p<0.03$) compared to control group. The incidence of sinus bradycardia, partial right bundle branch block, early repolarization was higher in athletes (16% vs. 0, $p<0.000$; 50.5% vs. 22%, p:<0.02; 60.2% vs. 22%, respectively, $p<0.00$). More athletes meet with Sokolow-Lyon left ventricular hypertrophy criteria, Pegueri-Lo Presti left ventricular hypertrophy criteria, and Sokolow-Lyon right ventricular hypertrophy criteria than controls (42% vs 19,5% p <0,012; 61% vs 27% $p<0.001$ and 26% vs %5, $p<0,000$ respectively). Heart rate was lower, PR interval was longer, sinus bradycardia and early repolarization were more common in athletes older than 14 years

old. While the frequency of negative T waves was found to be similar between athletes and controls**,** negative T waves and negative T waves in V1-V2 were more common in those under 14 within the athlete group. Premature ventricular contractions were detected in two participants in the athlete group. Apart from this, no pathological ECG findings were observed in any participant.

In the echocardiographic evaluation of water polo players; IVSd Z-score was 3 ± 1.5 and IVSs Z-score was 2.9 ± 0.8. Other echocardiographic measurements were within normal reference ranges. IVSd, IVSs, IVSd Z-score, IVSs Z-score and IVS / LVPW were found to be increased in water polo players aged 14 and older ($p < 0.05$). IVSs, IVSs Z-score and IVS / LVPW were higher in athletes training for five years or more ($p < 0.05$).

Conclusion: Our study confirms that regular and long-term training is associated with bradycardia, sinus arrhythmia, partial right bundle branch block, repolarization changes and ventricular hypertrophy in children and adolescent athletes. It is observed that the frequency and distribution of some of these changes are affected by chronological age and duration of training. In our study, we also showed that the thickness of the interventricular septum in echocardiography was greater than the upper limit of the accepted reference range and that its thickness increased compared to the posterior wall of the left ventricle in water polo players who trained regularly and for a long time.

Keywords: Adolescent athlete’s heart, electrocardiography, echocardiography

I. GİRİŞ VE AMAÇ

Sedanter yaşamın ve yüksek kalori alımının bir sonucu olan obezite günümüzde bir epidemi olarak ele alınmaktadır [1], [2]. Aynı sebeplerle ortaya çıkan koroner arter hastalığı günümüz dünyasında en sık karşılaşılan ölüm sebebidir [3]. Obezite ve ona bağlı olarak gelişen hipertansiyonun, hiperlipideminin, diyabetin ve iskemik kalp hastalıklarının önlenmesinde spor oldukça yararlıdır [4]. Çocukların spora katılımı, bahsettiğimiz morbiditelerin önlenmesinin ötesinde büyüme ve gelişme sürecinin de olumlu bir destekleyicisidir. Spor kulüplerinde ve okul takımlarında birçok çocuk düzenli ve sürekli antrenman yapmakta, bunların bir kısmı geleceğin elit atletleri olmak üzere yoğun tempolarla çalışmaktadır. Bu yoğun çalışmanın sonucunda, erişkin atletlerde olduğu gibi çocuk atletlerin de kalbinde yapısal ve elektriksel adaptasyonlar meydana gelmektedir[5].

Ani kardiyak ölüm toplum için, özellikle çocuk ve gençlerde spor aktiviteleri sırasında gerçekleştiğinde, dramatik ve yıkıcı bir durum oluşturur. Kalp hastalıklarının sporcu genç popülasyonda taranması ile riskli çocukları belirlemek, morbidite ve mortaliteyi azaltmak mümkündür [6]. Tarama testlerinin yaygınlaşarak bir standart haline gelememe nedenlerinden biri de “sporcu kalbi”ni patolojik bulguları olan bir kalpten ayırmanın güçlükleridir. Bunun yanında sporcuların yapısal ve elektriksel kardiyolojik adaptasyonlarını tanımlayan, ortak kanaat oluşturarak patolojik ve fizyolojik süreçleri birbirinden ayırt eden çalışma ve kılavuzların sayısı giderek artmaktadır. Bu nedenle sporcu çocukların kardiyolojik değerlendirmesi giderek önem kazanmaktadır. Genç sporcularda da ani kardiyak ölümün sebebi toplumun geri kalanında olduğu gibi doğumsal ve genetik hastalıklardır. Ancak bazen yoğun antrenman temposu bu hastalıkların seyrini hızlandırabilir. Bu nedenle yarışmalı sporlara katılan sporcularda kalp sağlığı taraması yapılması ve risk taşıyan bireylerin belirlenmesi önemlidir.

Çalışmanın Amacı

Çalışmamızda genç atletlerin kardiyolojik değerlendirmesinde görülen yapısal ve elektriksel değişiklikler ve bunun antrenman süresi ile ilişkisi araştırılmaktadır. Katılımcıların bir kısmına öykü ve fizik muayenenin yanı sıra ekokardiyografi ve elektrokardiyogram ile tarama uygulanırken bir kısmı pandemi koşulları nedeniyle sadece elektrokardiyogram ile değerlendirilebilmiştir.

Çalışma Sonucunda Beklenen Yararlar

Çalışmamızda, kardiyak problem saptanan atletlerin, ileri tetkik ve tedavisinin yapılarak, sağlık durumunu koruyacak ve sürdürebilecek bir şekilde spora devam etmesini amaçlıyoruz. Bununla birlikte çalışmamızın, çocuk atletlerin kardiyak taramasının yararlarını ortaya koymasını, standart bir tarama programı oluştururken kullanılacak literatüre katkı sağlamasını umuyoruz. Ülkemizde çocuk atletlerin yapısal ve elektriksel kardiyak değerlendirmelerini ortaya koyan büyük ölçekli bir çalışma bulunmadığından, çalışmamız ile bu konuya katkı sağlamayı hedefliyoruz.

II. GENEL BİLGİLER

II.A. SPORCU KALBİ

Sporcu kalbi yüz yılı aşkın bir zamandır tıp dünyası tarafından incelenmektedir. Bu konudaki ilk çalışmalar 1899 yılında Avrupa ve Kuzey Amerika'da eşzamanlı olarak yayımlanmıştır. İsveçli Henschen, kayakçılarla gerçekleştirdiği çalışmasında oskültasyon ve perküsyon teknikleri ile sporcuların kalp boyutlarının arttığını göstermiştir. Harvard Üniversitesi kürek takımıyla çalışan Eugene Darling de bu sporcularda Henschen'inkine benzer bulgular gözlemlemiştir [7], [8]. Her iki araştırmacı da kaydettikleri değişiklikleri olumlu adaptasyonlar olarak yorumlasalar da sporcu kalbinin fizyolojik sınırlarda bir adaptasyon mu yoksa aşırı kullanıma bağlı gelişen patolojik değişiklikler mi olduğu halen tartışılmaktadır[7]. Sporcu kalbinin "büyüklüğü" tespit edildikten sonra ritminde de farklılıklar görülmüştür. Boston maraton koşucularının koşu sonrası nabızları/ritimleri konusunda ilk gözlemleri yayımlayan White, aynı zamanda sporculardaki sinüs bradikardisini ilk ortaya koyan araştırmacıdır [9], [10] . Sporcu kalbinin elektrofizyolojisini ayrıntılı bir şekilde inceleyen çalışmalar günümüze kadar devam etmiştir[5], [11].

Ekokardiyografi, sporcu kalbinin özelliklerinin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılmış ve spor ile ilişkili biventriküler hipertrofi bu yöntemle gösterilmiştir [12], [13]. Sporcu kalbinin elektrokardiyografik ve ekokardiyografik bulguları hipertrofik kardiyomiyopati (HKM) veya Aritmojenik Sağ Ventrikül Displazisi (ASVD) gibi bazı kardiyomiyopati bulgularıyla benzeşmektedir. Sporcu kalbi üzerine çalışan araştırmacılar, sporcu kalbini bu kardiyomiyopatilerden ayırt etmek amacıyla algoritmalar geliştirmiştir [14]. Kardiyak fonksiyonların ölçülmesini sağlayan doku doppler ve *speckle-tracking* yöntemleri sayesinde yapısal fenotipi aynı olan patolojik ve fizyolojik değişikliklerin ayırt edilmesi kolaylaşmıştır [15], [16]. Kardiyak manyetik rezonans görüntüleme ile birlikte, sporcu kalbinin yapısal ögeleri daha önce olmayan bir netlikle ortaya konmuş, patolojik ve fizyolojik boyutlar arasında sınırlar çizilmiştir[17]. Ekokardiyografiden daha net bir şekilde yapısal bilgileri veren kardiyak MR görüntülemenin bir başka avantajı da kontrast madde kullanıldığında miyokardiyal fibrozis alanlarını göstermesidir [18].

Bu çalışmalar ışığında, “sporcu kalbi”, düzenli antrenman sonucu oluşan yüksek kalp debisi ve değişken dolum hacimlerinin kalpte yarattığı yapısal ve fonksiyonel değişikliklerin tümü olarak tanımlanır [19]. Bu değişikliklerin en yoğun görüldüğü grup, dayanıklılık egzersizlerine ağırlık veren sporculardır. Bununla birlikte, sporcu kalbi bir patolojiye işaret etmez ve antrenmanlara ara verilmesi ile kalpteki bulgular geriler [4], [19]. Yeniden yapılanmanın (remodelling) ne miktarda egzersizden sonra ortaya çıktığına dair bilgilerimiz halen yetersiz olmakla beraber bir meta-analizde haftada 3 saatin üzerinde egzersizin istirahat kalp tepe atımını düşürdüğü, maksimum VO2’yi ve sol ventrikül kitlesi ise arttığı gösterilmiştir [20]. Yine güncel bir derlemede her hafta en az 4 saat yoğun egzersiz yapan her bireyin kalbinde, gerekli kardiyak debiyi sağlamak için elektriksel, yapısal ve fonksiyonel değişikliklerin gelişeceği sonucuna ulaşılmıştır [21].

II.A.1. Spor Fizyolojisi ve Sporcu Kalbinde Adaptasyonlar

Uzun süreli ve düzenli egzersiz sonucunda kalpte gözlenen elektrofizyolojik, yapısal ve fonksiyonel adaptasyonlar “sporcu kalbi” olarak adlandırılmıştır[7]. Sporcu kalbi bir kavram olarak ortaya koyulduktan sonra, adaptasyonlar yakından incelenerek oluşan değişikliklerin öngörülebilirliği ve sonuçları araştırılmaya başlanmıştır. Sporcu kalbindeki değişikliklerin kliniğe yansıması iki ana başlıkta özetlenebilir: istirahatte bradikardi ve artmış kalp boyutları [22], [23].

Vücut, herhangi bir aktiviteyi gerçekleştirmek için oksijene ihtiyacı duyar. İhtiyaç duyulan oksijen miktarı, yapılan egzersizin yoğunluğuyla bağlantılıdır. Egzersiz sırasındaki artmış oksijen ihtiyacı, akciğerlerde artmış oksijen alımı (VO2) ile sağlanır. Kardiyovasküler sistem oksijen açısından zengin kanı akciğerlerden alarak istemli kaslara taşır. Bu sürecin ölçülebilir ifadesi kalp debisidir (CO). Kalp debisi, VO2 ile doğrudan ilişkilidir. Atım hacmi (SV) ve kalp hızının çarpımı olan kalp debisi, yoğun egzersiz sırasında 5-6 kata kadar artar. Bu artış parasempatik geri çekilme ve sempatik aktivasyon ile sağlanır. Kalp debisindeki artışı asıl sağlayan ise kalp hızındaki yükselmedir. Ulaşılabilen maksimum kalp hızı sporcunun antrenman düzeyine göre değişmezken atım hacmi sporcunun antrenman düzeyine göre değişkenlik gösterir: Yoğun çalışan üst düzey sporcularda yüksek atım hacimleri görülür. Atletlerin kalbinde görülen en önemli değişiklik kalp odacıklarının genişlemesi ve buna bağlı artan atım hacmidir. Atım hacminde meydana gelen artış büyük ölçüde diyastol sonu ventriküler volümün (LVEDV) artmasından kaynaklanır. Sempatik aktivasyon ve azalmış sistol sonu hacminin de kalp debisi üzerinde, daha az olmakla birlikte, etkisi vardır[24].

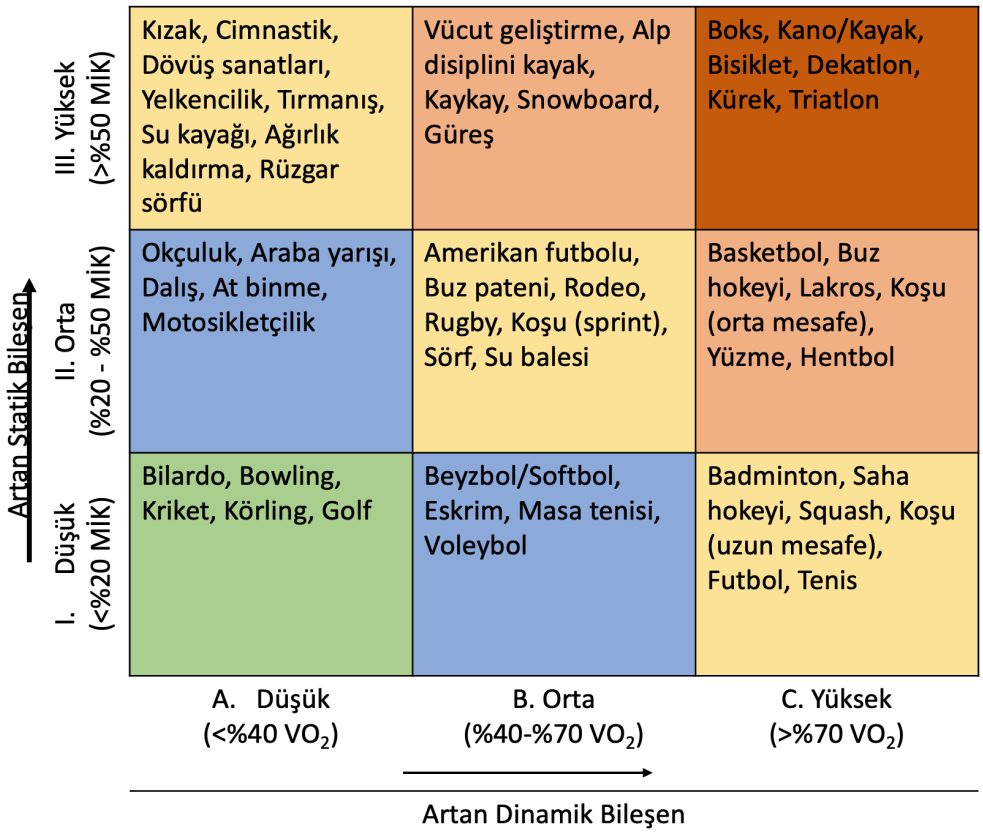
Sporcu kalbinin fizyolojisi tartışılırken spesifik spor türlerinin farklı adaptasyonlara yol açıp açmadığı sorusu ortaya çıkmıştır. Morganroth ve arkadaşları 1975 yılında yayımladıkları bir çalışma ile literatüre uzun dönem hâkim olacak bir fikri gündeme getirmiştir. Bu çalışmada yaş ve cinsiyet olarak eşleştirilmiş sporcular ve kontrol grubunun kalplerindeki yapısal değişiklikler karşılaştırılarak sporcu kalbinde oluşan adaptasyonların spor spesifik olduğu hipotezi ortaya atılmıştır. Uzun mesafe koşucularının ve yüzücülerin kalplerinde sol ventrikül duvar kalınlığı (LVWTd) artmaksızın sol ventrikül kitlesinde artış görülmüştür. Bu durum, birincil olarak artmış diyastol sonu sol ventrikül hacmi (LVEDV) ile açıklanmış, kalp boşlukları ve duvar kalınlıklarının dengeli bir artış gösterdiği eksantrik sol ventrikül hipertrofi modeline yakın olarak düşünülmüştür. Güreşçi ve güllecilerin kontrol grubuyla karşılaştırılmasında ise duvar kalınlığı artarken diyastol sonu volümün sabit kaldığı görülmüştür. Bu değişim konsantrik sol ventrikül hipertrofi modeline yakın bulunmuştur. Morganroth ve arkadaşları, bu gözlemlere dayanarak dayanıklılık egzersizlerinde hemodinamik değişikliklerin, aort ve mitral yetersizlik patofizyolojisinde olduğu gibi hacim yükü oluşturduğunu; güç egzersizlerinin ise aort stenozuna ya da hipertansiyona benzer şekilde, art yükü arttırarak değişiklikler yarattığını iddia etmiştir [1], [25]. Bu iki model kalbin sistolde ventrikül duvarlarındaki stresi azaltmak adına uğradığı farklı adaptasyonlar olarak yorumlanmıştır [24], [26]–[28].

Bu yorumun temelinde, spor çeşitlerinin kardiyovasküler perspektifle dinamik (izotonik) ve statik (izometrik) egzersizler olarak sınıflandırılması yatar. Statik egzersiz (direnç-güç egzersizleri) hareketi yapmak için gereken maksimum istemli kas kasılması (MİK) ile ölçülmektedir. İzometrik aktiviteler olarak da bilinen statik aktiviteler belli bir dirence karşı gösterilen kas gücü olup güreş ve halter gibi spor dallarında yoğunlukta olan egzersiz bileşenidir. İzometrik aktivitelerin kardiyovasküler sisteme yansıması MİK'in büyüklüğüne ve aktiviteye katılan kas gruplarının sayısına bağlıdır. Oluşan kasılma sistemik vasküler direnci yükselterek kan basıncını arttırır. Bununla birlikte bu çeşit egzersizlerde kalp debisinde ya da tüm vücut dakika oksijen tüketiminde (VO2) büyük değişiklikler beklenmez.

Dayanıklılık egzersizleri olarak da isimlendirilen dinamik egzersizler ise vücudun hareket etmesiyle kasların kasılması olarak düşünülebilir. İzotonik egzersiz olarak adlandırılan bu egzersizler düşük bir dirence karşı tekrar eden aktivitelerden oluşur. Dinamik egzersizlerde çalışan kasların metabolik gereksinimleri statik egzersizlere göre daha fazladır. Özellikle yoğun dinamik egzersizlerde VO2, istirahatte olduğu değerlerin on katına kadar yükselebilir. Artmış oksijen ihtiyacını karşılayabilmek için de kalp debisi katlanarak artar. Eş zamanlı kan basıncı artsa bile çalışan kasların damar yatağında oluşturduğu vazodilatasyona bağlı sistemik vasküler

direnç düşer. Sonuç olarak dinamik egzersizlerin hemodinamik değişikliklerle volüm yükü yarattığı düşünülmüştür.

'Morganroth Hipotezi' olarak anılan ve bir dönem spor kardiyoloji literatürüne hâkim olan hipotez, statik egzersizlerin konsantrik hipertrofi ile, dinamik egzersizlerin ise eksantrik hipertrofi ile sonuçlandığı öne sürer. Fakat statik egzersiz ve dinamik egzersiz tanımlamaları bir spektrumun iki ucu olarak görülmelidir. Çünkü fiziksel aktivitelerin tamamına yakını hem statik hem dinamik bileşenleri birlikte içerir[24]. Bu tanımlardan yararlanılarak, spor çeşitleri kardiyovasküler bakış açısı ile statik ve dinamik bileşenlerine göre **Şekil 1**'deki gibi sınıflandırılmıştır.



Şekil 1: Sporların Sınıflandırılması
Bu sınıflandırma müsabaka sırasında ulaşılacağı düşünülen tepe statik ve tepe dinamik bileşenlere göre oluşturulmuştur. Antrenman sırasında daha yüksek seviyelere ulaşabilir. Artan dinamik bileşen maksimal oksijen tüketimi ile ilişkilidir ve kardiyak debide artış ile sonuçlanır. Artan statik bileşen maksimum istemli kas kasılması (MİK) ile ilişkilidir ve kan basıncında artış ile sonuçlanır. Kardiyovasküler çabanın (kan basıncı ve kardiyak debi) en düşük olduğu egzersizler yeşil ile en yüksek olduğu egzersizler kırmızı ile gösterilmiştir. Mavi sarı ve turuncu, sırasıyla, orta-düşük, orta ve orta-yüksek kardiyovasküler çabayı göstermektedir. (36. Bethesda Konferansı: Kardiyak Hastalığı Bulunup Yarışmalı Spor Alanlarında Mücadele Eden Atletlere Uygun Katılım Açısından Öneriler [29])

Bu sınıflandırma 36. Bethesda Konferansı kapsamında kardiyak hastalığı olan ve yarışmalı spor dallarında mücadele eden atletlere önerilerde bulunmak amacıyla yapılmıştır. Fakat daha yaygın olarak Morganroth hipotezinde olduğu gibi sporcu kalbinde oluşan değişiklikleri sınıflandırmak için de kullanılmıştır. Morganroth'un konsantrik ve eksantrik hipertrofi modelleri hipotezi sonraki çalışmalarla kısmen doğrulansa da sporcu kalbindeki yeniden yapılanma mekanizmalarını tanımlamakta yetersiz kalmıştır [30].

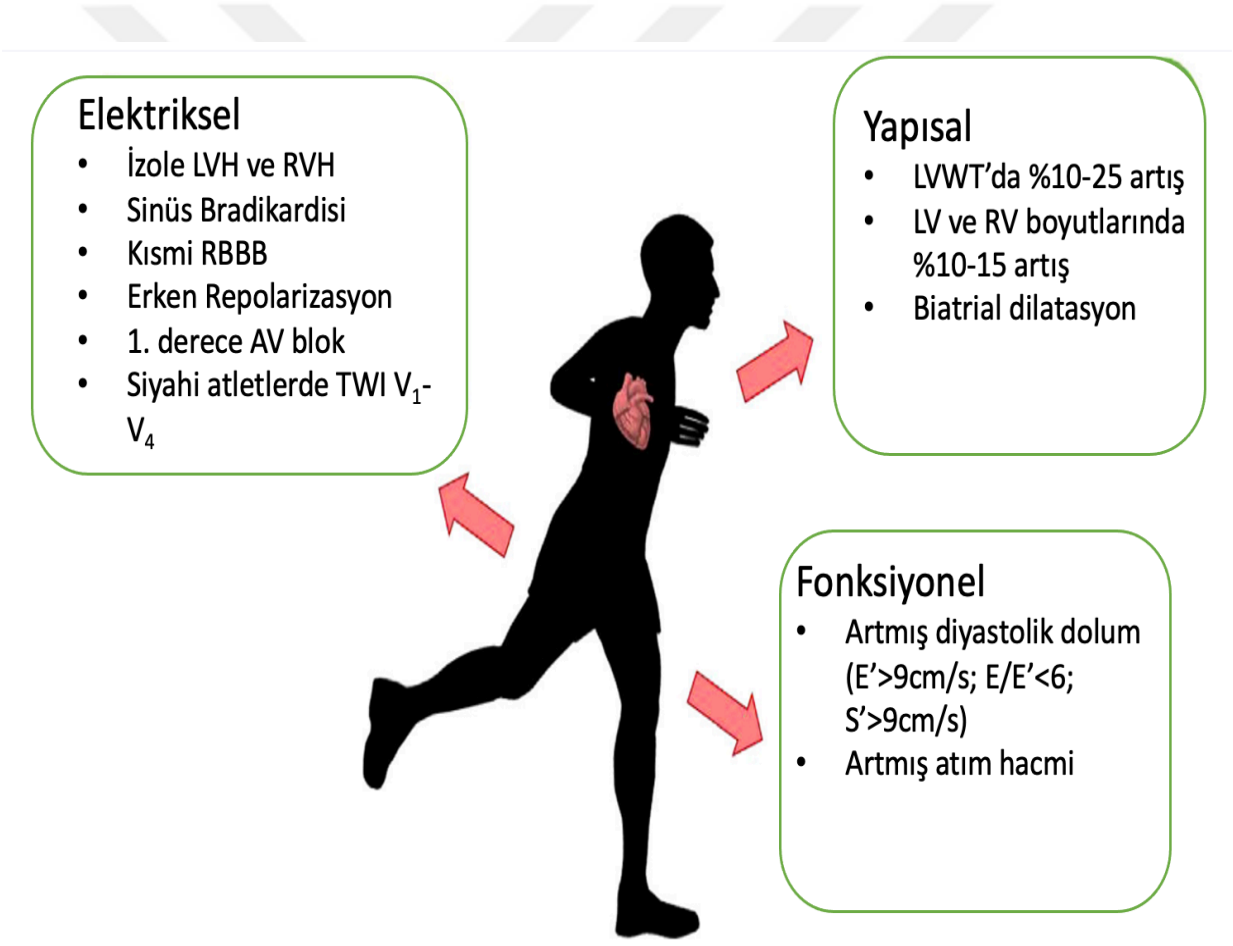
Tüm spor dallarında antrenman programlarının çeşitlilik göstermesi ve bu programların hem dinamik hem statik egzersiz çeşitlerini içermesi spora bağlı kardiyak adaptasyonun konsantrik hipertrofi veya eksantrik hipertrofi modellerinin dışında şekillenmesiyle sonuçlanır [26]. Utomi ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, dinamik bileşen ağırlıklı spor dallarında yarışan sporcularla statik bileşen ağırlıklı spor dallarında mücadele gösteren sporcuların kardiyak parametreleri karşılaştırılmış. Bu çalışmada dinamik ağırlıklı egzersiz grubunda %30 oranında eksantrik hipertrofi görülürken statik ağırlıklı egzersiz grubunda hiçbir sporcuda konsantrik hipertrofiye rastlanmamıştır [31]. Sporla gelişen konsantrik hipertrofi bir hipotez olarak kalmış ve çalışmalarla gösterilememiştir. Yeni ekokardiyografi modaliteleri ve kardiyak manyetik rezonans görüntülemenin (MRG) kullanıldığı güncel çalışmalarda da sporcularda konsantrik hipertrofiye rastlanmamaktadır.

Günümüzde dayanıklılık egzersizleri ile çalışan sporcuların kalbindeki yeniden yapılanmayı anlamakta volüm yükü artışı ile gelişen fizyolojik mekanizma önemlidir. Buna rağmen egzersizin dinamik ve statik bileşenleri kardiyak yeniden yapılanmaya yol açan mekanizmaları açıklamakta tek başlarına yeterli değillerdir. Güncel çalışmalarda kardiyak yeniden yapılanmayı anlamakta egzersiz yoğunluğu, sıklığı ve süresi; dinamik ve statik karşıtlığından daha yol gösterici bulunmuştur[32].

Hücre düzeyinde sportif kardiyak adaptasyonu kontrol eden üç temel unsurdan bahsedilebilir: genetik, hormonal ve hemodinamik faktörler. Bu faktörlerin ortak sonucu olarak hücresel büyüme gerçekleşir [27]. Genetik faktörler, sporcunun kendi genomu ve sporun gen ekspresyonu üzerinde yarattığı değişim olarak ikiye ayrılabilir. Sporcunun genomunun kardiyak adaptasyon düzeyiyle ilişkili olduğu yönünde çalışmalar mevcuttur [32]. Fakat Arabab-Zadeh ve arkadaşları, spor geçmişi olmayan katılımcılarla yaptığı 1 yıllık yoğun dayanıklılık antrenman programı sonrası kalpte gerçekleşen yeniden yapılanmayı gösteren

çalışmalarında bireysel genetik faktörlerin etkinliğine şüpheyle yaklaşmışlardır [33]–[35]. Spor, kişiden bağımsız şekilde pek çok genin ekspresyonunu değiştirmektedir. Örneğin natriüretik faktörün ve nitrik oksitin ekspresyonunun artması, egzersizin sebep olduğu adaptasyonlara katkı sağlamaktadır [36]. Nörohormonal etkenler arasında ise otonom sinir sistemi, plazma katekolaminleri ve anjiotensin 2 gibi vasküler faktörler sayılabilir. Hormonal faktörlerin sürece etkisi, hem kadın atletlerde kardiyak hipertrofinin erkeklere göre daha az olması ve hem de puberte öncesi ventrikül duvar kalınlıklarında artış görülmemesiyle örneklendirilebilir[7], [37].

Sporcunun kalbinde gelişen elektriksel, yapısal ve fonksiyonel değişiklikler **Şekil 2**'de özetlenmiştir.



Şekil 2: Sporcu kalbi: elektriksel, yapısal ve fonsiyonel değişiklikler.
Merghani et al. The U-Shaped Relationship Between Exercise and Cardiac Morbidity.[23] AV: atrioventriküler, LV: sol ventrikül, LVH: sol ventrikül hipertrofisi, LVWT: sol ventrikül duvar kalınlığı, RBBB: sağ dal bloğu RV: sağ ventrikül, TWI: T dalgası negatifliği.

II.A.2. Elektriksel Değişiklikler

Düzenli ve yoğun egzersiz kalp boyutlarında artış ve kardiyovasküler sistemde parasempatik sistem hakimiyeti ile sonuçlanır [38]. Aktivite sırasında kardiyak debiyi arttırmak ve yüksek düzeyde tutmak amacıyla gelişen bu fizyolojik değişiklikler sonucunda 'sporcu kalbi' oluşur. Bahsedilen farklılıklar elektrokardiyograma (EKG) yansıyarak sporcu kalbindeki elektriksel değişiklikler olarak adlandırılır. Bu değişiklikleri en sık görülenleri sinüs bradikardisi, birinci derece atriyoventriküler (AV) blok, sol ve sağ ventriküler hipertrofi için voltaj kriterleri, kısmi sağ dal bloğu (IRBBB) ve erken repolarizasyondur (ER). Sağlıklı sporcuların %70'inde sporla ilişkili EKG değişiklikleri görülmekte ve bu değişikliklerin çoğu asemptomatik olduğunda ileri tetkik gerektirmemektedir[39].

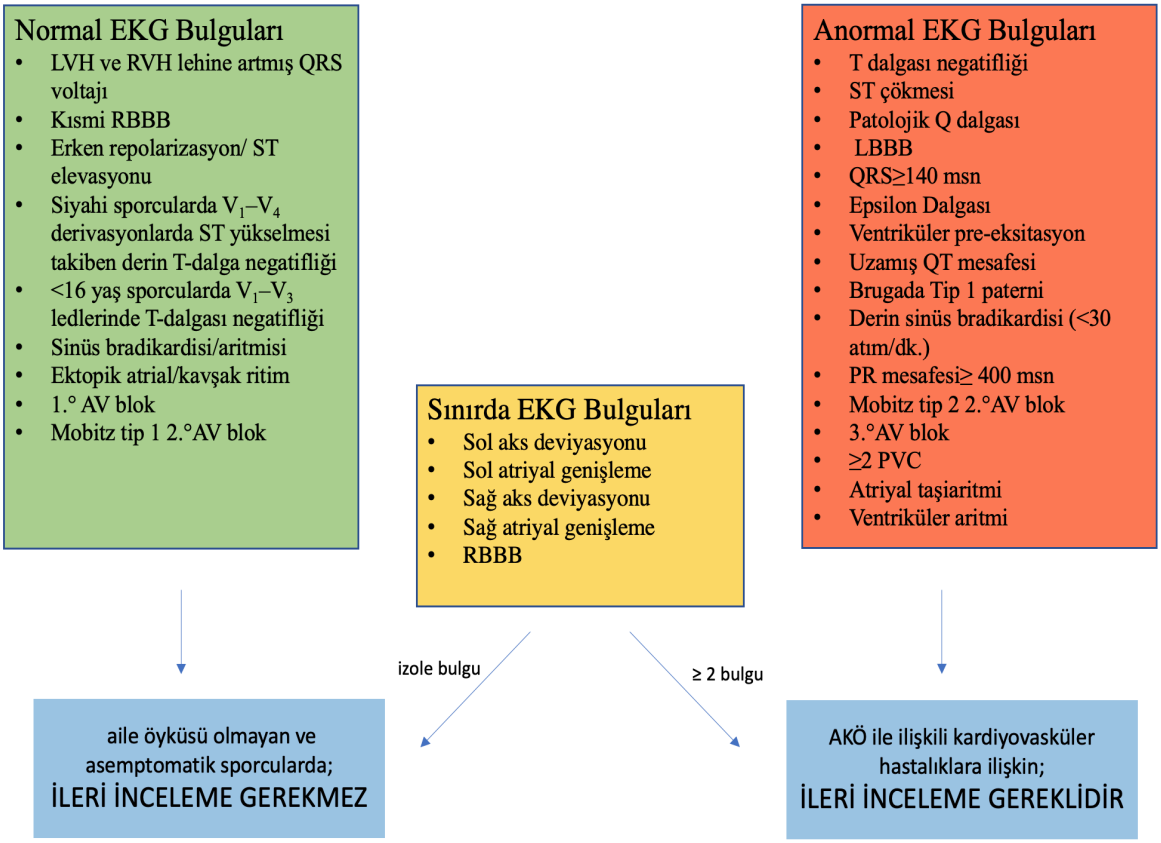
II.A.2.a Sporcu Kalbinde EKG Bulgularına Tarihsel olarak Yaklaşım

1960 yılında Reindell ve arkadaşları, 1967'de ise Butschenko sporcu kalbinde saptanan elektriksel değişiklikler hakkında derlemeler yayımlamıştır. Her iki derlemede de sinüs bradikardisi, kısmi sağ dal bloğu, QRS aksında sağa kayma, T aksında sola kayma, 2. derivasyonda görülen yüksek amplitüdlü P ve T dalgası, uzamış PQ ve QRS intervalleri, prekordiyal derivasyonlarda yüksek T dalgası, en yüksek R dalgası ve en derin S dalgasının toplamının artması ve ST segment değişikliklerinin gözlendiği raporlanmıştır[40]. Van Ganse ve arkadaşları bu derlemelerde sunulan bulguların yaş, cinsiyet ve ırk gibi spor dışı faktörlerden etkilenebilmesi ve anormal olarak raporlanan bulguların toplumda rastlanma sıklığının bilinmemesi sebebi ile bu yayınları eleştirmiş ve 1970'te sporcular ile yaş, cinsiyet ve ağırlık açısından eşleştirilmiş kontrollerin elektrokardiyogramlarını karşılaştırdıkları bir çalışma yayınlamışlardır. Bu çalışmada sporcu ve kontrollerin kardiyak bulguları arasındaki farklar değerlendirilirken, sporcularda görülen bazı özelliklerin patolojik bulgular olmayıp normalin varyantları olduğu ilk kez savunulmuştur [40]. Yıllar içinde sporcu EKG'sinde görülen "farklılıklar"ın klinik anlamı tartışılmaya devam edilmiştir.

EKG'deki adaptif bulguların patoloji olarak yorumlanması olumsuz sonuçlar doğurur. Bazı araştırmacılar yanlış pozitifliklerin sporcuda yarattığı endişe, yapılan ileri tetkikler sonucu oluşan zaman ve para kaybı ve sporcuları gereksiz yere kısıtlaması nedeniyle EKG'nin rutin kullanımını önermemişlerdir [41]. Fakat spor sırasında ani kardiyak ölümle (AKÖ) sonuçlanabilen kalıtsal kalp hastalıklarının pek çoğu istirahat anında çekilen 12-derivasyonlu

EKG ile saptanabilmektedir [29]. Bu hastalıkların tanınıp gerekli önlemlerin alınması kayıpları engelleyebilir. Bu sebeple sporcu EKG'sinde rastlanan fizyolojik adaptasyonlara bağlı değişiklikleri, uzun vadede AKÖ'e sebep olacak patolojik bulgulardan ayırmak önem kazanmıştır. Patolojik EKG bulgularını saptamada duyarlılığı ve özgüllüğü yüksek kılavuzlar hazırlanmıştır. Avrupa Kardiyoloji Cemiyeti ilk olarak 2010'da önerilerini yayımlamış, 2015'te de revize edilen "2012 Seattle Kriterleri" ve "2017 Sporcularda EKG Yorumlaması için Uluslararası Öneriler" bu çalışmaları takip etmiştir [29], [42], [43].

Gelişen kılavuzlarda artan özgüllüğü göstermeyi amaçlayan Dhutia ve arkadaşları, 2011-2014 yılları arasında İngiltere Ulusal Sporcu Sağlık Tarama Programı içerisinde orijinal olarak 2010 AKC kriterleri ile değerlendirilmiş olan 4925 sporcunun EKG'lerini farklı kılavuzlarla değerlendirmişler. Güncel Uluslararası Önerilerin uygulanmasıyla 146 atletin EKG'sinde patolojik bulguya rastlanmış. Diğer kriterlerle karşılaştırıldığında 2010 AKC önerilerine göre %86, Seattle kriterlerine göre %50 ve revize Seattle kriterlerine göre %30 oranında daha az patolojik EKG saptanmıştır [44]. "2017 Sporcularda EKG Yorumlaması için Uluslararası Öneriler", anormal (patolojik) ve normal (fizyolojik) bulgular dışında "sınırda bulgular" kategorisiyle tek birden fazlası bir araya geldiğinde patolojik olabilecek bulgulara yer vermiştir (**Şekil 3**)[29].



Şekil 3: "2017 sporcularda elektrokardiyografi yorumlaması için uluslararası öneriler" (AV: atrioventriküler; LBBB: sol dal bloğu; LVH: sol ventrikül hipertrofisi; RBBB: sağ dal bloğu; RVH: sağ ventrikül; PVC: erken ventriküler kontraksiyon; AKÖ: ani kardiyak ölüm

II.A.2.b. Sporcu Kalbinde görülen EKG Bulguları

Özetle düzenli antrenman sonucunda kalpte görülen elektriksel farklılaşmanın altında artmış vagal uyarı ve kalp odacıklarındaki genişleme yatar. Sporcularda görülen EKG değişiklikleri; ritim ve hızda değişiklikler, depolarizasyonla ilişkili değişiklikler ve artmış QRS voltajları olarak sıralanabilir [45].

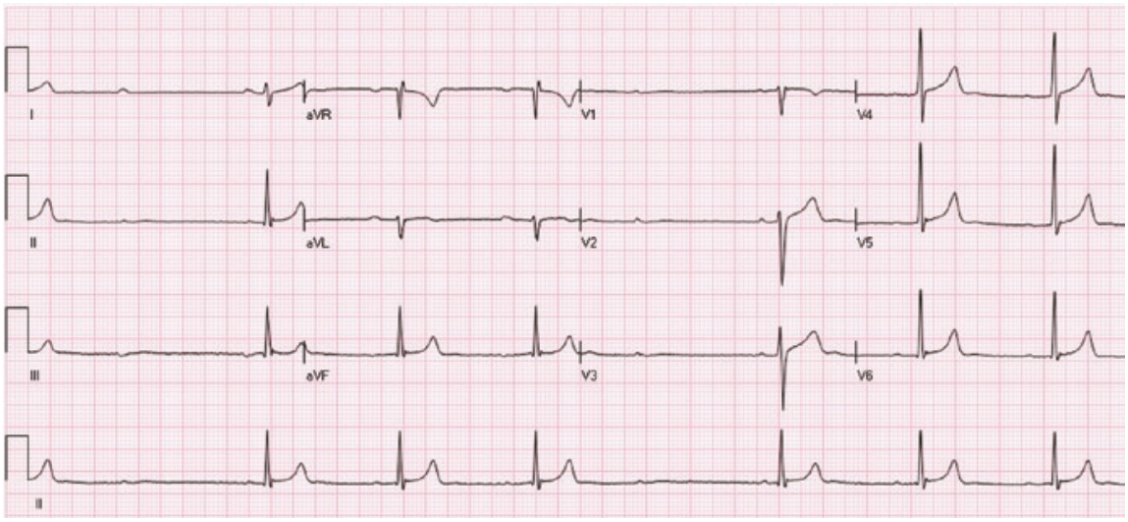
Atletlerde bradikardi istirahat anında artmış vagal uyarı ve azalmış sempatik uyarı ile açıklanır. Buna ek olarak son yıllarda AV düğümünde sporla yeniden yapılanma gerçekleştiğine dair kanıtlar toplanmaktadır [46], [47]. Sinüs bradikardisi (**EKG-1, EKG-3)** nabzın 60 atım/dakika'nın altına düşmesi olarak tanımlansa da nadir örneklerde istirahatte kalp tepe atımının dakikada 40'ın altına düştüğü görülebilir, bu derin istirahat bradikardisi olarak adlandırılır. Sporcularda derin istirahat bradikardisi sonucunda kavşak kaçış ritimleri ile birlikte sinüs duraklaması ya da Wenkebach tip 2 bloğu görülebilir. Sinüs aritmisi **(EKG-2)** sporcularda sedanter kontrollere kıyasla daha sık görülmektedir.



EKG 1: Sinüs Bradikardisi (hız 40 atım/dk.)
Drezner et al., Normal electrocardiograhic findings: Recognising physiological adaptations in athletes[38]

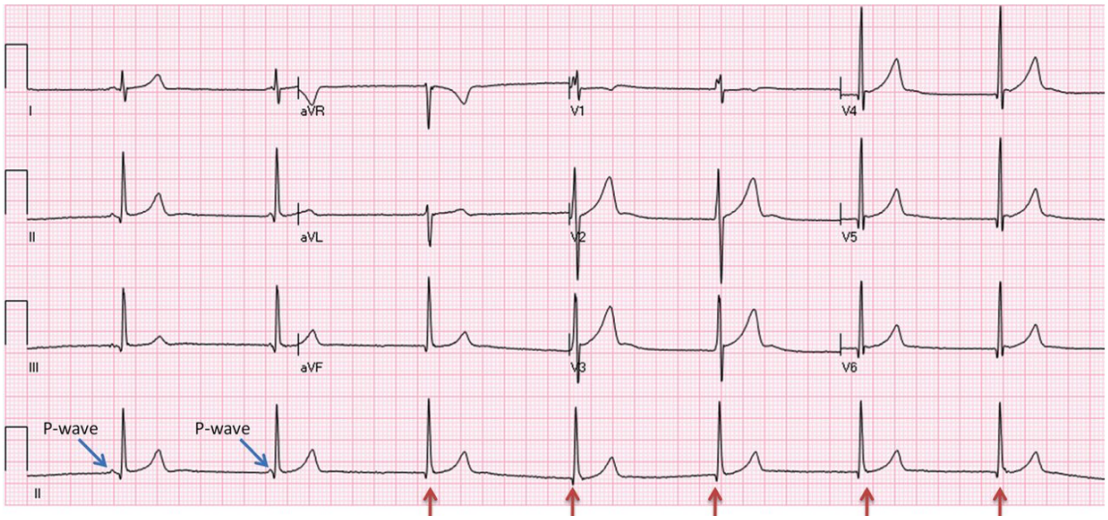


EKG 2: Sinüs Aritmisi
Drezner et al., Normal electrocardiograhic findings: Recognising physiological adaptations in athletes[38].

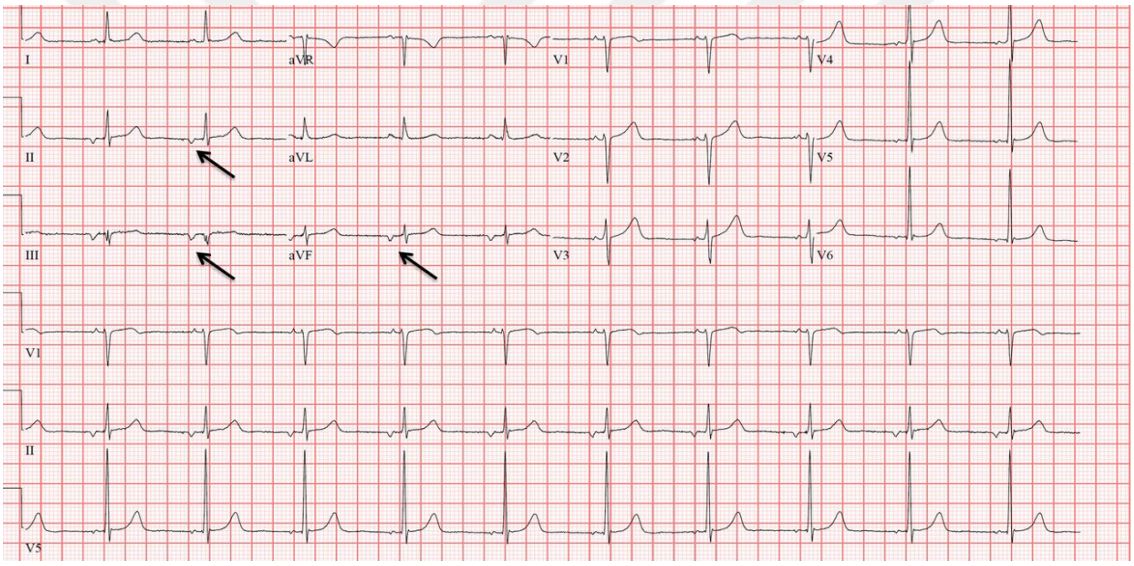


EKG 3:Bradikardi ve Mobitz tip I (Wenkebach) 2˚ AV blok, *Abela M., Sharma S, ECG in athletes.*[45]

Kavşak (Nodal) ritimler **(EKG-4)**; ventriküler yanıtın sinüs ritminden daha hızlı olmasıyla ortaya çıkar ve istirahatte sporcuların%8'inde görülebilir. Sporcularda, ektopik p dalgalarıyla karakterize ektopik atriyal ritimler **(EKG-5)** görülebilir. Birinci derece AV blok ve Mobitz Tip I 2 ˚AV blok **(EKG-3)** sporcularda sırasıyla %7 ve %10 oranlarında bildirilmiştir. Bu bradiaritmiler de artan vagal tonusun AV düğüm iletimini baskılanmasına bağlıdır. Sporcularda görülen bradiaritmilerin fiziksel aktiviteyle normale dönmesi beklenir. Asemptomatik bradikardi çoğunlukla klinik önem taşımazken semptomatik bradikardinin yakın takip gerektirdiği ve hatta kalp pili gerektirebileceği bildirilmiştir[48]



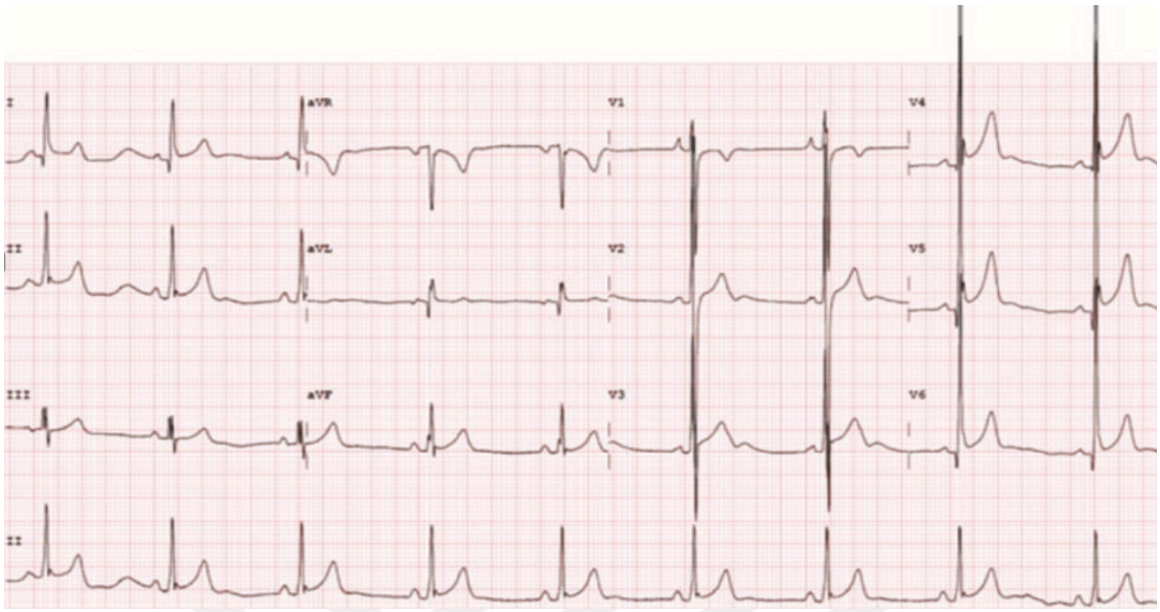
EKG 4: Kavşak Ritmi (Qrs Kompleksinin Hızı P Dalga Hızından Fazla)
*Drezner et al***.** Normal electrocardiograhic findings: Recognising physiological adaptations in athletes[38]



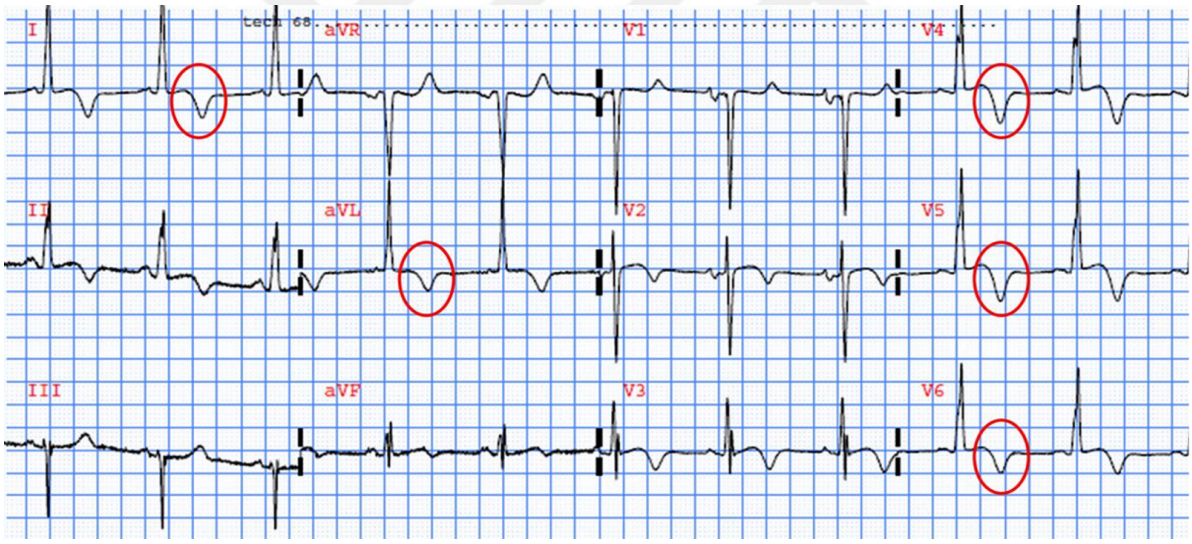
EKG 5: Ektopik Atriyal Ritim (Ektopik P Dalgaları II, III, aVF'de Negatif)
*Drezner et al***.,** Normal electrocardiograhic findings: Recognising physiological adaptations in athletes[38]

Artmış QRS voltajı sporcularda en sık görülen EKG değişikliğidir[45]. EKG'de sol ventrikül hipertrofisinin değerlendirmek için en sık Sokolow-Lyon sol ventrikül hipertrofi voltaj kriterini kullanılır. Bu kriter v1 derivasyonunda S dalgası ile v5 veya v6 derivasyonunda R dalgasının amplitüdleri toplamının 35mm'den fazla olmasıdır (SV1 + RV5/ RV6> 3,5 mV). Atletlerin %50'sinden fazlası Sokolow-Lyon sol ventrikül hipertrofi voltaj kriterini karşılar. Sporcularda görülen yüksek QRS voltajları tek başına bir patolojiye işaret etmez. Fakat ST segment çökmesi, T dalgası negatifliği, aks sapması, atriyal genişleme, patolojik Q dalgası bulgularından herhangi biri artmış QRS voltajlarına eşlik ettiğinde sporcu altta yatan

kardiyomiyopatiler, özellikle hipertrofik kardiyomiyopati **(EKG-7)** açısından araştırılmalıdır [38], [45].

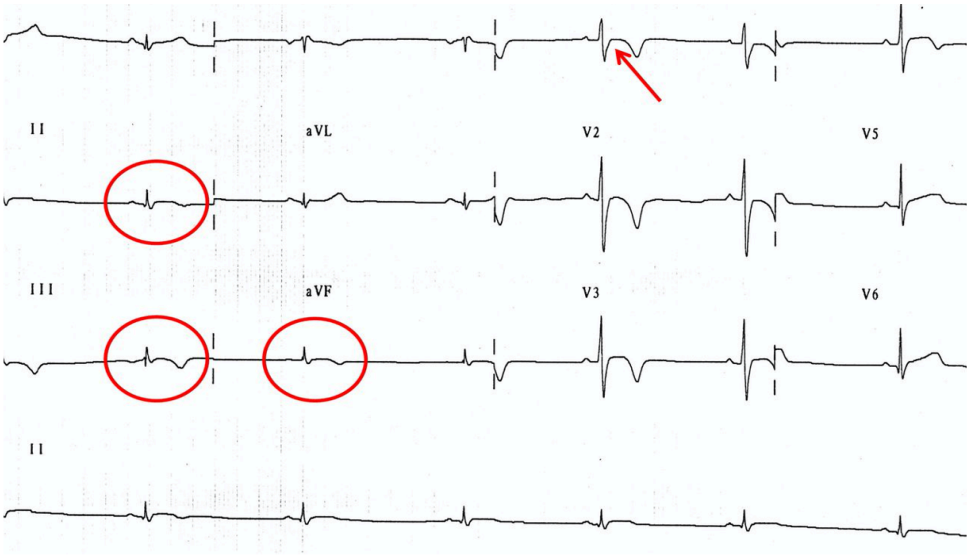


EKG 6: Sporcu Bir Gençte Artmış Qrs Voltajı, *Abela M., Sharma S,* ECG in athletes.[45]

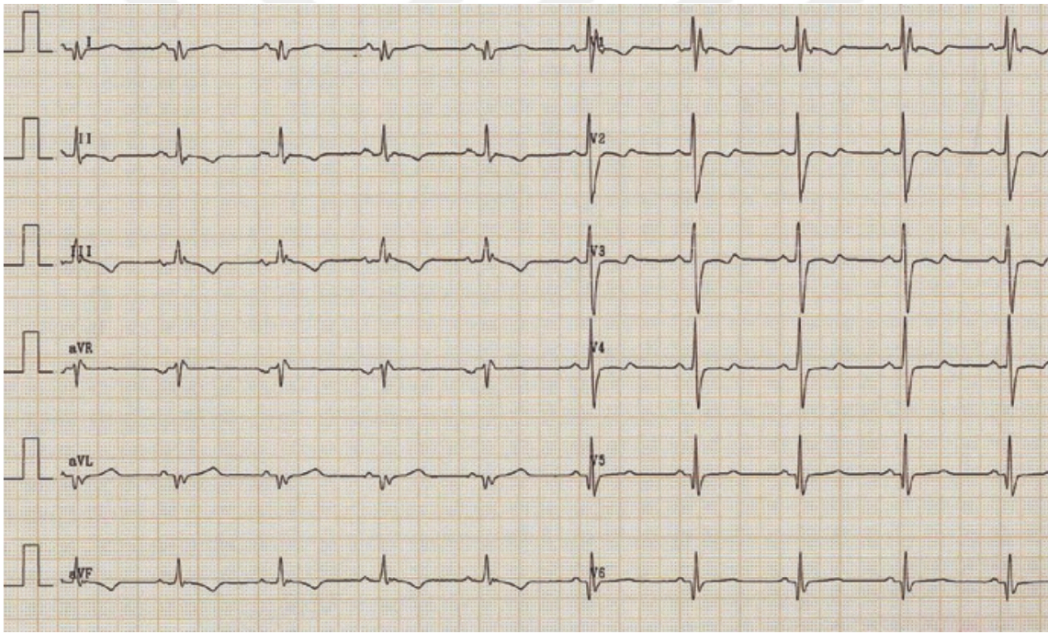


EKG 7: Hipertrofik Kardiyomiyopati(Artmış Qrs Voltajı Beraberinde T Negatifliği)
Drezner et al., Normal electrocardiograhic findings: Recognising physiological adaptations in athletes[38]

Sağ ventrikül hipertrofisinin değerlendirmek için de Sokolow-Lyon sağ ventrikül hipertrofi voltaj kriterini için de yine voltaj kriterleri mevcuttur. Bu kriter v1'de R dalgası ile v5 veya v6'da S dalgasının toplamının 10,5mm'den fazla olması olarak tanımlanır (RV1 + SV5/SV6> 1,05 mV). Sporcuların yaklaşık %10'unda görülür. Sağ ventrikül kriterinin karşılanması yine tek başına patoloji düşündürmezken V1-V3 arasında ST segment depresyonu veya TWI görülmesi aritmojenik sağ ventriküler kardiyomiyopati (ARVC) **(EKG8)** açısından araştırma gerektirir [38], [45] .

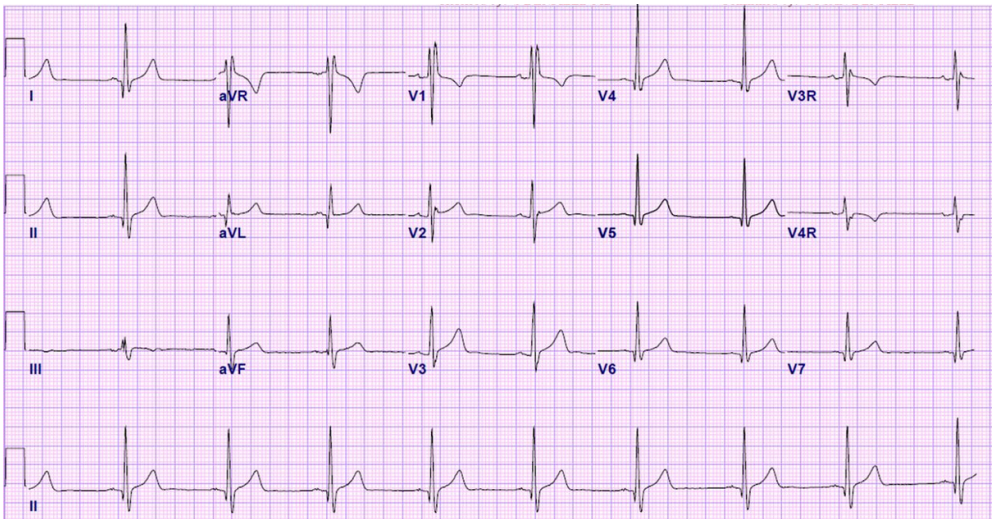


EKG 8: ARVC; V1 Uzamış S Dalgası, Ekstremite Derivasyonlarında Düşük Voltaj, V1-V4 ve III ve AVF'de Negatif T Dalgaları
Drezner et al., Normal electrocardiograhic findings: Recognising physiological adaptations in athletes[38]



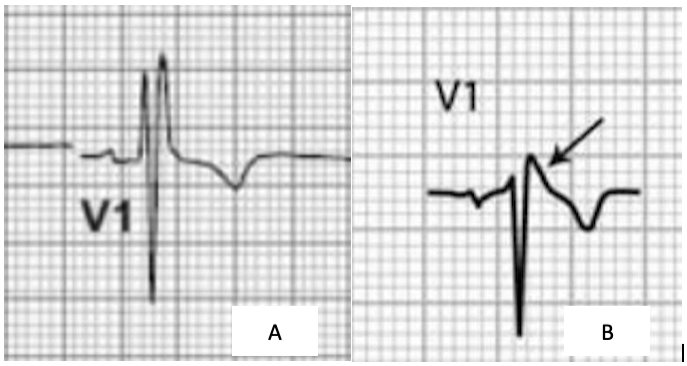
EKG 9:ARVC; II, III, aVF, V1–V3' DE T dalga negatifliği, V1-V2'de epsilon dalgasıyla birlikte IRBBB, ekstremite derivasyonlarında düşük voltaj, *Green et al*. Electrocardiography of Inherited Arrhythmias and Cardiomyopathies [49]

Kısmi sağ dal bloğu (IRBBB); QRS kompleksinin süresinin 120 msn'den daha kısayken V1'de rSR 'paterni veya V6'da qRS paterni görülmesidir. Kısmi sağ dal bloğu atletlerde %50'ye varan sıklıklarda gösterilmiştir. Fakat bu bulgunun sağlıklı çocuk ve gençlerde %10 oranında görüldüğü bildirilmiştir [39]. Bu bulgu sağ ventrikülde genişleme ve hipertrofi ile ilişkilendirilmiştir[50].



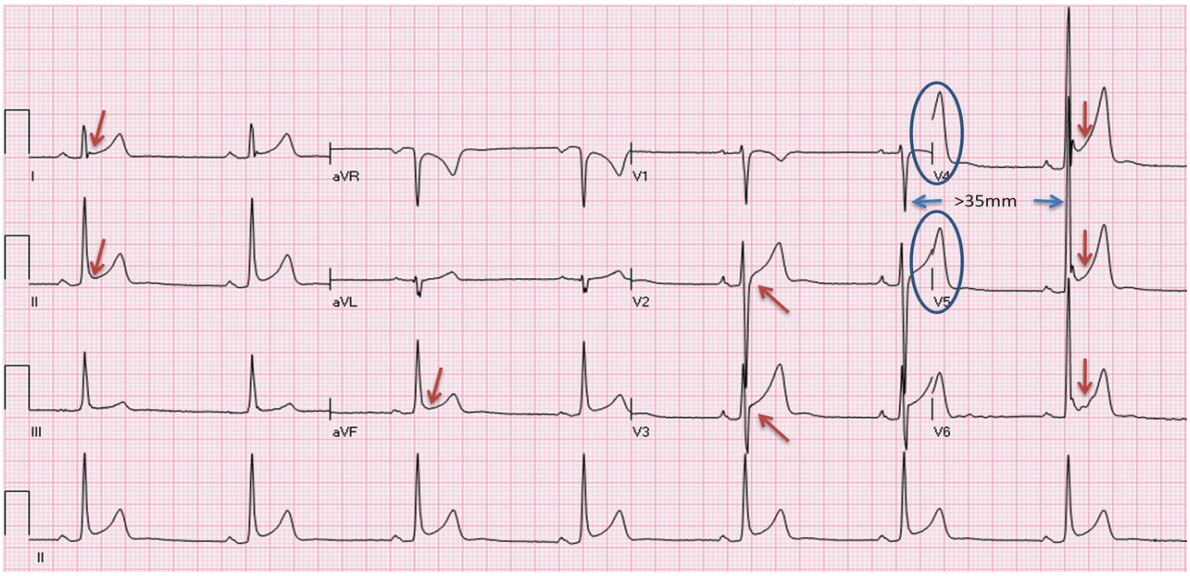
EKG 10: Kısmi sağ dal bloğu (IRBBB)(V1'DE RSR')
Abela M., Sharma S, ECG in Athletes.[45]

Kısmi sağ dal bloğu sporcu kalbi dışında bazı patolojilerde de görülebilir. Oskültasyonda ikinci kalp sesinin sabit bir şekilde çift duyulmasıyla birlikte EKG'de, IRBBB görülmesi durumunda atriyal septal defekti akla gelmelidir. Kısmi sağ dal bloğuna V2'den sonraki prekordiyal derivasyonlarda T dalgası negatifliği, ekstremite derivasyonlarında düşük voltajlar, sol dal bloğu (LBBB) morfolojisine eşlik eden erken ventriküler atımlar ve/veya uzun süreli-geniş S dalgası görüldüğünde aritmojenik sağ ventriküler kardiyomiyopati (ARVC) **(EKG 9)** akla gelmelidir. Son olarak yüksekten başlayıp aşağı doğru eğimle inen ST segmenti ve takiben negatif T dalgası 2'den derivasyonda görüldüğünde akla IRBB değil Brugada-EKG paterni gelmelidir.

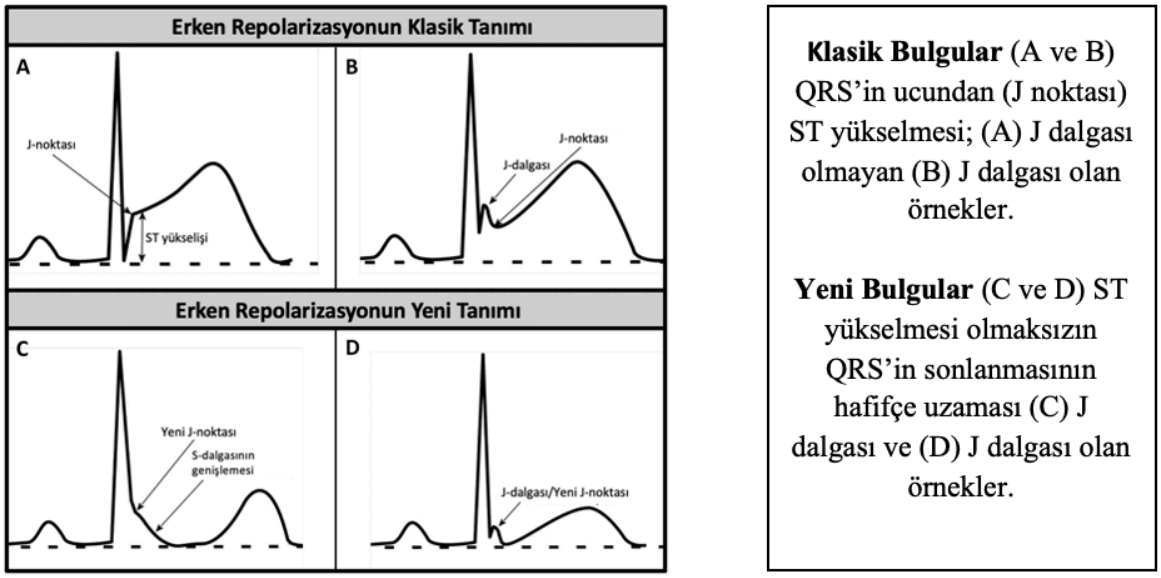


EKG 11: A) IRBB, B) Brugada Paterni *Drezner et al*., Normal Electrocardiograhic Findings: Recognising Physiological Adaptations In Athletes[38]

Erken repolarizasyon **(EKG-12)** sporcuların%25 ila %40'ında görülen bir bulgudur [45]. Sporcu EKG'sinde görülen erken repolarizasyon bulguları; J noktası (QRS-ST kavşağı) yükselmesi, ST-segment yükselmesi, J dalgaları, inferior ve/veya lateral derivasyonlarda S dalgasının uzaması şeklinde sıralanabilir **(ŞEKİL-4)**. Erken repolarizasyon artmış QRS voltajları ve sol ventrikül kitlesi gibi sporla ilişkili diğer değişikliklerle birlikte görülür.



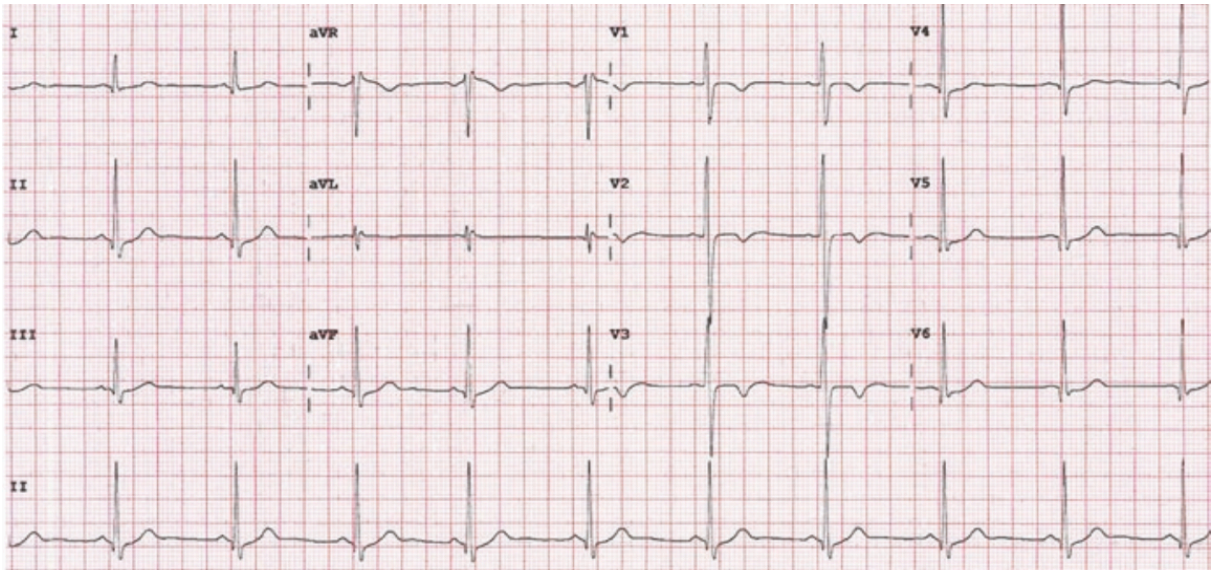
EKG 12: Erken Repolarizasyon: I, II, aVF, V2 – V6 Erken Repolarizasyon (J noktası ve ST elevasyonu), V4-V5 uzun, Sivri T dalgaları
Drezner et al., Normal Electrocardiograhic Findings: Recognising Physiological Adaptations İn Athletes[38]



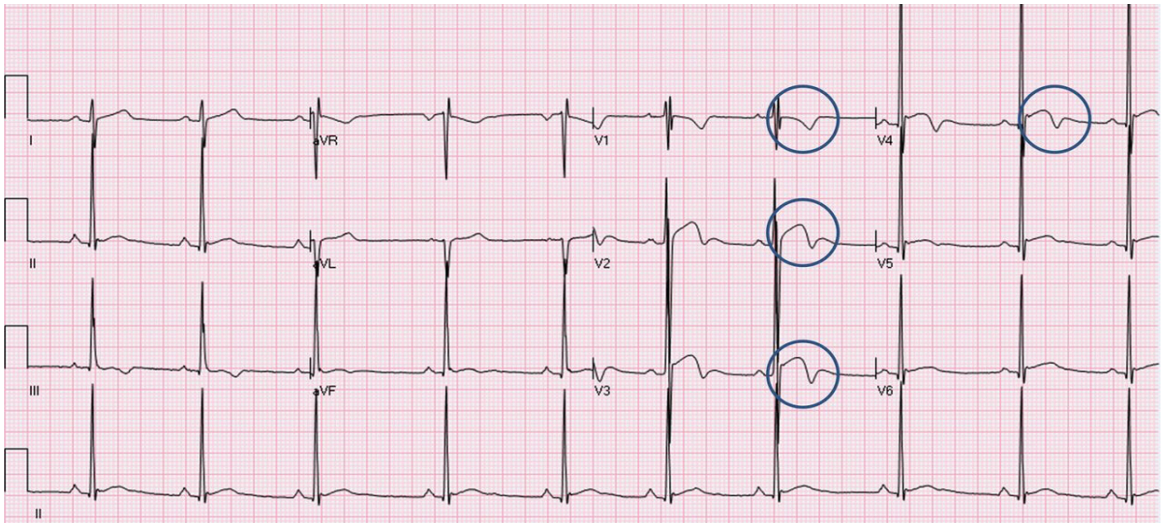
Şekil 4: EKG'de Erken Repolarizasyon Bulguları
Drezner et al., Normal Electrocardiograhıc Findings: Recognising Physiological Adaptations In Athletes [40]

T dalga negatifliği (TWI), kardiyomiyopatilerden sık rastlanan bir elektriksel bulgudur. Bununla birlikte çocuk ve adolesan sporcularda(V1-V3), yetişkin siyahi sporcularda (V1-V4) ve dayanıklılık sporlarıyla ilgilenen atletlerde, normal bir varyant olabilecek anterior T dalga negatifliği görülebilir [45]. 14 yaşın altındaki sporcularda jüvenil EKG paterni olarak da adlandırılan V_1–V_4 derivasyonlarında T-dalgası negatifliğine sık rastlanır **(EKG-13).** Bununla birlikte 16 yaşın üzerindeki beyaz sporcularda V_2'den sonraki derivasyonlarda T-dalgası negatifliği beklenmez; bu bulgu, rastlanıldığında araştırılmalıdır [51]. Siyahi sporcularda erken

repolarizasyona bağlı değişiklikler beyaz atletlere nazaran çok daha sık görülür [52]. ST segment elevasyonu siyahi sporcu grubunda 6 kata kadar daha sık görülür; benzer şekilde T-dalga negatifliği artmıştır. V_1–V_4 derivasyonlarında konveks ST elevasyonunu takiben derin T-dalga negatifliği **(EKG-14)** bu sporcularda sıklıkla görülmekle beraber bir patoloji ile ilişkilendirilmemiştir [29]. Dayanıklılık sporcularıyla ilgilenen atletlerde de T dalgalarının bifazik, bifid veya düşük amplitüdlü olabildiği ve %14'üne varan oranlarda anterior T dalga negatifliği görüldüğü bildirilmiştir [45].



EKG 13: 14 yaşında Bir Futbolcuda V1-V3 T Negatifliği
Abela M., Sharma S, ECG in Athletes.[45]



EKG 14: Siyahi Bir Sporcuda V1-V4 Derivasyonlarında "kubbeli" ST Yüksekliği ve Ardından T Dalga Negatifliği
Drezner et al., Normal electrocardiograhic findings: Recognising physiological adaptations in athletes[38]

Aks deviyasyonları ve atrial dilatasyonu gösteren voltaj kriterleri izole saptandığında spora bağlı selim değişiklikler olarak yorumlanır; anamnez ve fizik muayene aksini düşündürmedikçe ek tetkik gerektirmez [53].

EKG bulguları yaş, cinsiyet, ırk ve spor türüne göre farklılık gösterilebilir. Sporcu kalbi olarak tanımlanan elektriksel değişiklikler en sık yoğun dayanıklılık antrenmanı yapan sporcularda izlenir. Kadın sporcularda benzer değişiklikler beklense de bu değişikliklerin erkeklere oranla sıklığı azdır [48].

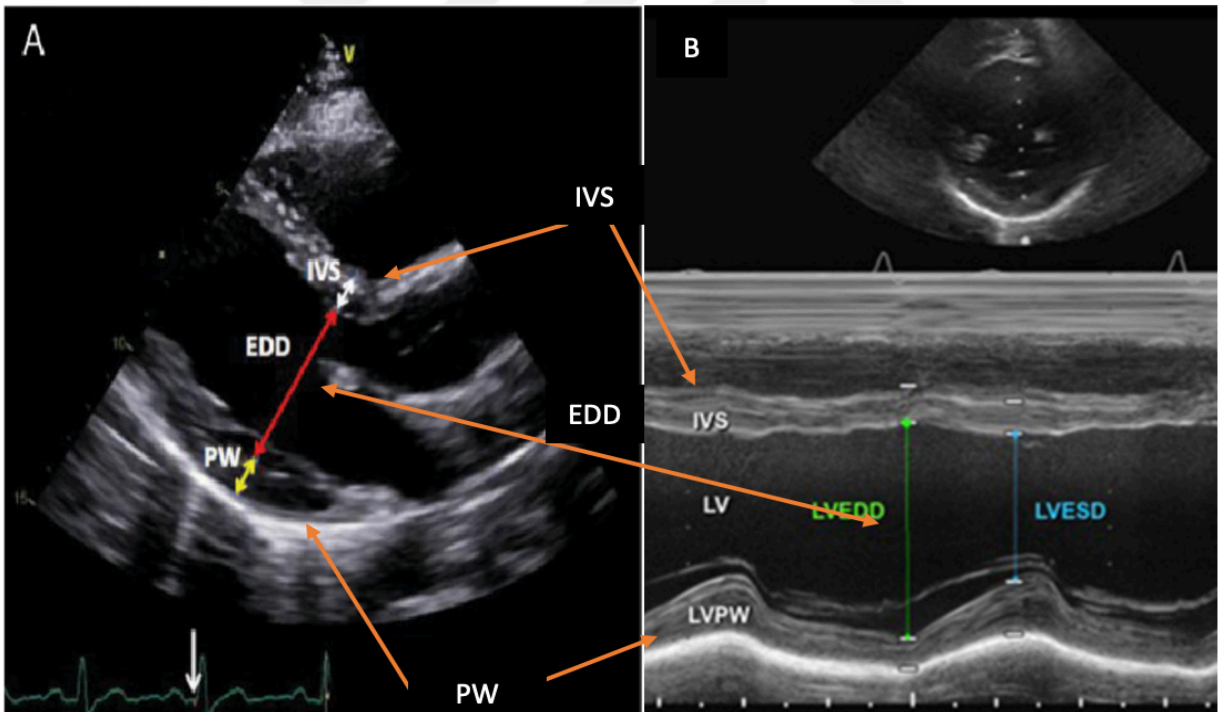
II.A.3. Yapısal Değişiklikler

II.A.3.a. Hipertrofi, Genişleme ve Ekokardiyografik Ölçümler

Sporcu kalbinde, tekrar eden egzersizle beraber yapısal değişiklikler meydana gelir. Bu değişiklikler; her iki ventrikül hacminde genişleme, ventrikül duvarlarında kalınlaşma ve ventriküldeki büyümeyle orantılı şekilde atrial dilatasyondur. Egzersiz sırasında artmış kalp hızı, atım hacmi ve kan basıncı gibi hemodinamik değişkenler bu adaptasyonlara yol açar [54]. Antrenmandaki süreklilik, adaptasyonları kalıcı kılarak yeniden yapılanmayı beraberinde getirir. Yeniden yapılanmanın boyutu spor dallarına, antrenman sıklığına, çalışma yoğunluğuna göre çeşitlilik gösterir [5].

Süreğen yoğun egzersizler sonucunda artmış önyük ve art yük tüm kalp odacıklarının simetrik olarak genişlemesine neden olur [29]. Bu değişiklikler ilk olarak fizik muayene ve göğüs radyografisi elektrokardiyografik değişiklikler aracılığı ile tespit edilmiştir. 1970'lerin başlarında ekokardiyografinin kullanılmasıyla kardiyak yapıların tam olarak tanınması mümkün olmuştur. Ekokardiyografi hem kardiyak yapıların boyutlarını ve sistol ile diyastolde kalp fonksiyonunu gösterebildiği hem de noninvaziv bir test olduğu için sporcu kalbi çalışmalarında yaygın olarak kullanılmıştır [13], [54].

Diyastol sonu sol ventrikül çapı, sol ventrikül diyastolik arka duvar kalınlığı ve diyastolik septal kalınlık kardiyak morfolojiyi tanımlamak için iyi oluşturulmuş parametrelerdir. Bu parametreler iki boyutlu M-Mod ekokardiyografi ile lateral dekübit etkin bir şekilde görüntülenebilir [54]. Sol ventriküler M mod görüntüleme, parasternal uzun eksen (PLAX) veya parasternal kısa eksen (PSAX) görünümlerinden elde edilir [55]. Şekil 5'te parasternal kısa eksende interventriküler septumun (IVS), sol ventrikül arka duvarın (LVPW), diyastol sonu ventrikül boyutu (LVEDD) ve sistol sonu ventrikül boyutu görülmektedir.



Şekil 5: **A**) EKO'da M-Mode PLAX Penceresi; IVS, PW, EDD B) EKO'da M-Mode PSAX Penceresi; IVS, PW, EDD, ESD
(LV: sol ventrikül, IVS: interventriküler septum, LVPW: sol ventrikül arka duvarı, EDD: diyastol sonu ventrikül boyutu, ESD: sistol sonu ventrikül boyutu)

A) Kou et al. Echocardiographic reference ranges for normal cardiac chamber size: Results from the NORRE study[55]
B)Tissot et al.Echocardiographic Evaluation of Ventricular Function—For the Neonatologist and Pediatric Intensivist[55]

Ekokardiyografi ile sporcu kalbi görüntülenmeye başlandıktan sonra kaydedilen yapısal değişikliklerden en belirgini ve etkisi en tartışılanı sol ventrikülde meydana gelen değişiklikler olmuştur. Toplumun geri kalanı ile karşılaştırıldığında sporcularda sol ventrikül diyastol sonu boyutu (LVEDD/LVID) %10, ventriküler duvar kalınlıkları (IVS, PW) %15-20, hesaplanan sol ventrikül kitlesi (LVM) %40 daha büyük bulunmuştur [56].

Çeşitli spor dallarında yarışan elit atletlerin ekokardiyografik verileri değerlendirildiğinde, sporcularda hesaplanan sol ventriküler kitlesi sedanter kontrollere göre anlamlı şekilde daha fazladır. Bu durum vücut yüzey alanı, boy ve kilo değişkenleri sabitlendiğinde de değişmez. Sporcularda gözlenen artmış sol ventriküler kitlesi, büyük ölçüde artmış sol ventrikül diyastol sonu boyutuna bağlıdır, ancak bu artmış boyut genellikle yetişkinler için normal kabul edilen sınırları aşmaz. Kardiyomiyopatilerde karşılaşılan değerlere göre hafiftir. Sporcularda bildirilen sol ventrikül diyastol sonu boyutu ortalama 54 mm ve maksimum 64 mm'dir. Genellikle diyastol sonu boyut ölçümleri 60 mm'yi geçmez. Sporcu kalbinde yapılan ekokardiyografi çalışmalarında bildirilen duvar kalınlıkları (IVS ve PW) nadiren 14 mm'den fazladır (bildirilen maksimum kalınlık 16 mm'dir). Sporcularda kaydedilmiş ventriküler septum ve arka duvar kalınlıkları için ortalama değerler sırasıyla 10,4 mm ve 10,6 mm'dir [13]. Sağ ventrikül boyutları ve duvar kalınlığı daha az araştırılmış bir konu olmakla beraber sol ventrikülde olduğu gibi, normalin üst sınırlarında ve nadiren normal kabul edilen sınırları aşmış olarak bulunmuştur [57].

Atlet kalbinde fizyolojik sınırları aşan ve miyokard hastalıkları ile karışmaması açısından ileri değerlendirme gerektiren değişiklerle karşılaşıldığında fizyoloji ve patolojiyi birbirinden ayırt etmek zorlayıcıdır. Ekokardiyografide sporcu kalbini, hipertrofik kardiyomiyopati (HKM), aritmojenik sağ ventriküler kardiyomiyopati (ARVC), sol ventrikül noncompaction kardiyomiyopatiden (LVNC) ayırmayı kolaylaştırmak için bu kardiyomiyopatilerin sporcu kalbinden ayrılan özellikleri tablo haline getirilmiştir **(Tablo 2)** [58].

Tablo 1: Sporcu Kalbini Kardiyomiyopatilerden Ayıran Ekokardiyografik Özellikler

	Hipertrofik Kardiyomiyopati (HCM)	**Sporcu Kalbi**
Sol Ventrikül Diyastol Sonu Boyutu	≤45 mm	≥54 mm
Sol Ventrikül Hacim/ Sol Ventrikül Kütlesi	AZALMIŞ	NORMAL
E' Mitral Lateral Halkası	AZALMIŞ	NORMAL/NORMALİN ÜSTÜ
Sol Ventrikül Yarıçap ve Çevre Gerimi	AZALMIŞ	NORMAL/NORMALİN ÜSTÜ
	Aritmojenik Sağ Ventriküler Kardiyomiyopati (ARVC)	**Sporcu Kalbi**
Sağ Ventrikül Genişlemesi	Erken dönemde RVOT genişlemesi	GLOBAL
Hareket Anormallikleri	EVET	HAYIR
RV/LV HACİM ORANI	≥1	<1
	LV Noncompaction Kardiyomiyopati	**Sporcu Kalbi**
Trabekülasyonun Konumu	APİKAL	KAVİTENİN ORTASINDA
E' Mitral Lateral Halkası	AZALMIŞ /NORMAL	NORMAL/NORMALİN ÜSTÜ
Efor sırasında LV GLS İstirahatte LV GLS	AZALMIŞ/ NORMAL AZALMIŞ	NORMAL/ HAFİFÇE AZALMIŞ NORMAL/NORMALİN ÜSTÜ

GLS: Global boyuna gerim, LV: sol ventrikül

Ventriküler hipertrofinin pek çok patolojik süreçle birlikte anılması sebebiyle (kardiyomiyopati, hipertansiyon vb.); sporcularda görülen fizyolojik hipertrofiyi patolojik hipertrofiden morfolojik ve fonksiyonel olarak ayırmak için birçok çalışma yapılmış ve raporlar yayınlanmıştır [59]. Patolojik hipertrofide anjiyotensin II, endotelin-I ve katekolaminlerin tetiklediği bir süreç aracılığı ile nekroz ve apopitoz gerçekleşir. Miyositlerin yerini fibrozis sonucu kollajen alır. Bu yapısal değişiklikler sonucunda miyokard fonksiyonu bozulur. Fizyolojik hipertrofide ise insülin benzeri büyüme faktörünün (IGF-1) uyarısı ile miyozin ATPaz aktivitesi artar, kontraktilite ve kompliyansta artış olur. Komliyanstaki artış beraberinde Frank-Starling yasasından daha fazla fayda sağlanmasını getirir. Miyokardın yapısı korunduğundan fonksiyonel bir bozulma görülmez aksine performans artışı izlenir [60].

II.A.3.b. Koroner Dolaşım

Sporcu kalbinde koroner dolaşımın, küçük arterlerin (<30 μm) sayısındaki ve büyük damarların kalibrasyonlarındaki artışla birlikte iyileşme gösterdiği saptanmıştır [32], [61]. Fizyolojik hipertrofide patolojik hipertrofidekinin aksine oksijen difüzyon mesafesi artar. Fakat buna yol açan değişikliklerin oluşması için erken yaşta aerobik egzersize başlamak önemlidir. Tomanek ve arkadaşlarının yayımladığı, çoğunlukla hayvan deneylerinden oluşan derleme; erken yaşta aerobik egzersizle çalıştırılan kobay sıçanların koroner kapiller yoğunluğunun arttığını, daha yaşlı kobay sıçanların ise koroner dolaşımında bir değişiklik gözlenmediğini göstermiştir[62]. Bu durumun insanlar için de benzer olduğu düşünülmüştür.

II.A.4. Fonksiyonel Değişiklikler

II.A.4.a. Sistolik Fonksiyon

Sistolik fonksiyonun değerlendirilmesinde yaygın olarak ejeksiyon franskiyonu (EF), fraksiyonel kısalma (FS) ve atım hacmi (SV) kavramları kullanılmaktadır. Fraksiyonel kısalma (FS) miyokard liflerinin sistol sırasında boylarındaki kısalmayı oransal olarak gösterir. Sol ventrikül diyastol sonu boyutunun (LVEDD) kardiyak döngünün R dalgasında ve sol ventrikül sistol sonu boyutunun (LVESD) kardiyak döngünün T dalgasının sonunda ölçüldükten sonra FS formülü yardımıyla hesaplanır. Bu formül aşağıda verilmiştir[55].

FS (%) = (LVEDD-LVESD) *100/LVEDD, normal FS değerleri %25-45 aralığındadır.

Sol ventriküler fonksiyon, ventriküler lif kısalmasının hacimsel bir değerlendirmesi olan ejeksiyon fraksiyonunun (EF) ile de hesaplanabilir. EF, sol ventrikül sistol sonu hacmi (LVEDV) ve sol ventrikül diyastol sonu hacimlerinin (LVESV) ölçümüdür.

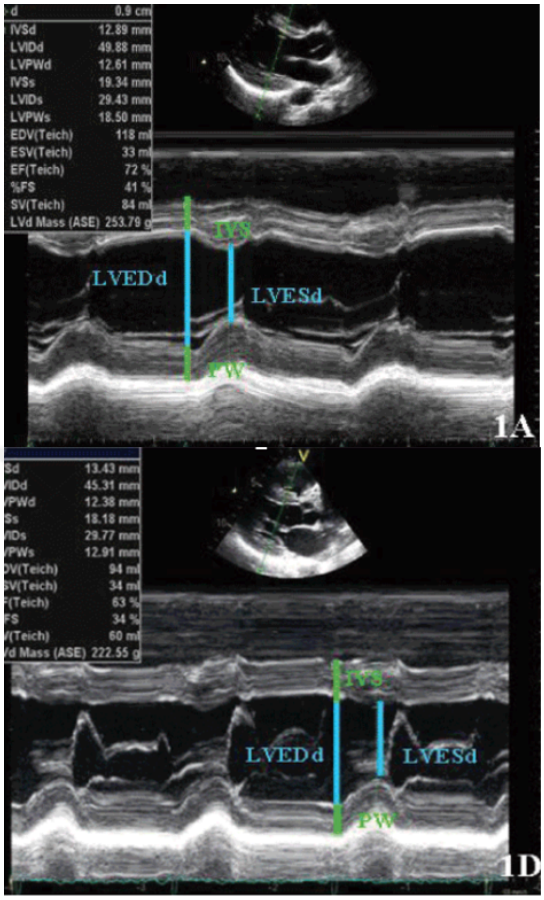
EF (%) = (LVEDV-LVESV) *100/ LVEDV formülüyle hesaplanır, normal EF değeri %65-75 arasıdır [55].

Son olarak sistolik fonksiyonu atım hacmi (SV) ile değerlendirebiliriz. Sol ventrikül için atım hacmi; sol ventrikül çıkış yolunu aort seviyesinde enine kesitin alanı (CSA) ve pulse doppler ile ölçülen sol ventrikül için aort kapak seviyesindeki hız zaman integralinin (VTI) çarpımıyla bulunur. Benzer ölçüm pulmoner kapak hizasından sağ ventrikül için de yapılabilir. Bu parametreleri değerlendirirken vücut yüzey alanına göre indekslerinin alınması ve hatta geniş popülasyon çalışmalarıyla belirlenen Z-skorlarına bakılması standardizasyon açısından önemlidir[55].

Yapılan çalışmalarda, istirahat halindeki sporcu kalbinin EF ve FS parametrelerinde topluma göre farklılık gösterilememiştir[60]. İstirahat halindeki SV ise diyastol sonu hacmin artışından dolayı sporcularda sedanter kontrollere kıyasla daha yüksek izlenebilmektedir. Bu durum EF'deki bir artıştan kaynaklanmadığı gibi kardiyak debiye de yansımaz[60]. Sağ ventrikül fonksiyonunu inceleyen araştırmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bu kanıtlar ışığında istirahatteki sporcu kalbinin sistolik fonksiyonu, sağlıklı sedanter kontrollerin sistolik fonksiyonundan farklı değildir. Bununla birlikte fiziksel aktivite sırasında sporcu kalbi sedanter kontrollerin kalbine kıyasla daha yüksek kardiyak debiye ulaşmaktadır (35–40 vs. 18–20 l/dk.)[63].

Sporcularda yapısal kardiyak parametreler ve fonksiyonlar çoğunlukla fizyolojik sınırlar içerisinde olsa yoğun antrenman yapan dayanıklılık sporcularında ölçülen ekokardiyografi parametrelerini patolojik hipertrofik fenotipten ayırmak zor olabilir. **Şekil7'de** sınırda değerlerle benzerlik gösteren bir sporcu ve bir HKM hastasının ekokardiyografik değerlendirmesi sunulmuştur. Son dönemlerde arada kalınan hastalarda kontrastlı MR ayırıcı tanı açısından sık kullanılan bir yöntemdir. Ayrıca fonksiyona yönelik ölçümler yapan ve

miyokardın gerimini ölçen yeni ekokardiyografi modaliteleri bu vakaların ayırıcı tanısında yardımcıdır[58].



1A) Hipertrofi görülen Sporcu

IVSd:13,9 mm
LVPWd:12,6 mm
LVID(LVEDD):49,9 mm
EF: %72
FS: %41

1D) Hipertrofik Kardiyomiyopati erken evreleri

IVSd:13,4 mm
LVPWd:12,4 mm
LVID(LVEDD):45,3 mm
EF: %63
FS: %34

Şekil 6: Yoğun antrenmanlar yapan bir dayanıklılık sporcusu ve hipertrofik kardiyomiyopati fenotipi yeni ortaya çıkmakta olan bir hasta
Grazioli et al. Echocardiography In The Evaluation of Athletes [60]

II.A.4.b. Diyastolik Fonksiyon

Diyastolik fonksiyon sıklıkla pulse wave (PW) doppler aracılığı ventriküler dolum sırasında kapak hizasından ölçülen; erken pasif ventriküler dolumu temsil eden E dalgası (ön yüke bağlı) ve atriyal kasılmanın bir sonucu olarak geç diyastolik aktif dolumu temsil eden A dalgası parametrelerinden yararlanılarak ölçülür. Ventriküler diyastolik disfonksiyonu olan hastalarda mitral E/A oranı, E dalgasının hızı ve yavaşlama süresi değiştirilebilir.

Genç ve sağlıklı bireylerle sporcuların E/A ölçümleri arasında anlamlı bir fark saptanmamışken daha ileri yaşlarda, sporcularda E/A oranı sporcu olmayanlara göre anlamlı olarak yüksektir [63]. Bu durum fizyolojik ve patolojik hipertrofideki fark ile açıklanabilir. İlerleyen yaşla birlikte uzun dönem stres, miyokard dokusunun fibröz doku ile yer değiştirdiği patolojik hipertrofi yolağını takip eder. Sporcu kalbinde ise fizyolojik hipertrofi sayesinde artan kompliyans ve kontraktilite kalbi ilerleyen yaşlarda görülen diyastolik fonksiyon kaybından korur.

II.A.5. Çocuklarda Sporcu Kalbi

Sporcu kalbi üzerine yapılan araştırmalar genel olarak erişkin erkek sporculardan toplanan verilerle şekillenmiş olup, çocuk ve adolesanlarda sporcu kalbi üzerine az sayıda çalışma vardır. Çocukluk çağında sporcuların yaş ve pubertal gelişim açısından farklılıklar göstermesi ve profesyonel olarak spora katılımın çocuk yaş grubunda çok daha sınırlı olması bu grupla daha az çalışma yapılmasına sebep olmaktadır. Aynı zamanda gözlemlenen değişikliklerin spora bağlı değişimler mi olduğu yoksa kalbi daha büyük, kardiyak debisi daha yüksek çocukların en başta iyi performans göstererek bir seçim eşitsizliği mi yarattığı literatürde tartışılmaktadır.

Elit atlet seviyesinde çalışan prepubertal çocuklarda egzersiz sırasında maksimal oksijen tüketim miktarlarını (VO2 max) benzer yaşta sedanter çocuklara kıyasla %30 oranında daha yüksek bulunmuştur. Aynı çalışmada benzer tempoda çalışan prepubertal ve postpubertal çocuklara kıyaslandığında prepubertal çocuklarda VO2 max anlamlı derecede düşük bulunmuştur [64], [65]. Başka bir deyişle prepubertal çocuklar postpubertal çocuklarla aynı yoğunlukta egzersiz yapsalar da metabolizmaları egzersize aynı aerobik cevabı vermez. Prepubertal çocuklarda daha düşük oksijen kullanımı ve görece az aktif bir aerobik metabolizma mevcuttur. Bu sınırlı aerobik cevabın sebepleri aranırken; çocuklarda bazal *fitness* düzeyinin yüksek olması ya da erişkine kıyasla hafif antrenman rejimleri gibi hipotezler öne sürülmüş fakat hiçbiri bu fenomeni açıklamada yeterli bulunamamıştır[66].

Erişkin çalışmalarında, erkek sporcularda kardiyak yeniden yapılanma kadın sporculara kıyasla daha çarpıcıdır. Buna karşılık prepubertal kız ve erkek sporcuların kalbinde spora bağlı değişimleri karşılaştıran çalışmalarda, anlamlı fark bulunmamıştır [67] . Bu durum yoğun antrenman yapan sporcularda görülen yapısal adaptasyonlarda androjenik stimülasyonun rol oynadığını düşündürür [32]. Androjenik stimülasyon hipotezine gösterilen bir diğer kanıt; sporcu kalbi fenotipinin prepubertal sporcularda, postpubertal erkek sporculara kıyasla daha az

belirgin olmasıdır. Benzer şekilde erişkin kadın sporcularda, kardiyak yeniden yapılanma erişkin erkek sporculara kıyasla daha az gözlenir. İskelet kasının egzersiz sonucu gösterdiği gelişim androjenik stimülasyon hipotezini destekleyen başka bir örnektir. Çocuklarda ağırlık çalışmaları sonucunda iskelet kası hipertrofisi görülmezken, erişkinlerde ağırlık çalışmaları düzenli yapıldığında iskelet kası hipertrofisi ile sonuçlanır. Bu fark iskelet kasına testosteron uyarısı ile açıklanmıştır [66].

Yapılan sınırlı sayıdaki çalışmada dayanıklılık antrenmanlarının çocuklarda ilk olarak sol ventrikül boyutlarında artışa yol açtığı ve bu artışı puberte sonrası erkek çocuklarda ventrikül duvarlarında kalınlaşmanın izlediği gösterilmiştir [66]. Thomas Rowland tarafından hazırlanan güncel bir derlemede, sporcu çocuklarda sol ventrikül kitlesinin yaşla giderek arttığı ve 11 yaş sonrasında sedanter kontrollerden istatiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiği bildirilmiş. Bu çalışmada ventriküler duvar kalınlığının 13 yaştan sonra, diyastolik kalp boyutlarında artışın ise 15 yaş sonrası dökumente edilebildiği bildirilmiştir[5], [33], [39]. Yapılan çalışmalar çocuk sporcularda istirahat kalp hızının aynı yaş sedanter sağlıklı çocukların kalp hızından 15 atım/dakika kadar daha düşük olduğunu göstermiştir[5], [66]. Aynı zamanda sporcu çocukların elektrokardiyogramlarında sinüs bradikardisi, sinüs aritmisi, kısmi sağ dal bloğu, erken repolarizasyon ve birinci derece AV bloğu bulgularına anlamlı şekilde daha sık rastlanmaktadır [21]. Sporcu çocukların ekokardiyografik değerlendirmeleri benzer yaşta sağlıklı sedanter kontrollerinkiyle karşılaştırıldığında; sol ventrikül diyastol sonu boyutu, ventriküler septum kalınlığı, sol ventrikül arka duvar kalınlığı ve sol ventrikül kitlesi artmış olarak gözlemlenmiştir [68].

II.B. SPORCULARIN KALP SAĞLIĞINA DAİR SIK KARŞILAŞILAN SORUNLAR

II.B.1. Fizyolojik ve Patolojik Değişikliklerin Ayrımı

Atletlerde görülen yapısal ve elektriksel değişiklikler, büyük çoğunlukla kabul edilen fizyolojik sınırlar dahilinde yer alır. Küçük bir grupta hipertrofik kardiyomyopati, dilate kardiyomiyopati, aritmojenik sağ ventrikül ve benzeri kalıtımsal kardiyak hastalıkların bulguları ile örtüşen kardiyak değişiklikler saptanabilir. Böyle durumlarda ileri tetkik yöntemleri kullanılarak yanlış tanılardan ve bunların sonuçlarından kaçınılmaya çalışılır.

Sporcu kalbinin elektrokardiyografik ve ekokardiyografik değerlendirmelerinin bir sonuç sağlamadığı durumlarda 24 saatlik EKG monitorizasyonuna, egzersiz testlerine ve kardiyak manyetik rezonans görüntülemesine başvurulabilir[69].

II.B.2. Sporun Kardiyovasküler Morbiditesi

Yıllar geçtikçe atletler insan fiziğinin sınırlarını zorlamaya ve geçmişte imkânsız görülen rekorları kırmaya devam etmekteler. Spora katılım hem profesyonel hem rekreasyonel olarak artarken, kardiyovasküler sistem de bugün her zamankinden daha yoğun testlere tabii tutulmaktadır. Yoğun ve uzun egzersizler sonrası miyosit hasarını gösteren belirteçlerin kanda yüksek düzeylere ulaşması üzerine son yıllarda bu konu mercek altına alınmıştır. Shave ve arkadaşları 26 çalışmayı değerlendirerek yaptıkları meta-analizde, sporcuların %47'sinde antrenman sonunda referans değerini geçen kan troponin değerleri görüldüğünü kaydetmiştir [70]. Yapılan çalışmalar NT-proBNP ve troponin kan konsantrasyonlarında yükseklikler gösterse de bunun olumsuz sonuçlarına dair bir kanıt yoktur. Breuckmann ve arkadaşları 50 yaşının üstünde ve son 3 yılda en az 5 maraton koşmuş atletlere kardiyak MR görüntülemesi yapmıştır. Çalışmada atletlerde miyokardiyal fibrozisin bir göstergesi olan geç gadolinyum yüksekliği (LGE) sedanter kontrollere kıyasla 3 kat daha fazla görülmüştür [21]. Bu kesitsel çalışmada orta yaşlı atletlerde izlenen bu bulgunun klinik bir yansıması gözlenmemiştir. Marijon ve arkadaşları dayanıklılık egzersizi yapan sporcuların ortalama yaşam sürelerinin, kendi ülkelerinde benzer yıllarda yaşayan popülasyondan daha uzun olduğunu göstermiş ve bu çalışmayla sporun kronik etkileri ile ilgili olumsuz fikirleri engellemiştir [71], [72]. Bugün elimizde spor ve miyokardiyal fibrozisi ilişkilendirecek bir kanıt bulunmamaktadır, bu konuda yapılacak uzun izlem süreli çalışmalara ihtiyaç vardır [48].

II.B.2.b. Kardiyak Yeniden Yapılanma (Remodelling)

La Gerche ve arkadaşları 40 sağlıklı atletin kardiyak fonksiyonlarını bir maratonun başında ve sonunda ekokardiyografi ile değerlendirmiş ve bu atletlerde geçici sağ ventrikül disfonksiyonu göstermiştir. Bu çalışmanın sonucunda araştırmacılar, düzenli ve yoğun egzersiz sonucunda sağ ventrikülde tekrarlayan hasarlanmanın zararlı bir yeniden yapılanma ile sonuçlanabileceğini iddia etmiş ve spor ilişkili aritmojenik sağ ventrikül kavramını tartışmaya açmışlardır [73]. Bu durumu ortaya çıkaracak egzersiz dozu 20 yıl boyunca haftada 20 saat üzerinde antrenman olarak düşünülmüştür. Yapılan çalışmalarda uzun yarışlar sonunda sağ

ventrikülde geçici disfonksiyon gösterilmiş fakat bu bulgununistirahat sonra gerilediği ve kalıcı olmadığı görülmüştür [70].

Sağ ventrikül disfonksiyonunun gösterildiği araştırmalar semptomatik olarak doktora başvuran az sayıda sporcunun dahil edildiği, gözlemsel nitelikte çalışmalardır. Dayanıklılık tipi spor alanlarında yarışan ve 2 ila 5 olimpik müsabakada yarışmış olan 114 olimpik atletle yapılan bir prospektif çalışmada kardiyak fonksiyon ve ritimleri değerlendirilmiş, aritmi ya da fonksiyon kaybına rastlanmamıştır [48].

Ayrıca egzersizin yaşla azalan kompliyans ve elastisiteyi iyileştirici bir faktör olduğu ve yaşam boyu yoğun egzersizlere devam eden atletlerin sedanter bireylere kıyasla daha uzun yaşadığı çalışmalarla gösterilmiştir [74]. Güncel literatür ışığında sağlıklı sporcularda egzersizin kardiyak morbidite ile ilişkilendirilmediği, aksine kardiyovasküler sisteme yararlı olduğu söylenebilir [75].

II.B.2.a. Sporcularda Aritmiler

Orta yaş ve üzeri atletlerde atriyal fibrilasyonun artmış sıklıkta görüldüğü ve atletin birinci olarak bitirdiği yarış sayısı ile doğru orantılı olduğu yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır [76]. Risk faktörleri arasında yaşam boyu 1500 saat üzeri spor yapmak ya da 30 yaş sonrasında haftada 5 saatten fazla spor yapmak gösterilmiştir. Sporcularda daha sık atriyal fibrilasyon gelişmesine sebep olan mekanizmalar tam olarak aydınlatılamasa da atriyal refrakter zamanın hâkim vagal uyarı sebebi ile uzaması, atriyal gerim, atriyal inflamasyon ve skarlanma öne sürülen hipotezler arasındadır. Çocuk popülasyonda karşılaşılmasa da ileri yaşta atletlerde toplumun geri kalanına oranla artmış sinüs düğüm disfonksiyonu ve 2-3. derece atriyoventriküler blok bildirilmiştir [48].

Zorzi ve arkadaşları, 288 yarışmacı sporcu ve 144 sedanter bireyi dahil ettikleri çalışmalarında tüm katılımcılara 24 saatlik ambulatuvar elektrokardiyografik izlem yapılmıştır. Sporcularda ventriküler aritmileri değerlendirmek amacıyla yapılan bu çalışmada, sporcular ve sedanter bireyler arasında fark gözlenmemiştir. Bu çalışmada, ventriküler aritmiler ile sporun türü, yoğunluğu ve antrenman süresi arasında ilişki görülmemiştir. Çok nadir olmakla birlikte birkaç hastada ARVD morfolojik özellikleri görülmüştür, fakat sporla ilişkisine dair bir kanıt elde edilmemiştir [77].

II.B.2.c. Ani kardiyak ölüm

Genç ve bilinen bir hastalığı olmayan bir atletin bir spor müsabakasında ya da hemen sonrasında aniden kaybedilmesi nadiren rastlanan ve toplumda geniş yankı bulan üzücü bir olaydır. Bu ölümlerin etiyolojisinde kardiyomiyopatiler, kanalopatiler, koroner arter anomalileri ya da aort hastalıkları bölgesel olarak değişen oranlarda gözlemlenir. Söz konusu hastalıkların hepsi doğumsal ya da genetik hastalıklardır. Bir başka deyişle, spor bu durumlarda ölüm sebebi değildir. Esas ölüm sebebi olan altta yatan hastalık, fiziksel efor sonucu tetiklenir.

Ani kardiyak ölüm (AKÖ) olarak anılan bu durum nadirdir: Çeşitli çalışmalar 1:200000 ila 1:50000 arasında değişen prevelanslar vermiştir. Harmon ve arkadaşları güncel bir derlemede bu duruma sebep olarak metodoloji farklılıklarını göstermiş ve bu farklılıkları vaka tanımındaki farklılıklar, farklı yaş aralığı, payda olarak kabul edilen nüfus veya dahil edilen vakalar olarak sıralamıştır [78]. **Tablo 3**'te AKÖ sıklığını belirlemek için yapılan başlıca çalışmaların bulduğu sıklıklar verilmiştir.

Ani kardiyak ölüm sadece atletler için bir tehdit değildir. Düzenli egzersiz yapmayan popülasyonda atletlere kıyasla daha nadir olsa da ani kardiyak ölüm görülebilir. Corrado ve arkadaşları sporcularda ani kardiyak ölüm riskini sporcu olmayanlara kıyasla 2,5 kat artmış olarak bulmuştur [79]. Fransa yapılan prospektif bir çalışma, sporcularda egzersiz sırasındaki AKÖ riskini sporcu olmayanlara kıyasla 4,5 kat artmış olarak bildirilmiştir [80]. Benzer şekilde ABD'de lise öğrencilerinde yapılan bir çalışmada AKÖ riski, atletlerde atlet olmayanlara kıyasla 3,6 kat daha fazla bulunmuştur [74]. Bu çalışmaların aksine Danimarka'da yapılan bir çalışmada, sporculara kıyasla sporcu olmayanlarda 3,3 kat artmış AKÖ riski gösterilmiştir; fakat bu çalışma retrospektif olup kaynak olarak medyaya yansıyan haberleri ve elde edilebilen ölüm belgelerini almıştır[81] .

Bugün farklı çalışmaları derleyerek yapılan tahminler atletlerde ani kardiyak ölüm sıklığının en az 1:50 000 kabul edilmesi gerektiğini savunur [75], [82]. Amerikalı siyahi basketbol oyuncuları gibi bazı özel popülasyonlarda bu sıklığın 1:4400 kadar yükseldiği bilinmektedir [83]. Ani kardiyak ölümün sıklığını belirlemek için uygun metodoloji ile yapılacak daha çok çalışmaya ihtiyaç vardır.

Tablo 2: Ani Kardiyak Ölüm Sıklığını Araştıran Çalışmalar

Çalışmalar	**Yıllar**	**Sıklık**
Van Camp et *al*, ABD	1983–1993	1:300 000
Corrado *et al*, İtalya	1979–1999	1:47 600
Maron et *al*, ABD	1980–2006	1:163 934
Holst et *al*, Danimarka	2000–2006	1:26 595
Steinvil et *al*, İsrail	1985—1997 1998 —2009	1:393 70 1 :37 593

Ani kardiyak ölümün görülme sıklığı net olmadığı gibi bu duruma zemin hazırlayan sebeplerin sıklığı da tartışma konusudur. Kardiyomiyopatiler uzun dönem başrolde düşünülmüş, ABD'de atletlerde AKÖ'ün 1/3'ünden hipertrofik kardiyomiyopati (HKM), İtalya'da 1/4'ünden aritmojenik sağ ventriküler kardiyomiyopati sorumlu tutulmuştur [84]. Fakat ani kardiyak ölümün etiyolojisini araştıran güncel çalışmalar kardiyomiyopatilerden daha sık nedenler bildirmişlerdir. İngiltere'de yapılan güncel bir çalışmada ani aritmik ölüm sendromu (SADS) en yaygın ölüm nedeni olarak bulunmuştur [21]. Yine Bagnall ve arkadaşlarının yayınladığı Avusturalya ve Yeni Zelanda'nın ani kardiyak ölüm verilerini inceleyen çalışmada 30 yaş altı AKÖ'lerin %40'ının sebebi otopside saptanamamıştır, bu durum bu ölümlerin kardiyomiyopatilerden ziyade aritmilerden kaynaklandığını düşündürmüştür [85].

Daha yaşlı atletlerde ani kardiyak ölüm sıklıkla koroner arter hastalığı ile ilişkilidir. Ani kardiyak ölümün sıklığını ve sebeplerini belirlemek bu olayın önlenmesi için yapılacakları planlamakta önemlidir. Gençlerde ani kardiyak ölümü spora katılım öncesinde yapılacak sağlık taramalarıyla, yani altta yatan hastalıkların saptanması ile önlemek mümkündür. Günümüzde müsabakalarda AKÖ'yü önlemek için ikincil önlemlere (kardiyopulmoner resüsitasyon (KPR), otomatik eksternal defibrilatör) ağırlık verilmiştir [41].

İkincil önlemleri arttırarak genç ve sağlıklı sporcuların ölümlerini önlemek de birincil sağlık taramalarıyla riski azaltmak kadar önemlidir. Ani kardiyak ölümün bilinirliği arttırmak, halka ilk yardım ve KPR eğitimleri vermek, otomatik eksternal defibrilatörlerin ulaşılabilirliğini arttırmak bu amaçla yapılabileceklere örnektir. ABD'de ani kardiyak ölüm sonucu kaybedilen genç bir atletin ailesinin Wisconsin Çocuk Hastanesi Herma Kalp Enstitüsü

ile iş birliği içerisinde başlattığı ‘Adam Projesi’ (Adam Project) genç bir sporcunun mirasını yaşatmanın yanında tüm ülke çapında okullara sağladığı otomatik eksternal defibrilatörlerle bugüne dek 140 gencin hayatını kurtarmış ve pek çok merkeze örnek olmuşlardır. Bu girişim sayesinde spor müsabakalarının yapıldığı alanlarda sporcuya 90 saniyede ulaştırılabilecek şekilde defibrilatörler bulundurulması yaygınlaştırılmıştır [41], [86]–[88] .

II.C. SPORCULARDA SAĞLIK TARAMALARI

Genç sporcularda doğumsal ya da genetik kardiyak hastalıkların zamanında fark edilmesi ve gerekli önlemlerin alınması hayati önem taşımaktadır. Spora katılım öncesi kardiyovasküler sağlık taraması; genç sporcu popülasyonunda ve özellikle yarışmalı spor dallarına katılım öncesi, kardiyak morbidite ve mortaliteye sebep olabilecek nedenlerin tanınması amacıyla yapılan sistematik bir sağlık taramasıdır [89], [90]. Spora katılım öncesi taramalarda fark edilen kardiyovasküler hastalıklar kimi zaman izlem ve tedavi kimi zaman ise geçici ya da sürekli aktivite kısıtlamasıyla daha selim bir seyir izleyebilmektedir.

Sağlık taramalarının tıbbi, etik, psikolojik ve ekonomik etkileri çokça tartışılsa da genel görüş sporculara yapılacak katılım öncesi sağlık taramalarının gerekliliğini onaylar[89], [91]. Fakat bu taramalar için en uygun yöntemin hangisi olduğu sorusu, henüz kesin olarak cevaplanmış değildir. Güncel tartışmalar, anamnez ve fizik muayeneden oluşan sağlık taramasına 12 derivasyonlu EKG eklemenin fayda ya da zarar getireceği sorusu etrafında şekillenir. Uluslararası Olimpiyat Komitesi EKG içeren bir tarama testini zorunlu tutarken, ABD Ulusal Üniversite Atletizm Birliği EKG içeren sağlık taramalarını önermemektedir [92]. Güncel kılavuzlarda Avrupa ve Kuzey Amerika arasında fikir ayrılığı söz konusudur. Hem Amerikan Kalp Derneği/Amerika Kardiyoloji Okulu (AHA/ACC) hem de Avrupa Kardiyoloji Derneği/Avrupa Kalp Ritim Birliği (ESC/EHRA) sporcularda sağlık taramasını tıbbi, etik, psikolojik ve ekonomik açılardan değerlendiren kılavuzlarını benzer tarihlerde yayımlamışlardır. Aynı çalışmaları kaynak almış ve aynı alan uzmanları tarafından oluşturulmuş olsa da bu iki kılavuzun vardığı sonuçlar farklıdır. Amerikalı otoriteler standardize bir anamnez ve fizik muayene önerirken Avrupalı otoriteler bu prosedüre EKG eklenmesini destekleyecek yeterli kaynak olduğunu savunur [92].

Geçmiş otopsi çalışmalarında, hipertrofik kardiyomyopati (HKM) en sık ani kardiyak ölüm nedeni olarak gösterilirken, günümüzdeki “otopsi negatif” vakalarda yapılan postmortem genetik analiz kanalopatilerin ani kardiyak ölümden sanıldığından daha sık sorumlu olduğunu

göstermiştir [93]. Uzun QT gibi kanalopatilerin ve Wolf-Parkinson-White gibi ileti bozukluklarının belirti vermeyen sinsi bir seyri olduğu fakat bu hastalıkların EKG ile tanı aldığı ve sporcular için yapılan tarama programlarında EKG olması halinde bu hastalıkların tanısının konulabileceği bilinmektir [94].

Geçtiğimiz yıllarda sporcu EKG "normalleri" üzerine yapılan pek çok çalışma ile sporcuların sporla ilişkili ve patolojik olmayan EKG bulguları üzerinde fikir birliği oluşmuştur. Belirlenen kriterler sayesinde EKG'nin bu grupta yanlış pozitiflik oranı düşmüş ve özgüllüğü artmıştır [92]. Spora katılım öncesi kardiyovasküler değerlendirme yöntemlerini inceleyen güncel bir meta-analizde toplamda 47137 atleti içeren 15 çalışma incelenmiş, bu çalışmalarda anamnez, fizik muayene ve EKG'nin duyarlılık ve özgüllüğüne bakıldığında sırasıyla, %20-%94, %9-%97 ve %94-%93 değerleri elde edilmiştir. Bu meta-analizde EKG'nin, duyarlılığı ve özgüllüğü anamnez ve fizik muayeneden daha üstün olduğu gibi yanlış pozitiflik oranı da daha düşük olduğu bulunmuştur [95]. Sporcularda sağlık taramasının rutin bir öneri olduğu şu durumda, EKG'nin sporcu açısından anamnez ve fizik muayeneye ek olarak getirdiği etik, yasal ya da psikolojik bir yükten söz edilemez. Hatta yanlış pozitifliği düşürmesi sayesinde bu yükleri azalttığı söylenebilir [6], [96].

EKG ile taramayı destekleyen bu kanıtların yanında sporculara zorunlu sağlık taramasına EKG eklenmesinin önünde iki engel vardır. İlk engel, EKG ile bir hastalık tespit edildiğinde bu hastanın tanı almasının hastalığın nihai seyri açısından etkili olmayacağı görüşüdür. İngiltere Futbol Federasyonu'nun desteği ile 11,168 adolesan futbolcuya 1996-2006 yılları arasında EKG ve ekokardiyografi yöntemleri ile kardiyak sağlık taraması yapılmıştır. Bu sporcuların 42'sinde ani kardiyak ölüme sebep olabilecek kardiyak problemler saptanmıştır. Tedavi seçeneği olan sporcular tedavi edilmiş, geriye kalanların sporu bırakması önerilmiştir. Çalışma sonrası izlem periyodunda 8 sporcu ani kardiyak ölüm ile kaybedilmiştir; bunların altısı tarama sırasında ekokardiyografi ve EKG bulgusu olmayan kardiyomiyopati hastaları, ikisi futbolu bırakması önerilse de kariyerine devam eden futbolculardır [95]. Bu çalışmada gösterildiği gibi EKG, ani kardiyak ölüme zemin hazırlayan hastalıkları tespit etse de ani kardiyak ölümü engellemekte etkin olmayabilir. Her ne kadar kurtarılamayan hayatlar için örnek oluştursa da bu çalışma ani kardiyak ölüm riski olan 42 futbolcudan 34'ünün hayatını olumlu yönde etkilemiştir. EKG'nin hayat kurtarma başarısını araştıran iki büyük çalışma metodolojik olarak eleştirilen ve birbirinden farklı sonuçlara ulaşan çalışmalardır [97]. Bu konuda daha çok kanıta ihtiyaç olsa da şüpheli kardiyovasküler hastalıkların güncel izlem ve tedavisini değerlendirdiğimizde EKG'nin tarama aracı olarak kullanılmasının yararlı olacağını

düşünmek yerinde olacaktır. İngiltere Futbol Federasyonu'nun genç takımlara yaptığı 10 yıllık kardiyovasküler taramanın sonuçlarını da bu açıdan umut vericidir [97].

Taramanın kesin bir öneri olması önünde ikinci bir engel ise uygun EKG yorumu ve yeterli kardiyoloji desteği sağlayacak alt yapının eksikliğidir. Bu konuda özel eğitimli doktor ve sağlık personeli sayısının artması ve gerekli kardiyolojik altyapının yaygınlaştırılması önemlidir [98].

Yapılan araştırmalar farklı atlet popülasyonlarının farklı risk oranlarına sahip olduğu göz önünde bulundurulduğunda, özellikle yüksek riskli sporcu gruplarının anamnez, fizik muayene, EKG ve gerektiği halde ileri tetkiklerle taranması geçerli güncel öneridir [99].

III. GEREÇ VE YÖNTEM

III.A. ARAŞTIRMANIN MODELİ VE GRUBUN TANIMLANMASI

III.A.1. Araştırmanın Modeli

İleriye dönük, kesitsel, tek merkezli çalışmamız Ocak-Aralık 2020 tarihleri arasında yürütüldü. Mart-Temmuz 2020 tarihleri arasında çalışmamıza COVID-19 pandemisi sebebi ile ara verildi; Ağustos 2020'de protokolde pandemi nedeniyle değişiklik yapılarak çalışmaya devam edildi. Başlangıçta amaç ekokardiyografinin EKG'ye katkısını araştırmak iken, bu protokol sporcu gençleri hastaneye getirmenin olanaksızlığı nedeni ile değiştirilerek, çalışmaya spor ünitelerinde sporculara fizik muayene ve EKG uygulamasıyla devam edildi.

III.A.2. Çalışmaya Dahil Edilen Grupların Tanımlanması

Çalışmaya 11-18 yaş arası en az 2 yıldır, haftada 5 saat ve üzerinde yarışmalı sporlara katılmakta olan 94 çocuk ve adolesan sporcu dahil edildi. Yarışmalı spora katılım; düzenli antrenman ve müsabakalara katılım gerektiren bir spor dalında organize faaliyetlere devam etmek olarak tanımlandı. Katılımcılar futbol, yüzme, su topu ve triatlon olmak üzere 4 farklı yarışmalı spor disiplininde performans göstermekteydi.

Sporcu çocukların fizik muayene, anamnez ve EKG verilerini kıyaslamak için kronik hastalığı veya kardiyak yakınması bulunmayan, yaş açısından sporcu grupla eşleşen bir kontrol grubu oluşturuldu. Bu grup bir dershanenin İstanbul'un farklı ilçelerinde yer alan 3 şubesinden; düzenli ilaç kullanmayan ve çalışmaya katılmak isteyen sağlıklı çocuk ve adolesanlar arasından seçildi. Kontrol grubunda yer alan hiçbir katılımcının spesifik bir spor dalında eğitimi yoktu. Haftada 2 saatten az organize fiziksel aktiviteye katılım olarak tanımlanan sedanter bir hayat tarzını devam ettiriyorlardı. Kontrol grubunda 41 çocuk ve adolesana, aynı araştırmacı tarafından sporculara uygulanan standart araştırma protokolü uygulandı.

III.B. VERİLERİN TOPLANMASI

Çalışmaya katılan her katılımcının Katılımcı Bilgi Formu içeriğine göre; kimlik bilgileri kaydedildi, antropometrik ölçümleri yapıldı, spora katılım bilgileri, özgeçmiş-soy geçmiş bilgileri sorgulandı ve kardiyovasküler sisteme yönelik fizik muayene yapıldı. Elde edilen verilerle Katılımcı Bilgi Formu, araştırmacı tarafından dolduruldu. Takiben katılımcıların elektrokardiyogramları çekildi.

III.B.1. Katılımcı Bilgi Formu

Araştırmada kullanılacak bilgi toplama formu, sporcu sağlık taramalarına ilişkin yapılan çalışmalar incelenerek ve Amerikan Kalp Birliği'nin 14 basamaklı sporcu sağlık tarama formundan yararlanılarak oluşturuldu[100]. Oluşturulan form, pilot çalışma kapsamında 3 sporcuya uygulandı. Alınan geribildirimler doğrultusunda katılımcı bilgi formu yeniden düzenlendi.

Katılımcı bilgi formu üç bölümden oluşmaktadır (Ek-1). İlk bölümde katılımcıların kimlik bilgileri, antropometrik ölçümleri, spora katılım bilgileri sorgulandı. İkinci bölüm anamnez bilgilerini ve üçüncü bölüm fizik muayene bulgularını içermekteydi.

III.B.1.a. Antropometrik Ölçümler

Çalışmaya dahil edilen sporcuların ve kontrol grubunun boy ve tartı ölçümleri standardize bir şekilde, aynı kişiler tarafından yapıldı. Katılımcılar 2 yaşın üzerinde olduğundan boy ölçümleri; sırtları ölçere gelecek şekilde, ayakları birbirine yapışık, dik durur ve karşıya bakar pozisyonda yapıldı. Her katılımcı ayakkabısız ve asgari düzeyde kıyafet ile tartıldı. Katılımcıların boy, ağırlık ve vücut kitle indeksi (VKİ) standart sapma skorları (Z-skorları (SS)) web tabanlı Child Metrics uygulaması ile ulusal verilere göre hesaplandı[101].

III.B.1.b. Anamnez

Anamnez bilgileri katılımcı bilgi formunun ikinci bölümünde yer aldı. Bu bölümde kişisel sağlık geçmişi, spora ilişkin sağlık geçmişi ve kardiyovasküler sisteme ilişkin semptomlar sorgulandı. Kardiyak semptomlar sorgulanırken; sporcular için antrenman ile ilişkili ya da ilişkisiz bu semptomları hissedip hissetmediği, sedanter katılımcılar için herhangi bir zamanda hissedip hissetmediği araştırıldı. Katılımcı bir semptom açısından pozitif anamnez verdiğinde ilgili semptomun kardiyak olup olmadığı ek sorularla sorgulandı. Kardiyak olabileceği düşünülen semptomlar kaydedildi. Aile öyküsünde ani kardiyak ölüme sebep olabilecek hastalıklar sorgulandı.

III.B.1.c. Fizik muayene

Katılımcı bilgi formunun üçüncü bölümünde katılımcılara araştırmacı tarafından kardiyovasküler sisteme yönelik fizik muayene yapıldı. Muayene dahilinde supin pozisyonda, ayakta ve valsalva manevrası sırasında aortik, pulmoner, mitral ve trikuspit odaklardan kardiyak oskültasyon yapıldı. İşitilen üfürümün şiddeti, karakteri, duyulduğu odak ve zamanlaması kaydedildi. Bilateral femoral nabızlar palpe edildikten sonra oturur pozisyonda ve her iki koldan sfingomanometre ile brakial arter kan basıncı ölçüldü. Bir kez yüksek ölçüm yapıldığında ölçüm tekrarlandı. Kan basıncıyla ilgili değerlendirmelerde, Amerikan Pediatri Akademisi'nin (AAP) 2017'de yayımladığı rehberden yararlanıldı[102]. Marfan Sendromu açısından başparmak işaretine ve kulaç-boy uzunlukları ilişkisine bakıldı[29].

III.B.2. Elektrokardiyografi

Çalışmanın tüm katılımcılarına, supin pozisyonda konuşmaz fakat serbest nefes alırken 12 derivasyonlu elektrokardiyogram (EKG) 25 mm/s kâğıt hızında ve 10 mm/mV amplitüd ile çekildi. EKG çekimi için Pagewriter 300pi Ml770a (Agilent Technologies, Andover, MA, USA) ya da Kenz Cardico 1215 (Suzuken Co. Ltd, Nagoya, Japan) cihazlarından biri kullanıldı. Elektrokardiyogramlar tarayıcı aracılığı ile bilgisayara aktarıldı. Değerlendirmelerde bir grafik programı kullanıldı (Adobe Photoshop CS2, Adobe Systems Incorporated, USA). Ölçümler %300-400'lük büyütme kullanılarak ve milimetre birimiyle yapıldı. Ölçümler aynı kullanıcı tarafında 2 farklı günde tekrarlanarak doğrulandı.

EKG'lerde kalp hızı ve ritmi, PR mesafesi, QRS kompleks, QT süresi ölçüldü. QRS aksı kaydedildi. PR segmenti izoelektrik hat kabul edilerek ölçümler buna göre yapıldı. Sinüs ritmi normal aksta bir P dalgası varlığı ve her P dalgasını QRS kompleksinin izlemesi olarak tanımlandı.

Kalp hızı, DII derivasyonunda ardışık 3 R-R mesafesinin ölçülüp ortalamasının alınması ile hesaplandı. PR mesafesi yine DII derivasyonunda ardışık 3 PR mesafesinin ortalaması olarak hesaplandı. QRS kompleks süresi DII derivasyonunda ardışık 3 QRS mesafesi ölçülerek saptandı. QT mesafesi QRS kompleksinin başlangıcından T dalgasının izoelektrik çizgiyi kestiği yere kadar olan mesafe kabul edildi. QT mesafesi DII ya da V5 derivasyonlarında ölçüldü. 3 ardışık atımda yapılan ölçümlerin aritmetik ortalaması alındı. Düzeltilmiş QT mesafesi (QTc) *Bazett'in formülü* ile hesaplandı[103]–[105].

Sporcuların EKG bulguları;

1)Ani ölüm risk faktörleri açısından incelenmek

2)Spor ilişkili EKG değişikliklerini kaydetmek;

hedefleri ile ' Sporcularda Elektrokardiyografik Yorum için Uluslararası Uzlaşı Standartları: EKG Kriterlerinin Tanımları' kılavuzluğunda incelendi ve sınıflandırıldı.(**Tablo 2**)[106] .

Sol ventrikül hipertrofisi açısından Sokolow-Lyon kriteri (v1 S+ v5/v6 R>35 mm), Cornell kriteri (K: aVL R+v3 S>20 mm, E: aVL R+v3 S>28 mm) ve Peguero-Lo Pesti (K: SD+v4 S>20 mm, E: SD+v4 S>23mm) kriterlerine göre hesaplamalar yapıldı[107], [108]. Bununla birlikte v1'de S dalga amplitüdü, v5 ve v6'da R dalga amplitüdü mm cinsinden ölçülerek kaydedildi.

Sağ ventrikül hipertrofisi açısından Sokolow-Lyon kriteri (v1 R+ v6 S>10,5 mm) kriterine göre hesaplamalar yapıldı[109]. Ayrıca v1'de R dalga amplitüdü, v6'da S dalga amplitüdü mm cinsinden ölçülerek kaydedildi.

Tablo 3: Sporcularda Elektrokardiyografik Yorum İçin Uluslararası Uzlaşı Standartları: EKG Kriterlerinin Tanımı

EKG BULGULARI	TANIMLAR
Anormal EKG Bulguları	
T dalga negatifliği	İki veya daha fazla ardışık derivasyonda derinliği ≥ 1 mm; aVR, III ve V1'i hariç*
• **Anterior**	V2–V4
• **Lateral**	I, aVL, V5 ve/veya V6 (V5 ve V6 tek başına yeterli)
• **Inferolateral**	II ve aVF, V5–V6,I ve AVL
• **Inferior**	II ve aVF
ST Segment Depresyonu	İki veya daha fazla ardışık derivasyonda ve derinliği ≥ 0,5 mm
Patolojik Q Dalgası	İki veya daha fazla derivasyonda; Q / R oranı ≥0.25 veya Q≥40 msn (III ve aVR hariç)
Sol Dal Bloğu	QRS≥120 msn, V1'de ağırlıklı olarak negatif QRS kompleksi (QS veya rS), I ve V6'da dik/çentikli veya geniş R dalgası
Geniş QRS	QRS ≥ 140 msn
Epsilon Dalgası	V1 – V3'te QRS kompleksi ile T dalgası arasında, küçük pozitif dalga/çentik
Ventriküler Pre-eksitasyon	PR aralığı <120 msn, delta dalgası ve geniş QRS (120 msn)
Uzun QT Mesafesi	QTc ≥470 msn (erkek), QTc ≥480 msn (kadın), QTc ≥500 msn (belirgin uzun)
Brugada Tip 1	Eğimli patern: ≥2 mm'den büyük ilk ST segment elevasyonu, aşağıya eğimli ST segment elevasyonu, V1 – V3'te ≥1 derivasyonda simetrik negatif T dalgası
Derin Sinüs Bradikardisi	<30 vuruş / dk. veya ≥3 sn. sinüs duraklaması
Derin 1˚ AV Blok	≥400 msn
Mobitz Tip II 2˚ AV Blok	Sabit PR aralıklı, aralıklı olarak iletilmemiş P dalgaları
3˚ AV Blok	Tam kalp bloğu
Atriyal Taşiaritmi	Supraventriküler Taşikardi, Atriyal Fibrilasyon ve Atriyal Flutter
PVC	10 sn. içinde ≥2 PVC
Ventriküler Aritmi	Kuplet, Triplet, Sürekli olmayan Taşikardi
Sınırda EKG Bulguları	
Sol Aks Deviyasyonu	-30 ˚ ila -90 ˚
Sol Atriyal Genişleme	I veya II'de P dalgası > 120 msn V1'de P dalgası negatif kısmın derinliği≥ 1 mm ve süresi ≥ 40 msn
Sağ Aks Deviyasyonu	>120˚
Sağ Atriyal Genişleme	II, III, ya da aVF'de P dalga amplitüdü ≥2.5 mm
Tam Sağ Dal Bloğu (RBBB)	QRS süresi≥ 120 msn, V1'de rSR 'paterni ve/veya V6'da R dalgasından daha geniş S dalgası
Normal EKG Bulguları	
Yüksek QRS Voltajı	LVH (SV1 + RV5/ RV6> 35 mm) veya RVH (RV1 + SV5/SV6> 1,1 mm) için izole QRS voltaj kriterleri
Kısmi Sağ Dal Bloğu (IRBBB)	<120 msn QRS süresi, V1'de rSR 'paterni veya V6'da qRS paterni
Erken Repolarizasyon	J noktası elevasyonu, ST-segment elevasyonu, J dalgaları, inferior ve / veya lateral derivasyonlarda s dalgasının hafifçe genişlemesi
Siyahi Atlet Repolarizasyon Varyantı	Siyahilerde J noktası elevasyonu ve dışbükey (kubbeli) ST segment elevasyonu ardından V1-V4'te T dalgası negatifliği
Jüvenil T Dalga Paterni	<16 yaş atletlerde V1-V3'de T dalgası negatifliği
Sinüs Bradikardisi	<60 atım/dk, ≥30 atım dakika, sinüs ritmi
Sinüs Aritmisi	İnspiryumda uzayıp ekspiryumda kısalan ve en kısa ila en uzun RR mesafesi farkı 120 milisaniyeden(msn) uzun, sinüs ritmi
Ektopik Atriyal Ritim	Sinüs P dalgasına kıyasla farklı bir morfolojide P dalgaları; (ör: inferior derivasyonlarda negatif P dalgaları)
Kavşak Kaçış Ritmi	QRS hızı P dalgası ya da sinüs hızından daha hızlı Genellikle <100 atım /dk altında dar QRS'li ritim (QRS iletisinde anormallik yoksa)
1˚ AV Blok	PR mesafesi 200-400 msn arasında
Mobitz Tip I (Wenkebach) 2˚ AV Blok	PR aralığı giderek uzar ve sonunda bir P iletilmez (QRS tarafından takip edilmez) iletilmeyen P'den sonraki ilk PR aralığı, iletilen son PR aralığından daha kısadır

III.B.3. Ekokardiyografi

Ekokardiyografik değerlendirme lateral dekübit pozisyonda Philips Affiniti 70 (Andover, MA, USA) kullanılarak, Amerika ve Avrupa Ekokardiyografi Cemiyetlerinin kılavuzlarında yer alan standart görüntü ve tetkiklere göre yapıldı[109]. Tüm ekokardiyografik değerlendirmeler aynı araştırmacı (AD) tarafından yapıldı. Yapılan görüntülemeler kaydedildi ve daha sonra tekrar değerlendirildi. Yapılan ölçümlerden sol ventrikül duvar kalınlıkları ve diyastol sonu boyutlarının standart sapma skorları (Z-skorları) Kampmann ve arkadaşlarının hazırladığı M-Mod ekokardiyografi verilerine göre *Ped-Z* uygulaması yardımıyla hesaplandı[109].

Çalışmanın protokolü oluşturulduğunda tüm sporcu ve sporcu olmayan katılımcılara ekokardiyografik değerlendirme yapılması planlandı. Fakat COVID-19 pandemisi nedeniyle çalışmaya ara verilip daha sonra hastane dışında çalışmaya devam edildiğinden, protokolden ekokardiyografi çıkarıldı. Çalışmamızın pandemi öncesi bölümünde yapılmış olan ekokardiyografik değerlendirmeye ait veriler çalışmaya dahil edildi. Pandemi sonrasında revize edilen protokolde, bilgi formunda ya da EKG'sinde patolojik bulgu saptanan katılımcıların ekokardiyografisi yapıldı.

Ekokardiyografik inceleme dahilinde kardiyak duvar kalınlıkları (sistol ve diyastolde), atriyum ve ventrikül boyutları (sistol ve diyastolde), sistolik fonksiyonlar, sol ventrikül kitlesi ölçüldü ve sol ventrikül kitle indeksi hesaplandı. Diyastolik fonksiyonların değerlendirilmesi için apikal dört boşluk penceresinde mitral ve triküspit kapakların kenarlarından pulse wave-doppler ile pik akış hızları elde edilerek bu akışlardan erken (E) ve geç (A) diyastolik akış dalgaları ölçümü yapıldı. E/A oranı hesaplandı.

III.C. VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ – İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Veriler Microsoft Office Excel programına kaydedildi ve sonrasında IBM SPSS 27.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA) programına aktarılarak analizleri yapıldı. Verilerin tanımlayıcı istatistiklerinde ortalama, standart sapma, medyan, en düşük, en yüksek, frekans ve oran değerleri kullanıldı. Değişkenlerin dağılımı Kolmogorov-Simirnov testi ile ölçüldü. Nicel bağımsız verilerin analizinde normal ve normal olmayan dağılımlara sahip parametreler için sırasıyla bağımsız örneklem t test ve Mann-Whitney U test kullanıldı. Nitel bağımsız verilerin analizinde ki-kare test, ki-kare test koşulları sağlanmadığında Fischer test kullanıldı.

Korelasyon analizinde Spearman korelasyon analizi kullanıldı. $P<0.05$ değeri anlamlı olarak kabul edildi.

III.D. ONAYLAR

Araştırmanın akademik kurul onayı, 09.01.2020 tarihli toplantıda İstanbul Tıp Fakültesi Dekanlığı Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı'ndan; etik kurul onayı (Ek-2), 06.03.2020 tarih ve 05 sayı ile İstanbul Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan alınmıştır. COVID-19 pandemisi sebebi ile çalışmaya katılımcı alınmasına hastane dışında devam edilmiş ve çalışma protokolünde değişiklik yapılmıştır. İlgili değişiklikle ilgili etik kurul onayı, 06.11.2020 tarih ve 27 sayı ile İstanbul Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan alınmıştır (Ek-3).

Araştırmanın tüm prosedürleri Helsinki bildirgesine uygundur. Tüm katılımcılar ve ebeveynleri/yasal vasileri çalışma hakkında bilgilendirilmiş ve katılım öncesinde edinilen bilgilerin bilimsel amaçlarla kullanılacağına dair aydınlatılmış onamları alınmıştır. (Ek-4)

III.E. MALİ DESTEK

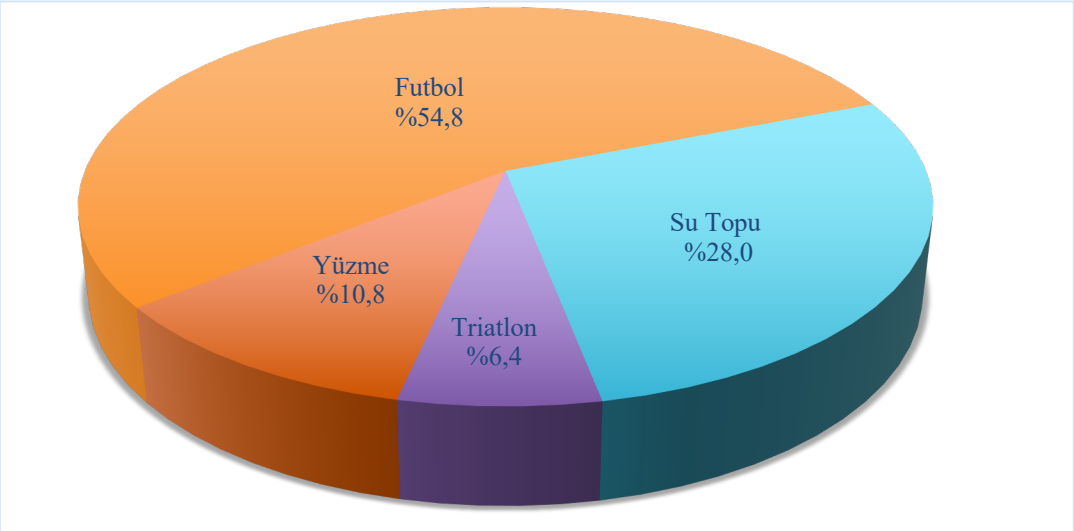
Çalışmanın giderleri araştırmacılar tarafından sağlanmıştır.

IV. BULGULAR

IV.A. ÇALIŞMA VE KONTROL GRUBUNUN ÖZELLIKLERİ

Çalışmamızda sporcu grubu toplam 93 çocuk ve adolesandan oluşmaktaydı. Yaş aralığı 10 ile 18 yıl arası değişkenlik göstermekte olup ortalama yaş 14,4 yıldı. Sporcuların %13'ü kız (n= 12) ve %87'si erkekti (n=81). Sporcuların ağırlığı 30 ile 84 kg arası değişmekte olup ortalama 56 kg olarak saptandı. Ağırlık standart sapma değerleri -2 ile +2,3 arası değişmekte olup ortalama 0±0,9 saptandı. Boyları 138 ile 189 cm arası değişmekte olup ortalama 166 cm ve boy standart sapmaları -1,7 ile +2,4 arası değişmekte olup ortalama 0,4±1,9 idi. Vücut kitle indeksi standart sapma ortalaması -0,3 olarak (min: -2,6-max: 2,3) saptandı. Vücut yüzey alanı (BSA) sporcu grubunda 1,1 ile 2,0 m^2 arasında değişkenlik göstermekte olup ortalama 1,6 m^2 olarak hesaplandı.

Toplam 93 sporcunun 51'i(%54,8) futbolla, 26'sı(%28) su topuyla, 10'u (%10,8) yüzmeyle ve 6'sı (%6,4) triatlon alanında performans göstermekteydi **(Şekil 8).** Sporcular en az 2 en fazla 14 yıldır spor yapmakta ortalama spor yapma süresi 5,7±2,5 yıldır. Sporcuların haftalık ortalama antrenman süresi10,3±3,3 saat (min:5, max:20), son 2 yıldaki haftalık ortalama antrenman süresi10,7±3,32 saat (min:5,7, max:20) saattir. Tablo 5 sporcuların spora katılım özelliklerini özetlemektedir.



Şekil 7:Spor Dallarına Göre Dağılım

Tablo 4: Sporcuların Spora Devam Ettiği Süre(Yıl) ve Ortalama Antrenman Süreleri

	Minimum-Maksimum	Medyan	Ortalama±SS
Spor Geçmişi (Yıl)	2,0 - 14,0	5,0	5,7 ± 2,5
Ortalama Antrenman Süresi (saat/hafta)	4,9 - 20,0	10,0	10,3 ± 3,3
Son 2 Yıl Ortalama Antrenman Süresi (saat/hafta)	5,7 - 20,0	10,5	10,7 ± 3,2

Kontrol grubu toplamda 41 çocuk ve adolesandan oluşmaktaydı. Yaş aralığı 10 ile 18 yıl arası değişmekte olup ortalama yaş 14,1 yıl saptandı. Katılımcıların %24'ü kız (n= 10) ve %76'si erkekti (n=31). Bu gruptaki çocuk ve adolesanların ağırlığı 28 ile 86 kg arası değişmekte olup ortalama 56 kg olarak saptandı. Ağırlık standart sapma değerleri -2,8 ile +2,2 arası değişmekte olup ortalama 0,1±1,3 saptandı. Hastaların boyları 135 ile 195 cm arası değişmekte olup ortalama 162 cm ve boy standart sapmaları -2,2 ile +3,4 arası değişmekte olup ortalama 0,1±1,2 idi. Vücut kitle indeksi standart sapma ortalaması 0 olarak (min: -2,8, max: 2,3) saptandı. Vücut yüzey alanı (BSA) sporcu grubunda 1,0 ile 2,1 m^2 değerleri arasında değişkenlik göstermekte olup ortalama 1,6 m^2 olarak hesaplandı.

Sporcu grubu ve kontrol grubunda çocukların yaş ve cinsiyet dağılımı anlamlı farklılık göstermemiştir (sırasıyla; p<0,493, p<0,098). Aynı zamanda sporcu ve kontrol grubu arasında boy, boy SS, ağırlık, ağırlık SS, VKİ, VKİ SS, BSA değerleri arasında anlamlı (p> 0.05) farklılık bulunmamıştır. Sporcu ve kontrol grubunun antropometrik ve demografik özellikleri Tablo 6'da özetlenmiştir.

Tablo 5:Sporcu ve Kontrol Gruplarının Özellikleri

	Kontrol (n=41)			**Sporcu (n=93)**			**p değeri**
	Ortalama±SS		Medyan	Ortalama±SS		Medyan	
Yaş (yıl)	14,1±2,2		13,4	14,4±1,7		14,6	0,493
Cinsiyet (K/E) (n)	10	31,0		12	81		0,098
Cinsiyet (K/E)(%)	%24,4	%75,6		%12,9	%81,1		
Boy (cm)	162,4±11,9		164,0	166,3±11,2		167,0	0,071
Boy SS	0,1±1,2		0,0	0,4±0,9		0,4	0,207
Ağırlık (kg)	56,5±14,2		55,0	56,4±11,7		56,0	0,971
Ağırlık SS	0,1±1,3		0,1	0,0±0,9		0,1	0,733
VKİ (kg/m²)	21,1±3,8		21,0	20,2±2,8		19,8	0,119
VKİ SS	0,0±1,2		-0,2	-0,2±0,9		-0,3	0,187
BSA (m²)	1,6±0,3		1,6	1,6±0,2		1,6	0,624

IV.B. ANAMNEZ VE FİZİK MUAYENE

Anamnezde sporcu ya da sedanter grupta, kardiyak bir şikâyet ya da semptoma rastlanmadı. Hiçbir katılımcının aile öyküsünde ani kardiyak ölüme sebep olabilecek hastalık yoktu.

Fizik muayenede, 5 sporcu ve 1 sedanter katılımcıda, oskültasyonda, supin pozisyonda 1/6 şiddetinde hafif sistolik üfürüm işitildi fakat ayakta oskültasyon sırasında bu üfürümler duyulmadı. Valsalva manevrasıyla şiddeti artan üfürüm kaydedilmedi. Bilateral femoral nabızlar palpasyonla doğaldı. Tüm sedanter katılımcıların kan basıncı normal aralıktaydı. Sporcu grubunda 14 yaştan büyük 3 katılımcının kan basıncı değerleri prehipertansiyon evresinde (<140/90 mmHg) saptandı. Bu üç sporcuya önerilerde bulunuldu ve takip planlandı. Üç sporcunun değerleri Tablo 7'de verilmiştir. Tüm katılımcıların kan basıncı değerlendirmesi tablo 8'de sunulmuştur. Sporcu ve kontrol gruplarında kan basıncı ortalamasında anlamlı fark saptanmadı. Hiçbir katılımcıda Marfan Sendromu stigmatası görülmedi.

Tablo 6: Prehipertansif Sporcuların Kan Basıncı Değerleri

	Sol Brakial Arter KB (mmHg)	Sağ Brakial Arter KB (mmHg)
SPORCU-1	125/70	130/70
SPORCU-2	130/85	125/75
SPORCU-3	130/90	130/90

Tablo 6: Tüm Katılımcıların Kan Basıncı Değerleri

	Min-Mak	Medyan	Ort±SS
Brakial Sol SP(mmHg)	85,0 - 140,0	105,0	105,9±10,6
Brakial Sol DP(mmHg)	50,0 - 95,0	70,0	69,2±9,4
Brakial Sağ SP(mmHg)	80,0 - 140,0	110,0	106,3±10,7
Brakial Sağ DP(mmHg)	55,0 - 95,0	70,0	70,0±8,8

IV.C. EKG'DE GÖRÜLEN ÖZELLİKLERLE İLGİLİ DEĞERLENDİRME

IV.C.1. Sporcu EKG Değişiklikleri

IV.C.1.a. Ritim

Her iki grupta da tüm katılımcılar sinüs ritmindeydi. Ektopik atriyal ritim ya da kavşak ritmi kaydedilmedi. Sporcularda ortalama kalp hızı (ort ±ss (medyan)), 72,2 ± 13,6 (71) atım/dakika, kontrollerde ise 85.9 ± 15,7 (84) atım/dakika olarak saptandı. **Sporcu grubunda kalp atım hızı kontrol grubuna kıyasla 14 atım/dakika daha düşük saptandı ve bu fark anlamlı bulundu (p<0,000). Sporcuların %16'sında sinüs bradikardisi görülürken kontrol grubunda hiçbir katılımcı bradikardik değildi, aradaki bu fark anlamlıydı (p<0,06).** Gruplar arasında sinüs aritmisi oranında anlamlı farklılık görülmedi (kontrollerde%46,3, sporcularda %39,8; p<0,603). PR mesafesi sporcularda ortalama 145,7 ± 14,7 (147) msn, kontrollerde 151,3 ± 20,4 (147) msn olarak ölçüldü, fakat bu fark anlamlı bulunmadı. Sporcu grubunda 2 katılımcıda 1.˚AV blok (PR> 200 msn) kaydedildi, kontrol grubunda bu bulguya rastlanmadı. 1.˚AV blok sıklığı açısından iki grup arasında anlamlı fark görülmedi. Ritim ve PR mesafesine ilişkin

değişkenler Tablo 9'da sunulmuştur. EKG 15 ve EKG 16'da sinüs bradikardisi ve 1.˚ AV blok örnekleri sunulmuştur.

Tablo 7: Sporcu ve Kontrol Gruplarının Ritim, Hız ve PR Mesafesi Karşılaştırılmaları

	Kontrol (n=41)		Sporcu(n=93)		p değeri
	Ort±SS	Medyan	Ort±SS	Medyan	
EKG					
Kalp Hızı (atım/dk.)	85,9±15,7	84,0	72,2±13,6	71,0	***0,000***
PR Mesafesi (msn)	145,7±14,7	147,0	151,3±20,4	147,0	0,241
Sinüs Aritmisi (%)	%46,3		%39,8		0,603
Sinüs Bradikardisi (%)	%0		%16		***0,006***
1.°AV blok (%)	%0		%2,2		1,000



EKG 15: Sinüs Bradikardisi (47 Atım/Dakika), 16 Yaşında Kız Yüzücü



EKG 16: 1.˚ AV Blok (PR 240 Msn), 16 Yaş Futbolcu Erkek

IV.C.1.b. Kısmi Sağ Dal Bloğu ve Aks

Tablo 8: Sporcu ve Kontrol Gruplarının IRBBB ve QRS Aks Karşılaştırmaları

		Kontrol (n=41)		Sporcu(n=93)		p değeri
		Sayı (n)	Yüzde (%)	Sayı (n)	Yüzde (%)	
EKG						
Kısmi RBBB		9	22,0%	47	50,5%	***0,002***
	Normal	36	87,8%	86	92,5%	
AKS	Sağ	4	9,8%	4	4,3%	0,586
	Sol	1	2,4%	3	3,2%	

Kısmi sağ dal bloğu (IRBBB) sporcu grubunun %50,5'inde kontrol grubunun ise %22'sinde saptandı ve bu fark anlamlı (p =0,02) bulundu. Sporcu ve kontrol grupları arasında QRS aksında anlamlı farklılık saptanmadı. Sporcu ya da kontrol grubunda hiçbir katılımcıda atriyal genişleme, tam dal bloğu veya ventriküler pre-eksitasyon görülmedi. Tablo 10'da sporcu ve kontrol gruplarının kısmi sağ dal bloğu ve aks bulgusu ve QRS aks verilerinin karşılaştırması mevcuttur. EKG 17'de 15 yaşında bir su topu oyuncusunda kısmi sağ dal bloğu izlenmektedir.



EKG 17:Kısmi Sağ Dal Bloğu, 15 Yaş Erkek, Su Topu Oyuncusu

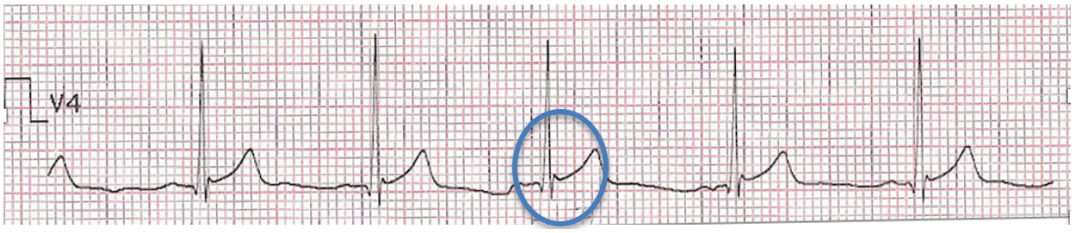
III.C.1.c. Repolarizasyon Değişiklikleri

QRS süresi sporcu ve kontrol grupları arasında anlamlı farklılık göstermedi. İnterventriküler gecikme (QRS>100 msn) kontrol grubunda görülmezken 5 sporcuda saptandı, fakat bu fark anlamlı değildi. **QTc mesafesi sporcularda ortalama 407,4±**

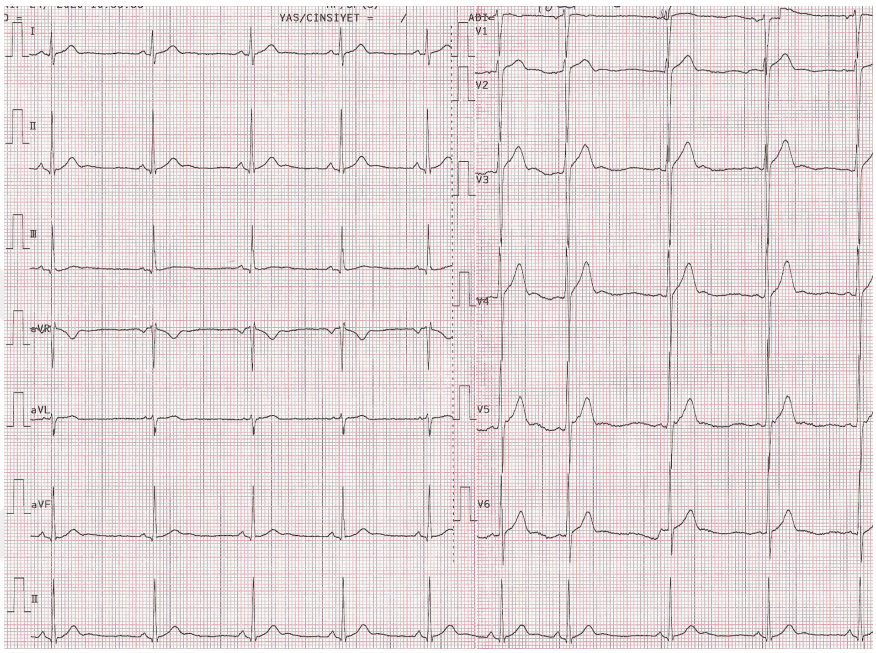
19,0(412) milisaniye (msn), kontrollerde 398,8± 22,2 (400) msn olarak görüldü ve aradaki fark anlamlı bulundu(p<0,03). Hiçbir katılımcıda uzun QTc izlenmedi. **Sporcu grubunda erken repolarizasyon bulgusu görülme sıklığı %60,2 olup, bu bulgunun sıklığı %22 oranının saptandığı kontrol grubuna kıyasla anlamlı derecede artmıştı(p<0,00).** Her iki grupta anterior prekordiyal derivasyonlarda T dalga negatifliği görülme oranları benzer bulundu. V1-V2'de T dalga negatifliği görülme oranı sporcu ve kontrollerde sırasıyla %79,6'ya %78, V2 sonrası anterior derivasyonlarda (V3-V4) T dalga negatifliği görülme sıklığı %6,5'a %7,3'tü. Sporcu veya kontrol grubunda inferior ya da lateral derivasyonlarda T dalga negatifliği izlenmedi. EKG 18 ve EKG 19'da erken repolarizasyon örnekleri gösterilmiştir.

Tablo 9:Sporcu ve Kontrol Grupları Repolarizasyon Değişkenleri Karşılaştırması

	Sedanter (n:41)		Sporcu (n:41)		
	Ort±SS	Medyan	Ort±SS	Medyan	p değeri
EKG					
QRS (msn)	84,4±9,7	84,0	82,4±11,5	82,0	0,330
QTc (msn)	407,4±19,0	412,0	398,8±22,2	400,0	***0,033***
İnterventriküler Gecikme (%)	0		%5,4		0,323
Erken Repolarizasyon (%)	%22,0		%60,2		***0,000***
T Negatifliği (TWI) (%)	%78,0		%79,6		0,842
TWI-Anterior V1-V2(%)	%75,6		%78,5		0,712
TWI-Anterior V2-V4(%)	%7,3		%6,5		0,854



EKG 18:Erken Repolarizasyon, J Dalgası, 15 Yaş Erkek, Su Topu Oyuncusu



EKG 19: Erken Repolarizasyon, 16 Yaş Futbolcu Erkek

IV.C.1.d. Ventrikül Hipertrofi Kriterlerine Göre Değerlendirme

Sokolow-Lyon izole sol ventrikül hipertrofi kriteri kontrol grubunun %19,5 sporcuların %42'sinde ve Peguero-Lo Presti sol ventrikül hipertrofi kriteri kontrol grubunun %26,8 'inde sporcu grubunun %61,3'ünde pozitif saptandı. Bu iki kriterin pozitiflik oranları sporcular lehine anlamlı derecede artmış bulundu (sırasıyla p<0,012, p<0,00). Cornell sol ventrikül hipertrofi kriterinin pozitif olma durumu sporcu ve kontrol grupları arasında anlamlı fark göstermedi. **Sokolow-Lyon izole sağ ventrikül hipertrofi kriteri kontrol grubunun %4,9'una karşılık sporcuların %26,4'ünde pozitif saptandı ve bu fark anlamlı bulundu(p<0,00).** Kontrol grubu ve sporcu grubunda V1 S, aVL R, V1 R amplitüd değerleri anlamlı farklılık göstermezken, V6 R, V5 R ve V3 S, V4 S, V6 S, En Derin S, amplitüdleri

sporcularda anlamlı olarak daha yüksek saptandı. Tablo 12 ve 13'te sol ventrikül, Tablo 14'te sağ ventrikül hipertrofisine ilişkin parametreler verilmiştir. EKG 20 sol ventrikül hipertrofisi için çalışmamızdan bir örnektir.

Tablo 10: Kontrol ve Sporcu Gruplarında Sol Ventrikül Hipertrofi Kriterleri

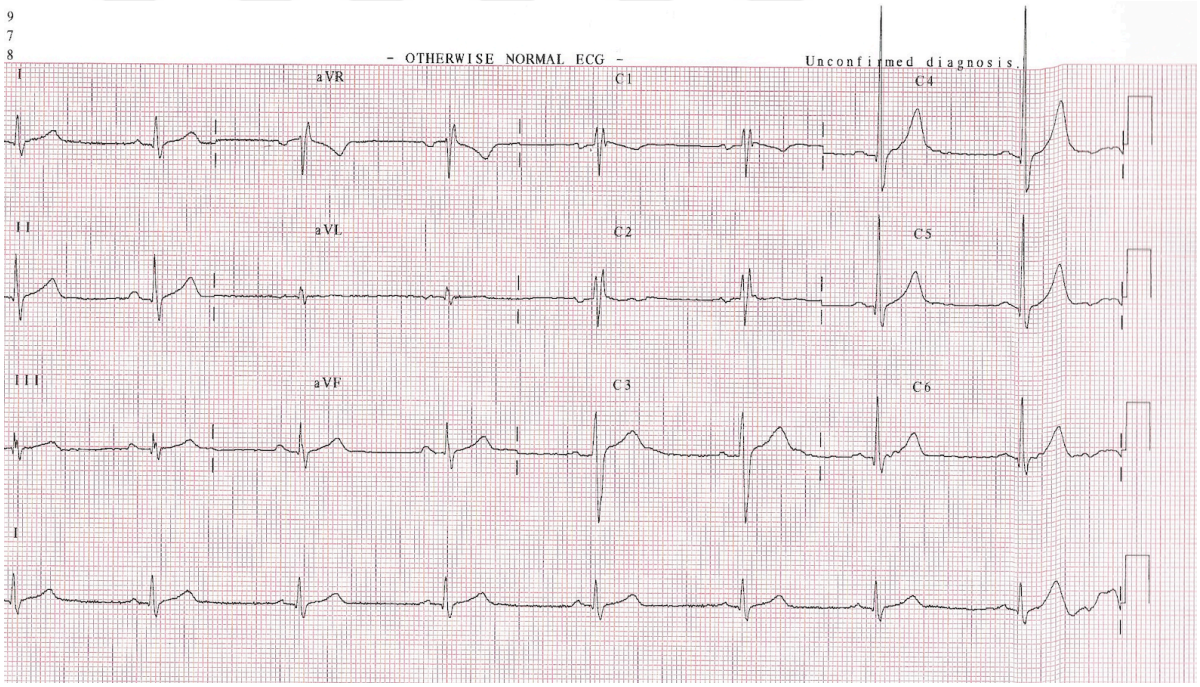
	Kontrol (n=41)		Sporcu(n=93)		p değeri
	n	%	n	%	
Sol Ventrikül Hipertrofi Kriterleri					
Sokolow-Lyon Kriteri	8	19,5%	39	41,9%	**0,012**
Cornell Kriteri	3	7,3%	14	15,1%	0,215
Peguero-LoPresti Kriteri	11	26,8%	57	61,3%	**0,000**

Tablo 11: Kontrol ve Sporcu Gruplarında LVH Gösteren Derivasyonların Amplitüdleri

	Kontrol (n:41)		Sporcu (n:93)		p değeri
	Ort±SS	Medyan	Ort±SS	Medyan	
Sol Ventrikül Hipertrofisi					
V1 S (mm)	11,1±4,3	10,9	11,4±4,9	10,0	0,931
V6 R (mm)	13,0±4,5	12,8	17,9±6,4	17,0	***0,000***
V5 R (mm)	15,6±5,3	15,1	20,1±7,9	20,0	***0,002***

Tablo 12: Kontrol ve Sporcu Grubunda RVH'ye İlişkin Parametreler

	Kontrol (n=41)		Sporcu(n=93)		p
	Ort±SS	Medyan	Ort±SS	Medyan	değeri
Sağ Ventrikül Hipertrofisi					
V1 R	3,9±2,4	3,9	4,2±3,3	3,2	0,894
V6 S	1,6±1,3	1,2	3,9±2,7	3,0	***0,000***
V1 R+V6 S	5,5±,7	5,4	8,0±4,5	7,0	***0,001***
Sokolow-Lyon RVH Kriteri (%)	4,9%		26,4%		***0,000***



EKG 20: Artmış QRS Voltajı, IRBB, Erken Repolarizasyon, Bradikardi, 17 Yaş, Triatlon, Erkek

IV.C.1.e. Sporcularda Yaşa Göre EKG Değişikliklerinin Karşılaştırması

Sporcu grubu içerisinde 14 yaşında ve daha büyük sporcular ile 14 yaşından küçük sporcular karşılaştırıldığında cinsiyet dağılımı farklılık göstermedi. On dört

yaşından küçük sporcularda ağırlık, VKİ, BSA değerleri anlamlı olarak daha düşük bulundu. Fakat iki grubun boy SDS, ağırlık SDS, VKİ SDS değerleri arasında farklılık saptanmamıştır.

Tablo 13: ≥ 14 Yaş ve <14 Yaş Sporcuların Karşılaştırılması

	<14 Yaş (n=34)		**≥ 14 Yaş (n=59)**		**p değeri**
	Ortalama±SS	Medyan	Ortalama±SS	Medyan	
Yaş (yıl)	12,5±0,8	12,5	15,5±1,0	15,5	
Cinsiyet (K/E) (n)	2 32		10 49		0,125
Cinsiyet (K/E) (%)	%5,9 %94,1		%16,9 %83,1		
Boy (cm)	156,16±8,0	156,0	172,16±8,2	172,0	***0,000***
Boy SS	0,30±0,8	0,2	0,5±1,0	0,5	*0,447*
Ağırlık (kg)	47,51±9,8	45,5	61,6±9,4	62,0	***0,000***
Ağırlık SS	-0,00±1,0	0,1	0,0±0,9	0,1	*0,909*
VKİ (kg/m²)	19,39±3,4	18,7	20,7±2,3	21,0	***0,031***
VKİ SS	-0,20±1,0	-0,3	-0,3±0,9	-0,2	*0,790*
BSA (m²)	1,43±0,2	1,4	1,7±0,2	1,7	***0,000***

14 yaşında ve daha büyük sporcuların spor yaptığı süre (yıl) anlamlı olarak daha fazla olsa da haftalık ortalama antrenman saati anlamlı farklılık göstermedi. Bu iki yaş grubundan her spor dalında benzer oranda çocuk mevcuttu.

14 yaşında ve daha büyük sporcularda, kalp hızı anlamlı şekilde daha düşük, PR mesafesi daha uzun ve sinüs bradikardisi daha sık saptandı (Tablo 16). QRS ve QTc sürelerinde anlamlı farklılık görülmedi. **Erken repolarizasyon 14 yaşında ve daha büyüklerde anlamlı şekilde daha sık bulundu. T dalga negatifliği ve V1-V2'de T dalga negatifliği 14 yaşın altındakilerde anlamlı olarak daha sık bulundu (Tablo 17).** Gruplar arasında IRBBB, sinüs aritmisi, interventriküler gecikme, 1.˚AV blok ve aks sapması görülme oranlarında anlamlı farklılık saptanmadı. **14 yaşından küçük olan sporcularda V1S+V6R anlamlı olarak daha düşüktü.** Gruplar arasında

Sokolow-Lyon İzole Sol Ventrikül Hipertrofi Kriteri, Cornell Kriteri ve Peguero-LoPresti Kriteri pozitiflik oranları anlamlı farlılık göstermedi.

Tablo 14: ≥ 14 ve <14 Yaş Sporcuların Ritim, Hız ve PR Mesafesi Karşılaştırmaları

	<14 Yaş (n=34)		≥ 14 Yaş (n=59)		p
	Ort±SS	Medyan	Ort±SS	Medyan	değeri
EKG					
Kalp Hızı	77,75±12,0	77,0	69,05±13,5	66,0	***0,001***
PR Mesafesi (msn)	141,62±12,5	141,0	156,83±22,0	154,0	***0,000***
Sinüs Aritmisi(%)	38,20%		40,7%		*0,615*
Sinüs Bradikardisi (%)	5,90%		22,0%		***0,041***
1.°AV blok (%)	0,00%		3,4%		*0,531*

Tablo 15:≥14 ve <14 Yaş Sporcuların Repolarizasyon Değişkenleri Karşılaştırması

	<14 Yaş (n=34)		≥ 14 Yaş (n=59)		
	Ort±SS	Medyan	Ort±SS	Medyan	p değeri
EKG					
QRS (msn)	83,6±9,4	82,0	81,68±12,6	83,0	*0,430*
QTc (msn)	402,67±24,4	410,0	396,64±20,7	395,0	*0,225*
İnterventriküler Gecikme (%)	2,9%		6,8%		*0,649*
Erken Repolarizasyon (%)	**41,2%**		**71,2%**		***0,004***
T Negatifliği (TWI) (%)	**97,1%**		**69,5%**		***0,001***
TWI-Anterior V1-V2(%)	**97,1%**		**67,8%**		***0,001***

TWI-Anterior V2-V4(%)	8,8%	5,1%	*0,480*

IV.C.1.f. Sporcularda Antrenman Süresine Göre EKG Değişikliklerinin Karşılaştırması

Sporcular arasında 5 yıl ve daha uzun süredir antrenman yapanlar ile 5 yıldan daha kısa süredir antrenman yapanları karşılaştırdığımızda; 5 yıl ve daha uzun süredir spor yapan grubun ortalama yaşı ve bu gruptaki kız sporcu oranı anlamlı olarak daha yüksekti. İki grubun boy, boy SS, ağırlık, ağırlık SS, VKİ, VKİ SS, BSA değeri anlamlı farklılık göstermedi. Gruplar arasında haftalık ortalama antrenman saati, son 2 yılda haftalık ortalama antrenman saati ve spor dalları açısından anlamlı farklılık izlenmedi. Gruplar arasında kalp hızı, PR mesafesi, 1.˚ AV blok sıklığı, sinüs bradikardisi ya da sinüs aritmisi görülme sıklığı açısından bir farklılık izlenmedi. Kısmi RBBB açısından iki grup arası bir farklılık görülmedi, bununla birlikte 5 yıl ve daha uzun süredir spor yapanlarda sol aks sapması anlamlı olarak daha sık bulundu. QRS süresi, QTc süresi, erken repolarizasyon görülme oranı, interventriküler gecikme görülme oranı ve T negatifliği görülme oranı açısından anlamlı bir farklılık gözlenmedi. Gruplar arasında Sokolow-Lyon izole sol ventrikül hipertrofi kriteri, Cornell kriteri ve Peguero-Lo Presti kriteri pozitiflik oranları anlamlı farlılık göstermedi.

IV.C.1.g. Sporcularda Antrenman Saatine Göre EKG Değişikliklerinin Karşılaştırması

Haftalık antrenman süresi 10 saat ve daha uzun olan sporcularla haftalık antrenman süresi 10 saatten kısa olan sporcular arasında yaş ve cinsiyet dağılımı açısından bir farklılık bulunmadı. Bu gruplar arasında boy, boy SS, ağırlık, ağırlık SS, VKİ, VKİ SS, BSA değerleri arasında da anlamlı farklılık görülmedi. **Haftalık 10 saatten az antrenman yapan grupta futbol oynayanların sayısı diğer gruba göre anlamlı olarak yüksekti.**

Gruplar arasında kalp hızı, PR mesafesi, 1.˚ AV blok sıklığı, sinüs bradikardisi ya da sinüs aritmisi görülme sıklığı açısından bir farklılık izlenmedi. Kısmi RBBB ya da QRS aks sapması açısından iki grup arası bir farklılık görülmedi. **QRS süresi haftada 10 saatten fazla antrenman yapan grupta anlamlı olarak fazla bulundu.**, QTc süresi ve QRS aksı, erken repolarizasyon görülme oranı, interventriküler gecikme görülme

oranı ve T negatifliği görülme oranı açısından anlamlı bir farklılık gözlenmedi. Gruplar arasında Sokolow-Lyon izole sol ventrikül hipertrofi kriteri, Cornell kriteri ve Peguero-Lo Presti kriteri pozitiflik oranları anlamlı farlılık göstermedi.

IV.D. EKG'DE ÖZELLİKLİ VAKALAR

Sporcu ya da kontrol grubundan hiçbir katılımcıda atriyal genişleme, derin sinüs bradikardisi, 400 msn'den daha uzun PR mesafesi, Mobitz tip 2 2.°AV blok, 3.°AV blok, ST çökmesi, patolojik Q dalgası, patolojik T negatifliği, LBBB, geniş QRS, epsilon dalgası, ventriküler pre-eksitasyon, uzun QT, Brugada tip1 patern, ventriküler aritmi ya da atriyal taşiaritmi görülmedi.

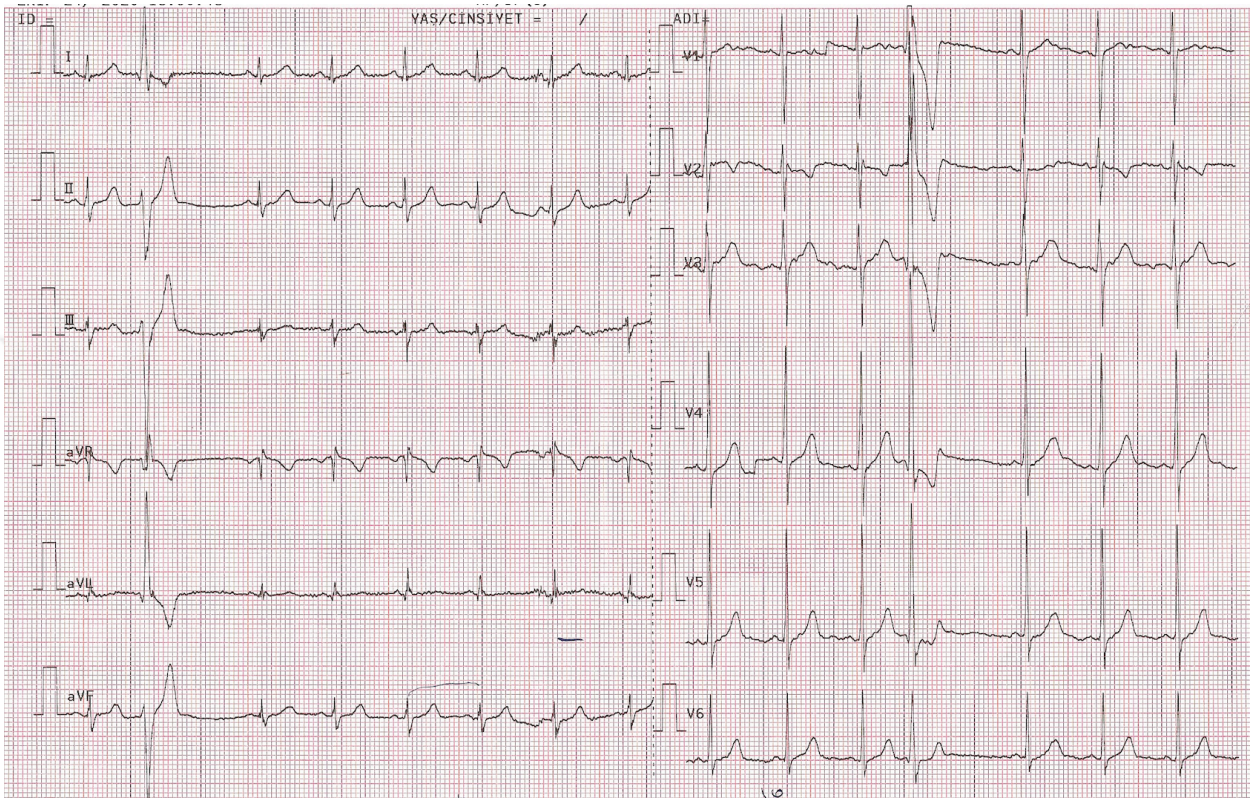
İki sporcuda ventriküler ektopik atımlar izlendi. Bunlardan birincisi 12 yaşında 3 yıldır haftada 10 saat kadar su topu antrenmanı yapan bir erkek çocuktu. Üç yıl önce EKG çekilmiş olduğu ve değerlendirmesinde bir patolojiden bahsedilmediği aileden öğrenildi. Aktif hiçbir şikâyeti ve kardiyak yakınması bulunmayan hastanın aile öyküsünde bir özellik yoktu. Hastanın supin pozisyonda, ayakta ve valsalva manevrası sırasında oskültasyonunda üfürüm işitilmedi. Femoral nabızları bilateral palpabl olan hasta normotansifti. Hastanın EKG'sinde bigemine VES paterni izlendi. Yapılan ekokardiyografik değerlendirme de yapısal ya da fonksiyonel patoloji izlenmedi. Farklı bir merkezde efor testi yapılan hastanın erken ventriküler kompleksleri her iki atımdan biri olduğu için metoprolol tedavisi başlandı. Hasta dışmerkezde çocuk kardiyoloji kontrollerine devam etmektedir (EKG21).



EKG 21: Bigemine Ventriküler Erken Kompleksler, 12 Yaş Erkek, Su Topu

İkinci vaka 14 yaşında 3 yıldır haftada 6 saat futbol antrenmanı yapan bir erkek çocuktu. Hasta kardiyak şikâyet belirtmedi. Aile öyküsünde kardiyovasküler hastalık açısından risk izlenmedi. Hastanın supin pozisyonda, ayakta ve valsalva manevrası sırasında oskültasyonunda üfürüm yoktu. Kan basıncı normal değerlerde izlenen hastanın nabızları palpabıldı. Hastanın EKG'sinde ventriküler erke kompleksler her 6 atımda 1 izlendi(EKG 22). Ekokardiyografik değerlendirmesi olağan olan hastanın efor

testinde yapıldı. Erken kompleksler kalp tepe atımı 170 atım/dk ’ya nulaşana dek sıklaşmadan devam etti, sonrasında kayboldu. Kan tetkiklerinde anemi, hipertiroidi, elektrolit dengesizliği izlenmedi. Şikâyeti olmayan hasta İTF Çocuk Kardiyoloji Polikliniği’nde takibe alındı.



EKG 22: 6 Atımda 1 Erken Ventriküler Kompleksler, 14 Yaş Erkek, Futbol

IV.E. SU TOPU OYUNCULARININ EKOKARDİYOGRAFİK DEĞERLENDİRMELERİ

Çalışmamız toplam 27 su topu oyuncusu dahil edildi. Yaş aralığı 11 ile 16 yıl arası değişkenlik göstermekte olup ortalama yaş 13,5 yıldı. Grubun tamamı erkekti. Vücut ağırlıkları 30 ile 84 kg arası değişmekte olup ortalama 57,6 kg olarak saptandı. Ağırlık standart sapma değerleri -1,8 ile +2,3 arası değişmekte olup ortalama 0,36±1,1 saptandı. Sporcuların boyları 138 ile 189 cm arası değişmekte olup ortalama 162 cm ve boy standart sapmaları -1,7 ile +2,4 arası değişmekte olup ortalama 0,33±1,0 idi. Vücut kitle indeksi standart sapma ortalaması 0,26 olarak. (min: -2,3-max: 2,3) saptandı. Vücut

yüzey alanı (BSA) sporcu grubunda 1,1 ile 2,1 m^2 arasında değişkenlik göstermekte olup ortalama 1,6 m^2 olarak hesaplandı.

Sporcular en az 2 en fazla 13 yıldır spor yapmakta ortalama spora yapma süresi 2,6±5,4 yıldır. Sporcuların son 2 yıldaki haftalık ortalama antrenman süresi 12,2±2,1 saat (min:9, max:20) saattir.

Tablo 16: Su Topu Oyuncularının Özellikleri

	SU TOPU OYUNCULARI	
	Ortalama±SS	Medyan
Yaş (yıl)	13,5±1,7	14
Boy (cm)	162,4±13,9	163
Boy SS	0,3±1,0	0,3
Ağırlık (kg)	57,6±16,6	62
Ağırlık SDS	0,36±1,1	0,6
VKİ (kg/m²)	21,4±4	22,4
VKİ SS	0,26±1,0	0,29
BSA (m²)	1,6±0,3	1,7

Tablo 17: Su Topu Oyuncularının Antrenman Süreleri

	Minimum-Maksimum	Medyan	Ortalama±SS
Spor Geçmişi (Yıl)	2-9	5	5,4±2,6
Son 2 Yıl Ortalama Antrenman Süresi (saat/hafta)	9-20	12	12,1±2,1

Su topu oyuncularının ekokardiyografik değerlendirmesinde M-mod ekokardiyografi ile parasternal uzun eksende alınan ölçümler alındı. İnterventriküler

septum kalınlığı diyastolde (ort±SS) 1,1±0,2 cm, Z-skor ortalaması 3±1,5; sistolde 1,5±0,2 cm, Z-skor ortalaması 2,9±0,8 bulundu. Sol ventrikül diyastol sonu boyutu 4,6±0,5 cm, Z-skor ortalaması -0,2±1,1 saptandı. Sol ventrikül sistol sonu boyutu 2,8±0,4 cm, Z-skor ortalaması -0,5±0,9 saptandı. Sol ventrikül arka duvar kalınlığı diyastolde 1±0,2 cm, Z-skor ortalaması 1,5±1,1; sistolde 1,5±0,2 cm, Z-skor ortalaması 1,6±1,1 bulundu. Sol ventrikül kitlesi 167,6 ±49,5 gr, sol ventrikül kitlesi Z-skoru 1,1±1,0 ve sol ventrikül kitle indeksi 103,6± 20,1 gr/m^2 olarak saptandı **(Tablo 19)**.

Tablo 18: Su Topu Oyuncuları M-Mod Ekokardiyografi ile Yapısal Değerlendirmesi

	Min-Mak	Medyan	Ort±SS
IVSd (cm)	0,8 - 1,6	1,1	1,1 ± 0,2
IVSd Z Skoru	0,3 - 6,6	2,6	3,0 ± 1,5
IVSs (cm)	1,1 - 2,0	1,5	1,5 ± 0,2
IVSs Z skoru	1,2 - 5,2	2,9	2,9 ± 0,8
LVEDD (cm)	3,5 - 6,1	4,5	4,6 ± 0,5
LVEDD Z Skoru	-2,7 - 2,2	-0,2	-0,2 ± 1,1
LVESD (cm)	2,0 - 3,9	2,8	2,8 ± 0,4
LVESD Z Skoru	-1,7 - 1,4	-0,7	-0,5 ± 0,9
LVPWd (cm)	0,7 - 1,4	1,0	1,0 ± 0,2
LVPWd Z Skoru	-0,1 - 4,4	1,4	1,5 ± 1,1
LVPWs(cm)	1,1 - 1,9	1,5	1,5 ± 0,2
LVPWs Z Skoru	0,1 - 4,5	1,4	1,6 ± 1,1
LV kütlesi (gr)	81,1 - 277,0	164,0	167,6 ± 49,5
LV kütle Z Skoru	-0,4 - 3,3	0,8	1,1 ± 1,0
LV Kitle İndeksi (gr/m^2)	72,9 - 144,7	101,8	103,6 ± 20,1

Su topu oyuncularının ekokardiyografik sistolik fonksiyon değerlendirmesinde (ort± SS) FS ortalama değeri %38,5 ± 3,8; EF ortalama değeri %68,7 ± 4,8; SV ortalama değeri 65,4 ± 24,2 olarak bulundu **(Tablo 20)**.

Tablo 19: Su Topu Oyuncuları M-Mod Ekokardiyografi ile Sistolik Fonksiyon Değerlendirmesi

	Min-Mak			Medyan	Ort±SS		
FS (%)	33,1	-	44,7	37,9	38,5	±	3,8
EF(%)	61,8	-	76,8	67,6	68,7	±	4,8
SV (ml)	0,0	-	120,5	63,0	65,4	±	24,2

Su topu oyuncularının ekokardiyografik diyastolik fonksiyon değerlendirmesinde (ort± SS); Mitral kapak için E dalgası ortalama hızı 123 ± 12,7 cm/sn., A dalgası ortalama hızı 68,7 ± 11,9 cm/sn. ve E/A oranı 1,9 ± 0,3 olarak bulundu (Tablo 21).

Tablo 20: Su Topu Oyuncuları M-Mod Ekokardiyografi ile Diyastolik Fonksiyon Değerlendirmesi

	Min-Mak			Medyan	Ort±SS		
Triküspit E (cm/sn.)	70,5	-	119,0	87,9	90,3	±	11,4
Trikuspit A (cm/sn.)	39,6	-	69,6	48,9	52,0	±	10,1
Trikuspit E/A	1,3	-	2,5	1,7	1,8	±	0,4
Mitral E (cm/sn.)	100,0	-	148,0	124,0	123,0	±	12,7
Mitral A (cm/sn.)	56,0	-	100,0	63,8	68,7	±	11,9
Mitral E/A	1,3	-	2,6	1,9	1,9	±	0,3

IV.E.1. Su Topu Oyuncularında Yaşa Göre Ekokardiyografi Ölçümlerinin Karşılaştırması

14 yaşında ve daha büyük su topu oyuncularında atriyal hacim, atriyal yüzey alanı, sol ventrikül hacmi, sol ventrikül alanı, interventriküler septumun diyastolde kalınlığı, interventriküler septumun sistolde kalınlığı ve bunun Z skoru, sol ventrikül diyastol sonu boyutu, sol ventrikül sistol sonu boyutu, interventriküler septumun sol ventrikül arka duvarına oranı(IVS/LVPW) , sol ventrikül kitlesi, diyastol sonu sol

ventrikül hacmi, sistol sonu sol ventrikül hacmi, aort çapı, sol atriyum uzunluğu 0-13 yaş grubundan anlamlı olarak daha yüksekti ($p < 0.05$) **(Tablo 22).**

Tablo 21: :≥ 14 ve <14 Yaş Sporcuların Ekokardiyografi Ölçümlerinin Karşılaştırması

	<14 Yaş			≥ 14 Yaş			P
	Ort±SS		Medyan	Ort±SS		Medyan	
Atrial Volüm (ml)	±	9,4	23,9	36,8 ±	10,1	34,5	***0,028***
Atrial Area (cm²)	12,4 ±	2,5	11,4	14,9 ±	2,5	15,1	***0,017***
LV Vol (ml)	67,3 ±	20,5	65,0	103,5 ±	15,3	101,0	***0,008***
LV Area (cm²)	16,0 ±	3,5	15,1	22,5 ±	2,1	22,4	***0,005***
IVSd (cm)	1,0 ±	0,2	1,0	1,2 ±	0,2	1,2	***0,002***
IVSs (cm)	1,4 ±	0,1	1,4	1,6 ±	0,2	1,6	***0,000***
IVSs Z Skoru	2,4 ±	0,6	2,4	3,3 ±	0,7	3,1	***0,002***
LVEDD (cm)	4,2 ±	0,3	4,2	4,9 ±	0,5	4,8	***0,000***
LVESD (cm)	2,5 ±	0,2	2,5	3,1 ±	0,3	3,1	***0,000***
IVS/LVPW	1,1 ±	0,2	1,1	1,2 ±	0,2	1,2	***0,031***
LV Kütle (gr)	133,0 ±	37,1	123,0	199,8 ±	36,3	211,0	***0,000***
EDV (ml)	79,7 ±	14,6	80,4	114,0 ±	28,3	106,0	***0,001***
ESV (ml)	23,5 ±	5,6	22,3	38,2 ±	10,7	36,2	***0,000***

Gruplar arasında, atriyum boyu, diyastolde interventriküler septumun kalınlık Z skoru, sol ventrikül diyastol sonu boyutu Z skoru, sol ventrikül sistol sonu boyutu Z skoru, sistol ve diyastolde sol ventrikül arka duvar kalınlığı ve bunların Z skoru, sol ventrikül kitlesi Z skoru ve sol ventrikül kitle indeksi anlamlı farklılık göstermemiştir. Sistolik ve diyastolik fonksiyonu değerlendiren parametrelerin hiçbiri iki grup arasında anlamlı farklılık göstermemiştir.

IV.E.2. Su Topu Oyuncularında Antrenman Süresine Göre Ekokardiyografi Ölçümlerinin Karşılaştırması

5 yıl ve daha uzun süredir antrenman yapan sporcuların atriyal hacim, atriyal yüzey alanı, sol ventrikül alanı, interventriküler septumun diyastolde kalınlığı, interventriküler septumun sistolde kalınlığı ve bu değerin Z skoru, sol ventrikül diyastol

sonu boyutu, sol ventrikül sistol sonu boyutu, interventriküler septumun sol ventrikül arka duvarına oranı (IVS/LVPW), sol ventrikül kitlesi, diyastol sonu sol ventrikül hacmi, sistol sonu sol ventrikül hacmi, aort çapı, sol atriyum uzunluğu 5 yıldan daha kısa süredir spor yapan gruba göre anlamlı olarak daha yüksekti ($p < 0.05$) **(Tablo 23).**

Tablo 22:Sporcularda Antrenman Süresine Göre Ekokardiyografi Ölçümlerinin Karşılaştırması

	Spor Süresi < 5 Yıl		Spor Süresi ≥5 Yıl		P
	Ort±SS	Medyan	Ort±SS	Medyan	
IVSd (cm)	1,0 ± 0,2	1,0	1,2 ± 0,2	1,2	
IVSs (cm)	1,4 ± 0,2	1,4	1,6 ± 0,2	1,6	***0,005***
IVSs Z Skoru	2,5 ± 0,7	2,6	3,2 ± 0,8	3,1	***0,041***
LVEDD (cm)	4,2 ± 0,3	4,2	4,9 ± 0,5	4,8	***0,000***
LVESD (cm)	2,5 ± 0,2	2,5	3,1 ± 0,3	3,0	***0,000***
LVESD Z Skoru	-0,9 ± 0,6	-1,1	-0,1 ± 0,9	0,0	***0,013***
IVS/LVPW	1,0 ± 0,2	1,0	1,3 ± 0,2	1,2	***0,007***
LV Kütle (gr)	137,2 ± 40,2	129,0	191,9 ± 43,1	191,0	***0,002***
AO Çapı (cm)	2,8 ± 0,2	2,8	3,0 ± 0,3	3,0	***0,041***
LA Boyu (cm)	3,4 ± 0,2	3,4	3,7 ± 0,3	3,7	***0,007***
LA/AO	1,2 ± 0,1	1,2	1,4 ± 0,3	1,3	0,067

Gruplar arasında, atriyum boyu, sol ventrikül hacmi, diyastolde interventriküler septumun kalınlık Z skoru, sol ventrikül diyastol sonu boyutu z skoru, sol ventrikül sistol sonu boyutu z skoru, sistol ve diyastolde sol ventrikül arka duvar kalınlığı ve bunların Z skoru, sol ventrikül kitlesi z skoru ve sol ventrikül kitle indeksi anlamlı farklılık göstermemiştir. Sistolik ve diyastolik fonksiyonu değerlendiren parametrelerin hiçbiri iki grup arasında anlamlı farklılık göstermemiştir.

IV.F. EKG'DE SOL VENTRİKÜL HİPERTROFİSİ VE EKOKARDİYOGRAFİ

Cornell Kriteri için hesaplanan değer olan aVL R + V3 S değeri ile diyastolde interventriküler septum kalınlığı Z skoru, sol ventrikül kitlesi Z skoru ve sol ventrikül kitle indeksi anlamlı pozitif korelasyon ve mitral E dalgası hızı anlamlı negatif korelasyon göstermiştir.

Peguero-Lo Presti Kriteri SD+V4 S değeri ile diyastolde interventriküler septum kalınlığı Z skoru anlamlı pozitif korelasyon ve mitral E dalgası hızı anlamlı negatif korelasyon göstermiştir (Tablo 24).

Sokolow-Lyon İzole Sol Ventrikül Hipertrofi Kriteri için hesaplanan değer olan V1S+V5/6 R ile hiçbir ekokardiyografi parametresi arasında anlamlı korelasyon saptanmamıştır. Tablo 24'te anlamlı korelasyonlar gösterilmiştir.

Tablo 23:EKG'de Sol Ventrikül Hipertrofisi ve Ekokardiyografi Korelasyonun

	V1S+V5R (mm)		**RaVL+S V3 (mm)**		**SD+SV4 (mm)**	
	r	p	r	p	r	p
IVSd Z skoru	0,183	0,361	0,524	***0,005***	0,422	***0,028***
LV Kütle Z skoru	0,092	0,649	0,584	***0,001***	0,301	0,127
LV kitle indeksi (g/m²)	0,149	0,458	0,543	***0,003***	0,314	0,111
Mitral E (cm/s)	-0,113	0,625	-0,445	***0,043***	-0,487	***0,025***

IV.G. SPORCULARIN SPORA KATILIM ÖNCESİ MUAYENELERİ

Çalışmamıza dahil edilen sporcuların tamamı lisans muayenesi olmuş sporculardır. Fakat bu muayenenin belirli standartları olmadığından sporcular farklı şekillerde değerlendirilmiştir. Sporcuların %29'u kardiyovasküler muayene olmadığını, %25,8'i kardiyovasküler muayene olduğunu fakat EKG çekilmediğini, %45,2'si ise hem kardiyovasküler sisteme yönelik fizik muayenesinin yapıldığını hem de EKG çekildiğini bildirmiştir **(Tablo 25).** Sporculardan hiçbirinin spor öncesi kardiyovasküler muayenesinde bir patoloji saptanmamıştır.

Bu dağılımda dikkat çeken bir konu, farklı grupların başvurduğu sağlık kuruluşlarıdır. Kardiyovasküler muayene olmuş ve beraberinde EKG'si çekilmiş olan grup, ağırlıkla su topu, triatlon ve yüzme branşlarından sporcular içeriyordu. Bu grup sosyoekonomik düzeyi daha yüksek olan, lisans muayenesini özel muayenehane ve sağlık kuruluşlarında olmuş çocuklardan oluşuyordu. Bununla birlikte EKG'siz muayene olan ve hatta kardiyovasküler muayene olmayan grup, yoğunlukla futbol oyuncularından oluşuyordu. Sosyoekonomik düzeyi daha düşük ailelerin çocukları olan bu sporcular, lisans muayenesi için genellikle aile hekimine ya da devlet hastanesine başvurmuştu. Bu da bize konu hakkında belirli bir protokol olmadığını ve kamu sağlık kurumlarında lisans muayenesinde EKG'nin rutin olarak kullanılmadığını gösteriyor.

Tablo 24:Spor Öncesi Muayene Oranları

Spora Başlamadan Önce Doktora Kontrol Oldu Mu?	
Kardiyovasküler muayene olmadım.	29,0%
Kardiyovasküler muayene oldum EKG çekilmedim	25,8%
Hem kardiyovasküler muayene oldum hem EKG çekildim	45,2%

V. TARTIŞMA

Sedanter yaşamın hiperlipidemi, obezite ve ateroskleroz gibi hastalıklara yol açtığı ve sporun bu hastalıkları azaltıcı etkisi bilinmektedir [4]. Hem eğlence amaçlı hem de profesyonel yarışmalı sporların popülaritesi gün geçtikçe artmaktadır. Bununla birlikte sporun sağlığa etkileri tanımlanırken U şekilli bir grafikten bahsetmek mümkündür; spor tek başına sağlığa zarar vermez, fakat yoğun fiziksel aktivite altta yatan kardiyak hastalıkların seyirlerini etkileyerek yıkıcı sonuçlar doğurabilir [21]. Bu sonuçlar önlenebilir olduğundan riskli atletleri tespit edecek sağlık taramaları büyük önem taşır.

Elektrokardiyogram, sporcunun kardiyak değerlendirmesi için oldukça önemlidir. İleti bozuklukları için tanı koydurucu olduğu gibi kardiyomiyopatilerin tanısal sürecinde de payı vardır. Bu iki hastalık grubu atletlerde ani ölümlerin büyük çoğunluğundan sorumludur [92]. Ancak elektrokardiyogramın sporcuların kardiyak değerlendirmesinde kullanımında dikkat edilmesi gereken kriterler vardır. Çünkü spor kalpte yapısal ve elektriksel değişikliklere neden olur ve bu değişikliklerin elektrokardiyograma yansıması ani ölüme sebep olabilen hastalıkların bulgularıyla benzerlik gösterebilmektedir. Bu nedenle sporcularda bir hastalığa değil de spora bağlı değişikliklere işaret eden elektrokardiyografi bulgularını tanımak çok önemlidir. Bu konunun öneminin fark edilmesiyle birlikte erişkin atletlerle pek çok çalışma yapılmıştır. Bununla birlikte sporcu çocukların kardiyak sağlığı, büyüyen ve olgunlaşan kalbin sporla etkileşimi yeterince araştırılmış bir konu değildir.

Buradan yola çıkarak çalışmamızda farklı spor dallarından adolesan sporcularda kardiyovasküler sistemde spora bağlı gelişen elektriksel ve yapısal farklılıkları ve bunların sıklıklarını kaydetmeyi, yaş ve antrenman süresinin bu değişiklikler üzerindeki etkikilerini araştırmayı amaçladık. Çalışmamız çocuk ve adolesan sporcularda düzenli ve uzun süreli antrenmanın, EKG'de bradikardi, sinüs aritmisi, kısmi sağ dal bloğu, repolarizasyon değişiklikleri ve ventriküler hipertrofisi ile ilişkili olduğunu doğrulamaktadır. Bu tür değişikliklerin bir bölümünün sıklığı ve dağılımı kronolojik yaştan, antrenman yılından etkilendiğini saptadık. Çalışmamızda ayrıca yine düzenli ve uzun süreli antrenman yapan su topu oyuncularında ekokardiyografide hem sistol hem diyastolde interventriküler septum kalınlığının kabul edilen referans aralığının üst sınırından daha fazla olduğunu gösterdik.

Çalışmamızda sporcu ve kontrol gruplarının yaş ve cinsiyet dağılımı homojen olduğu gibi antropometrik ölçümlerde iki grup arasında anlamlı fark bulunmadı. Çalışmamızda sıklık sırası ile futbol, su topu, yüzme ve triatlon spor dallarından katılımcılar yer aldı, fakat bu alt grupların katılımcı sayıları dengeli olmadığı için spor branşlarının EKG bulguları üzerinde etkisi karşılaştırılamadı. Bununla birlikte 36. Bethesda Konferansı'nın spor dallarını statik ve dinamik bileşenlere göre sınıflandırdığı kılavuza göre bu dört spor disiplininin tamamı yüksek düzeyde dinamik bileşen ve değişen oranlarda statik bileşen içermektedir. Bunun ışığında çalışmamız dinamik bileşenin yoğun olduğu spor dallarındaki kardiyak değişikliklere odaklanan bir çalışmadır.

Anamnezde sporcu ya da sedanter grupta, kardiyak bir şikâyet ya da semptoma rastlanmadı. Hiçbir katılımcının aile öyküsünde ani kardiyak ölüme sebep olabilecek hastalık yoktu. Fizik muayenede olağan dışı bulgu saptanmadı. Bu bulgular, çalışma grubumuzun ani kardiyak ölüm açısından anamnez ve fizik muayene ile taranması durumunda risksiz saptanacağını gösterir. Buna karşılık çekilen EKG'lerle 93 kişilik sporcu grubunda 2 kişide biri bigemine VES ve diğeri 1/6 VES olmak üzere patolojik EKG bulguları saptanmıştır. Bu çocuklara ek tetkikler yapılmış ve birine tedavi başlanmış, diğerine ise tedavisiz izlem önerilmiştir. Antrenman kısıtlaması yapılması gereken bir olguya rastlanmamıştır. EKG ile tanı alabilen elektriksel anormallik saptanan iki vakamız vardı. Yine de çalışma popülasyonumuz sporcu sağlık taramalarında EKG'nin anamnez ve fizik muayeneye göre üstün olduğunu iddia etmek için yeterli değildir. Williams ve arkadaşları 3620 adolesan sporcuyu dahil ettikleri tarama çalışmasında standart bir anamnez ve fizik muayene formu ile EKG'yi karşılaştırmıştır. Çalışma sonucunda fizik muayene ve anamnezin, duyarlılığı ve pozitif tahmin edici değeri düşük, yanlış pozitiflik oranı ise yüksek saptanmış ve bir tarama yöntemi olarak tek başına kullanılmının ise yeniden değerlendirilmesi gerektiği savunulmuştur [110].

Literatürde kaç saat antrenmanın kardiyovasküler sistemde ne ölçüde değişiklikler yaptığı net olmasa da kanıtlar haftada 4 saat üzerinde antrenman yapıldığında kardiyovasküler sistemde adaptasyonların başladığını söyler [20], [111] . Çalışma grubunu seçerken bu bilgi dikkate alındı. Çalışmamıza haftada en az 5 saat

antrenman yapan sporcular kabul edildi. Antrenman süreleri 5-20 saat arası değişmekte olup ortalama haftada 10 saatti.

Çalışmamızda düzenli antrenman yapan çocuk ve adolesan atletlerde sporla ilişkili elektrokardiyografik değişiklikler saptandı. McClean ve arkadaşları 2017 yılında pediyatrik atletlerin elektriksel, yapısal ve fonksiyonel özelliklerini inceleyen ilk sistematik derleme ve meta-analizi yayınladılar. Kırk çalışmanın incelendiği bu meta-analizde, sporcu çocuklarda sporla ilişkili ya da ilişkisiz EKG değişiklikleri sporcu olmayanlara kıyasla anlamlı şekilde artmış olarak bildirilmiştir[5]. Sharma ve arkadaşları, 1000 sporcu çocuk ve 300 sedanter çocuğu dahil ettikleri çalışmalarında; sporcu çocuklarda kontrol grubundan farklı ve erişkin atletlere benzer EKG bulguları saptamıştır [39]. Buna karşılık D'Ascenzi ve arkadaşları 57 çocuk sporcunun ve 37 sedanter kontrolün 5 aylık bir dönemde pubertal olgunlaşmasını ve bu dönemde EKG ve ekokardiyografi parametrelerinde gelişen farklılıklarını değerlendirdikleri çalışmada; gruplar arasında farklı EKG bulguları gözlemlememiştir[33]. Fakat bu çalışmada sporcu ve kontrollerin yaş ortalamasının 10 olup çalışmanın başlangıcında katılımcıların %50'si sonunda ise %40'ı prepubertaldir. Bulunan farklı sonuçların sebebi yaş ortalaması 10 olan çocukların düzenli ve sistematik antrenman yaptıkları sürenin kısıtlı olması ya da prepubertal çocuklarda androjenik stimülasyon yokluğunda fizyolojik adaptasyon ve yeniden yapılanmanın tam anlamıyla gerçekleşmemesi olabilir [32].

Çalışmamızda sporcu grubunda ortalama kalp hızı 14 atım/dk. daha düşük bulundu ve sinüs bradikardisi (%16'ya 0) gibi bir farkla anlamlı olarak daha sık görüldü ($p < 0,05$). Sporcu ve kontrol gruplarında PR mesafesi, 1.˚AV blok sıklığı ve sinüs aritmisi sıklığı açısından anlamlı fark bulunmadı. Koch ve arkadaşları, 28 farklı spor disiplininden 10-15 yaş aralığında 343 (189 erkek) elit seviyede atleti dahil ettikleri çalışmada atletlerin elektrokardiyografi ve ekokardiyografi bulgularını incelemiştir. Kontrol grubu olmayan bu çalışmada, çalışmamıza benzer şekilde sporcularda %14 sinüs bradikardisi görülmüştür. PR mesafesi değerlendirildiğinde 1 (%0,3) sporcuda uzun PR mesafesi (>200 msn) ve 89 (%26) sporcuda ise kısa PR mesafesine (<120 msn) rastlanmıştır [112]. McClean ve arkadaşları, sporcu çocuklarda kontrollere kıyasla sinüs bradikardisini 2,5 kat, 1. derece AV bloğu 4,5 kat daha sık bulmuştur. Bu çalışmada PR mesafesi sporcularda kontrollere kıyasla anlamlı olarak daha uzun saptanmıştır [5]. Sharma ve arkadaşları sinüs bradikardisini (sporcu: %80, kontrol: %19) ve sinüs aritmisini (sporcu%52 ve kontrol:%9) sporcularda anlamlı olarak daha sık saptamıştır

[39]. Kontrollerde bloklu bir ritme rastlanmazken sporcuların %5'inde 1. derece atriyoventriküler blok kaydedilmiştir. Rowland ve arkadaşları ortalama yaşı 12 olan (11-13yaş aralığında) prepubertal koşucuların ortalama istirahat kalp hızını 71(±9) atım/dk. ve benzer yaştaki kontrollerin kalp atım hızını ise 73 (± 8) atım/dk. olarak bulmuştur [113]. Bu çalışmada sinüs bradikardisi görülmediği gibi kalp hızları arasında anlamlı farklılık saptanmamıştır. Koşucular ve kontroller arasında PR, QRS, QT sürelerinde, QRS aksında veya prekordiyal voltajlarda anlamlı farklılık görülmemiş. Bu çalışmada sporcuların maxVO2 değerleri kontrol grubuna göre %20 daha fazla olmasına rağmen iki grup arasında EKG bulgularında anlamlı farklılık görülmemesi, grupların görece küçük olması (8 sporcu-18 kontrol), sporcuların prepubertal olması, ortalama 2 yıldır düzenli spor yapıyor olması ya da haftada ortalama 3,8 saat (2-6,5 saat aralığında) çalışıyor olması ile açıklanabilir. D'Ascenzi ve arkadaşları çalışmalarında, başlangıçta sporcu çocuklarda kalp atım hızını kontrollerin kalp atım hızından daha düşük bulmuş ve beş ay sonunda bu farkın arttığını bildirmiştir. Çalışmanın başlangıcında atletler ve kontroller arasında bradikardi ve sinüs aritmisi sıklığında bir fark görülmezken çalışmanın sonunda atletlerde bradikardi anlamlı ölçüde artmıştır. Sporcu ya da kontrollerin hiçbirinde atriyal dilatasyon, bloklu ritim ya da kısa PR mesafesi görülmemiştir [33].

Çocuk atletlerin kardiyak değerlendirmesini inceleyen belli başlı çalışmaların tamamında bizim çalışmamızda olduğu gibi; atletlerin ortalama kalp atım hızı daha düşük bulunmuş ve sinüs bradikardisine atletlerde daha sık rastlanmıştır. Sinüs aritmisinin çocuklarda da atletlerde olduğu gibi sıklığının artmış olması, çalışmamızda kontrol grubunda da sinüs aritmisinin benzer oranlarda görülmesini açıklıyor olabilir [38]. Sporcularda sıklığı artan bradikardi, sinüs aritmisi ve PR mesafesi değişiklikleri uzun zamandır artmış vagal tonus ile açıklanmaktadır [114]. Fakat güncel çalışmalar sporcularda; sinüs düğümünde yeniden yapılanmanın ve HCN4 kanallarının zamanla azalmasının da bu değişikliklerde rol oynadığını göstermektedir [45] İzole PR kısalığı sporcularda nispeten yeni bildirilen bir bulgudur. Yine düğümdeki yeniden yapılanmayla açıklanmakta ve eşlik eden başka bir patoloji olmaması halinde risk oluşturmamaktadır. Onbeş bin atletin tarandığı bir çalışmada sıklığı %5 olarak bildirilmiştir [115] . Çalışmamızda 1.˚AV blok ya da kısa PR sıklığı iki grup arasında anlamlı derecede farklı değildi. Bunun yanında kontrol grubunda PR mesafesi daima

120-200 msn aralığında ölçülürken, bir sporcuda kısa PR (118 msn), 2 sporcuda ise uzun PR mesafesi saptandı. Bu durum örneklem sayısının büyümesi halinde PR mesafesine ilişkin parametrelerde anlamlı farklılık bulunacağını düşündürmektedir.

Çalışmamızda kısmi sağ dal bloğu sporcularda daha sık saptandı (%50'ye %22 farkla) (p<0,02). QRS aksı ve aks sapma oranları iki grup arasında anlamlı farklılık göstermedi. **Sokolow-Lyon izole sağ ventrikül hipertrofi kriteri kontrol grubunun %4,9'una karşılık sporcuların %26,4'ünde pozitif saptandı ve bu fark anlamlı bulundu(p<0,00).** McClean ve arkadaşları sporcularda kısmi sağ dal bloğunu 4,3 kat daha sık bulmuştur. Sporcular ve kontroller arasında QRS aks farklılığı izlememiştir [5]. Sharma ve arkadaşları kısmi sağ dal bloğunun sporcularda sıklığını %29 kontrollerde ise %11 olarak sporcular lehine artmış bulmuştur [39]. Sağ ventrikül Sokolow-Lyon voltaj kriterlerinde iki grup arasında anlamlı fark görülmemiş fakat sağ aks sapmasına sporcularda kontrollere kıyasla anlamlı ölçüde daha fazla (%16'ya %6) rastlanmış [39]. D'Ascenzi ve arkadaşlarının çalışmasında sporcuların %19'unda, kontrollerin ise %15'inde kısmi sağ dal bloğu görülmüş, 5 aylık çalışma periyodu sonunda bu oranlarda bir değişiklik olmamış ve iki grup arasında anlamlı fark saptanmamıştır [33]. Erişkin atletlerde ve çocuk sporcularda pek çok çalışma bu bulguyu destekler [50], [116]. IRBBB sağ ventrikül hipertrofisinin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir [117]. D'Ascenzi ve arkadaşlarının çalışmasında IRBBB ve sağ ventrikül hipertrofisi arasında bir bağlantı bulunamaması, yaş ortalamasının 10 yaş olmasından dolayı aktif antrenman yıllarının az olması ve mutlak sağ ventrikül boyutlarının küçük olması ile açıklanabilir. Langdeau ve arkadaşları sporcularda EKG bulgularının vagal aktiviteyle ilişkisini araştırmak amacıyla 100 sporcu ve 50 sedanter kontrolü dahil ettikleri çalışmalarında vagal aktiviteyi kalp hızı değişkenliğiyle (SDNN) ölçmüşler. Atletlerde kısmi sağ dal bloğu (IRBBB) prevalansı %7 olarak saptanmış ve kontrol grubunda IRBBB görülmemiştir. IRBBB'nin ilgili spor disiplinindeki antrenman yıllarının sayısından etkilendiği saptanmıştır. Ortalama SDNN değeri, sporcularda önemli ölçüde daha yüksek bulunarak artmış parasempatik tonusu kanıtlasa da vagal aktivite ile IRBBB arasında bir ilişki kurulmamıştır. Bu çalışmadaki bulgular kısmi sağ dal bloğunun sporcularda görülme sıklığının sağ ventrikül hipertrofisi ile bağlantısını destekler[50]. Çocukluk çağında sağ ventrikül hakimiyeti giderek azalırken halen erişkinlerden fazla olması kontrol grubumuzda %22 oranında görülen IRBBB'yi

açıklayabilir. Erişkin çalışmaları IRBB'yi sedanter popülasyonda %10 sıklıkta, atletlerde ise %40 sıklıkla bildirmektedir [117], [118].

Çalışmamızda atletlerde artmış olarak saptanan Sokolow-Lyon sağ ventrikül hipertrofi kriteri de kısmi sağ dal bloğu ile birlikte değerlendirildiğinde sağ ventrikül hipertrofisi için anlamlıdır. Yakın zamana kadar izole sağ aks ve sol aks sapması atletlerde ileri tetkik edilen bir durumken güncel çalışmalar eşlik eden bir durum olmadığında aks sapmalarının klinik incelemesini önermez [45]. Çalışmamızda aks sapmasına her iki grupta benzer oranda rastlanmış ve hiçbiri için ek bir değerlendirme planlanmamıştır.

Çalışmamızda sporcu grubunda erken repolarizasyon bulgusu görülme sıklığı %60,2 olup, bu bulgu %22 sıklığının saptandığı kontrol grubuna kıyasla anlamlı derecede artmıştı (p<0,00). McClean ve arkadaşları sporcu çocuklarda erken repolarizasyona, sedanter kontrollere oranla 1,4 kat daha sık rastlamıştır [5]. Sharma ve arkadaşlarının çalışmasında sporcuların %43'ünde erken repolarizasyon lehine ST segment elevasyonu izlenmiştir[39]. D'Ascenzi ve arkadaşlarının çalışmasında erken repolarizasyon görülme sıklığı sporcu ve kontrol grupları arasında farklı bulunmadığı gibi 5 aylık çalışma periyodu sonunda da anlamlı bir değişim göstermemiştir[33]. Erken repolarizasyona zemin hazırlayan faktörler arasında fiziksel aktivite ile birlikte genç yaş da mevcuttur. Yaş arttıkça erken repolarizasyon görülme sıklığının azaldığı gösterilmiştir [119]. Yaş ortalaması küçük ve pubertesi erken evrede olan çalışma grubunda erken repolarizayonun her iki grupta eşit görülmesi ve fiziksel aktiviteyle ilişkilendirilememesi bu duruma bağlı olabilir. Finlandiya'da sedanter bir popülasyonda yapılan çalışma, orta yaşlı erkeklerde erken repolarizasyonu aritmik ölümle ilişkili bulmuştur. Fakat bu bilgiyi doğrulayan başka bir çalışma bulunmamaktadır[120]. Bugün erken repolarizasyonu atletlerde ani kardiyak ölümle ilişkilendiren hiçbir kanıt yoktur. Aksine erken repolarizasyon atletlerde dönemsel olarak antrenmanla artan selim bir özellik olarak tanımlanmıştır [38] .

Çalışmamızda her iki grupta V1-V2 derivasyonlarda T dalga negatifliği görülme oranları; sporcu grubunda %79, kontrol grubunda %78 olarak benzerdi. Sporcu veya kontrol grubunda inferior ya da lateral derivasyonlarda T dalga negatifliği ya da derin T dalga negatifliği izlenmedi. D'Ascenzi ve arkadaşları V1 ve V2 derivasyonlarında

negatif T dalgasına sporcularda ve kontrollerde yaklaşık aynı oranda rastlamıştır (%18'e %17). Beş ay sonraki ikinci değerlendirmede sporcularda bu oran azalırken kontrol grubunda değişmemiştir [33]. Bulgularımız V1 ve V2'de görülen ve 2mm'den küçük olan T dalgası negatifliğinin çocuklarda görülüp pubertal dönem sonrası kaybolan bir bulgu olduğunu ve çocuklarda tek başına görüldüğünde kardiyomiyopati ile ilişkilendirilemeyeceğini destekler.

Çalışmamızda Sokolow-Lyon izole sol ventrikül hipertrofi kriteri %42 sporcu ve Peguero-Lo Presti sol ventrikül hipertrofi kriteri %61,3 sporcuda pozitif saptanarak kontrollere kıyasla artmış bulundu. Cornell sol ventrikül hipertrofi kriteri iki grup arasında anlamlı fark göstermedi. Çalışmalarda sporcu çocuklarda sol ventrikül hipertrofi kriterine bakıldığında; McClean ve arkadaşları LVH'sini Sokolow-Lyon kriterine göre değerlendirmiş ve sporcularda, sporcu olmayanlara kıyasla 1,7 kat daha fazla LVH saptamıştır [5]. D'Ascenzi ve arkadaşları da çalışmasında sol ventrikül hipertrofisi açısından Sokolow-Lyon kriterini baz almıştır. Çalışmanın başlangıcında kontrol grubunda Sokolow-Lyon pozitiflik oranı %14, sporcu grubunda %19'dur. Beş aylık süre sonunda Sokolow-Lyon pozitifliği kontrol grubunda %11, sporcularda %24'tür. Aradaki fark iki dönemde de anlamlı değildir [33]. Sharma ve arkadaşlarının çalışmasında, sporcu grubunun %45'inin LVH için Sokolow-Lyon voltaj kriterini karşıladığını ve bu bulgunun kontrol grubundan anlamlı olarak fazla olduğunu göstermiştir. Ancak kontrol grubundaki sedanter çocukların %23'ünün SL kriterini karşılaması bu kriterin özgüllüğü açısından şüphe uyandırmıştır [39]. Bizim çalışmamızda kontrollerde SL kriterine göre %19,5; Peguero-Lo Presti kriterine göre %26,8 oranında EKG'de sol ventrikül hipertrofisi saptandı. EKG'de sol ventrikül hipertrofisini değerlendiren kriterlerin temel prensibi QRS voltaj ölçümüdür. Fakat QRS voltajı cilde yapışan elektrot ve kalp arasında olan her dokudan etkilenir. Bu sebeple özgüllüğü güvenilir bulunmaz. Çocuklarda ince göğüs duvarı ve görece az yağ dokusu sebebi ile QRS voltajı yüksek saptanabilmektedir[38], [39] .

Bununla birlikte çalışmamızda su topu oyuncularında ölçülen ekokardiyografi parametreleri ile sol ventrikül hipertrofi kriterlerini oluşturan QRS voltajlarının toplamının korelasyonu değerlendirilmiştir. Cornell Kriteri için hesaplanan değer olan aVL R + V3 S değeri ile diyastolde interventriküler septum kalınlığı Z-skoru (IVSd Z-skoru), sol ventrikül kitlesi Z skoru (LVM Z-skoru) ve sol ventrikül kitle indeksi (LVMI)

)anlamlı pozitif korelasyon ve mitral E dalgası hızı anlamlı negatif korelasyon göstermiştir. Peguero-Lo Presti Kriteri SD+V4 S değeri ile ile diyastolde interventriküler septum kalınlığı Z skoru (IVSd Z-skoru) anlamlı pozitif korelasyon ve mitral E dalgası hızı anlamlı negatif korelasyon göstermiştir Sokolow-Lyon İzole Sol Ventrikül Hipertrofi Kriteri için hesaplanan değer olan V1S+V5/6 R ile hiçbir ekokardiyografi parametresi arasında anlamlı korelasyon saptanmamıştır. Bu bulguya göre çalışmamızda Sokolow-Lyon kriteri su topu oyuncularında sol ventrikül hipertrofisini yansıtmazken Cornell ve Peguero Lo Presti kriterlerinin yansıttığı düşünülebilir.

Sol ventrikül hipertrofisinin değerlendiren ilk voltaj kriteri, 1949 yılında Sokolow ve Lyon tarafından bilim dünyasına sunulmuştur [106]. Bunun sonrasında pek çok yeni kriter kullanıma girmiştir. Hipertansif kardiyomiyopati ve hipertrofik kardiyomiyopati gibi hastalıklar ya da atlet kalbi gibi yeniden yapılanma örneklerinde bu kriterlerden faydalanılmaktadır. Bu kriterlerin ekokardiyografi ve MRG gibi altın standart kabul edilen yöntemlerle örtüşmemesi sebebiyle, yıllar içerisinde sürekli yeni kriterler geliştirilmeye devam edilmiştir[121]. Bizim çalışmamızda 1949 Sokolow-Lyon Kriteri, 1985 Cornell Voltaj Kriteri ve 2016'da çıkan, en güncel kriter Peguero Lo Presti kriteri kullanılmıştır[104-106].Bu kriterleri karşılaştıran güncel bir meta-analizde Peguero-Lo Presti kriteri en yüksek duyarlılığa sahip ve Cornell kriteri ile birlikte yüksek özgüllükte saptanmıştır[104]. Sokolow-Lyon Kriterinin sol ventriküler parametrelerle korelasyonu gösterilemezken, Cornell kriteri ve Peguero-Lo Presti kriteri için gösterilebilmiştir [122]. Fakat en güncel kriter dahil bu kriterlerin tümü, vücut kitle indeksini ve yaşı bir parametre olarak almadıkça bu değişkenler sebebi ile güvenilir kabul edilemez [123].

Langdeau ve arkadaşları erişkin dayanıklılık sporlarında mücadele eden sporcularda vagal aktiviteyi ve bunun EKG bulguları ile ilişkisini araştırdıkları çalışmalarında sporcu grupta %10 katılımcıda sol ventrikül hipertrofisi tespit etmiştir. buna karşılık kontrol grubunda LVH görülmemiştir. Çalışmada sporcularda kontrollere kıyasla daha yüksek vagal aktivite saptansa da LVH ve vagal aktivite arasında ilişki bulunamamıştır [50].

Sonuç olarak; sporcularda artmış QRS voltajı spesifik olmamakla birlikte sporcularda kalp odası boyutunda ve / veya duvar kalınlığındaki fizyolojik artışlarla

ilişkili normal bir bulgu olarak kabul edilir ve tek başına ileri değerlendirme gerektirmez. Bununla birlikte, sol atriyal genişleme, sol aks sapması, ST segment çökmesi, T dalga negatifliği veya patolojik Q dalgaları gibi ek patolojilerin varlığı, ileri tetkik gerektirir.

Sporcularda istirahatte sistolik ve diyastolik fonksiyonun sedanter kontrollere kıyasla farklılık göstermediği ve hatta iyileşme gösterdiğine dair çalışmalar mevcuttur[124-125]. Bununla birlikte bizim çalışmamızda Mitral E dalgası sol ventrikül hipertrofisini gösteren parametrelerle negatif korelasyon içerisinde görülmüştür. Çalışma verilerine bakıldığında E/A oranının korunduğu ve E dalgalarının doğal sınırlar içerisinde hatta üst sınırda olduğu görülmüştür. Vaka sayısı yeterli olmadığından bu sonuca ilişkin net bir çıkarım yapılamamıştır. Fakat katılımcılarda yaşla birlikte sol ventrikül hipertrofisinin arttığını ve E dalgasının değerinin ise düştüğünü bildiğimizden bu durumu yaşla açıklamak mümkün olabilir.

Çalışmamızda iki sporcuda patolojik EKG bulguları izlenmiş olup bu bulgular sporla ilişkili bulgular değildi ve kontrol grubuyla anlamlı farkı saptanmadı. EKG'de erken ventriküler kompleksler saptanan iki sporcu çocukta da egzersiz kısıtlamasına gerek görülmedi. Koch ve arkadaşları sporcu çocukların %4'ünde 'belirgin şekilde anormal' olarak gruplanan EKG bulguları gözlemlemiştir. Belirgin anormal saptanan bu bulgular; üç sporcuda yüksek R ve S dalga voltajı, üç sporcuda T dalga inversiyonu, dokuz sporcuda QRS aks sapması ve bir sporcuda Wolff-Parkinson-White repolarizasyon paternidir. Çalışmada EKG bulguları Pellicia ve arkadaşlarının 2000'li yıllarda yaygın olarak kullanılan sınıflamasına göre yapılmıştır [118]. Koch ve arkadaşlarının çalışma verileri bizim de kullandığımız 2017 Uluslararası EKG yorumlama önerileri ile değerlendirildiğinde 1 sporcunun EKG'si (WPW paterni) patolojik EKG kategorisi ile uyumludur [29]. McClean ve arkadaşlarının meta-analizinde kardiyak patolojiyi düşündürebilecek EKG değişikliklerine (ST segment depresyonu, anormal Q dalgası, sol dal bloğu ve anormal QTc ölçümleri) sporcular arasında %0,6 oranında rastlanmıştır [5]. Bu değişiklikler sporcu olmayanlarda görülmemiş ama sporla ilişkisiz olarak değerlendirilmiştir.

Çalışmamızda cinsiyet ve yaş dağılımı kontrol ve sporcu gruplarında eşittir. Bu sebeple saptadığımız farkların bu faktörlerden etkilenmediği kabul edilmiştir. Her ne

kadar her iki gruba dağılımı eşit olsa da örneklemimizde kız çocuğu sayısı erkeğe göre azdır. Bu sebeple cinsiyetler arası karşılaştırma yapmak mümkün olmamıştır. Yaş aralığı 10-18 yaş olan çalışmamızda 14 yaş bir kesim noktası olarak seçilmiştir. 14 yaşında ve daha büyük sporcularla 14 yaşından daha küçük sporcuların elektrokardiyografi ve ekokardiyografi verileri karşılaştırılarak yaşın etkisi araştırılmıştır. Koch ve arkadaşlarının çalışmasında sporcuların EKG bulguları yaşa göre karşılaştırılmış ve farklılık göstermediği saptanmıştır [112]. Bu çalışmanın örneklemi 10-15 yaş aralığında fakat büyük çoğunluğu 13 yaştan küçüktür, dar olan yaş aralığı yaş ve EKG bulgularındaki ilişkiyi göstermek için yeterli olmamış olabilir. McClean ve arkadaşlarının meta-analizinde çocuk atletlerin yaşının EKG bulguları ile ilişkisi değerlendirildiğinde 14 yaşından büyü atletlerde QRS süresinin anlamlı şekilde daha uzun olduğu bulunmuştur. Aynı çalışmada sinüs bradikardisinin ve sol ventrikül hipertrofisi açısından artmış voltaj değerlerinin 14 yaşından büyük atletlerde daha sık görüldüğü saptanmıştır [5]. Çalışmamızda 14 yaşında ve daha büyük sporcuların boy, ağırlık, VKİ ve BSA parametrelerinde daha yüksek değerler ölçülse de bu parametrelerin Z-skorları arasında anlamlı farklılık görülmemiştir. Gruplar arasında cinsiyet dağılımı homojendir. 14 yaşından büyük sporcularda antrenman yılı daha fazla olsa da haftalık ortalama antrenman süresi iki grupta farklılık göstermemektedir. On dört yaşında ve daha büyük sporcularda, kalp hızı anlamlı şekilde daha düşük, PR mesafesi daha uzun bulundu ve sinüs bradikardisi ve erken repolarizasyon daha sık saptandı.

T dalga negatifliği ve V1-V2'de T dalga negatifliği 14 yaşından küçük grupta anlamlı olarak daha sık bulundu. McClean ve arkadaşları 14 yaşından büyük sporcularda T dalga negatifliğini 14 yaşın altındaki sporculara göre 1,3 kat daha sık saptamıştır. Fakat bu çalışmada da 14 yaşından küçük sporcularda anterior derivasyonlarda T dalga negatifliği 14 yaşından büyük atletlere göre 1,2 kat daha sık bulunmuştur [5]. Bizim çalışmamızda hiçbir katılımcıda patolojik T dalga negatifliği görülmezken McClean ve arkadaşları 14 yaşından büyük sporcularda, 'jüvenil T dalga paterni' dışında kalan ve patolojik kabul edilen T dalga negatifliğine daha sık rastlamıştır[5]. D'Ascenzi ve arkadaşlarının çalışmasında 5 aylık çalışma periyodu sırasında V2'de T dalgası negatifliği sergileyen sağlıklı çocukların yüzdesindeki azalma pubertal değişikliklerle açıklanabilir ve bu durum V1-V3 dalga negatifliğinin spordan çok pubertal gelişimden etkilendiğini destekler. Migliore ve arkadaşları sağ prekordiyal T dalgası negatifliğinin

görülme sıklığının artan yaşla ve pubertal gelişimle anlamlı ölçüde azaldığını gösterilmişlerdir [124].

Özetle anterior T dalga negatifliği , 14 yaşın altında yaygın bir bulgudur. Çeşitli çalışmalarda yaklaşık %11 sıklığında rapor edilmiştir [45] . Asemptomatik olduğunda ve bir aile öyküsü eşlik etmediğinde peripubertal bir varyant veya "juvenil EKG paterni" olarak kabul edilir. Bu yaş grubunda sol ventrikülün elektriksel baskınlığı ve arkaya doğru repolarizasyon, bu EKG bulgusunu açıklar. On dört yaş sonrasında anterior T dalga negatifliği %1,7'ye düşer. Bu yaştan sonra T dalga negatifliğinin takip edilmesi gerekse de muhtemelen biyolojik yaşa bağlıdır [45].

D'Ascenzi ve arkadaşları 10 yaşındaki çocukların %18'inde V1'den V2'ye kadar ve %6'sında V3'e kadar T dalgası negatifliği kaydetmiştir. Migliore ve arkadaşlarının İtalyan çocuklarda EKG taramasıyla yaptığı çalışmada 2675 çocuğun 158 (%5,7)'inde T dalga negatifliği görülmüştür. Bildirilen oranlar %5 ile %20 arasında değişiyor olsa da bizim çalışma popülasyonumuzda görülen %79 oranı diğer örneklerin yanında oldukça fazladır. Çalışmamızda V1 ve V2 dalga negatifliğinin tek kategori kabul edilmesi ve diğer çalışmalar gibi ayrı ele alınmaması bu durumun sebebi olabilir.

McClean ve arkadaşlarının meta-analizinde yaşın sol ventrikül hipertrofisi açısından artmış QRS voltajı üzerinde etkisine bakıldığında, 14 yaşından büyük sporcularda Sokolow-Lyon sol ventrikül hipertrofi voltaj kriteri 3,4 kat daha sık saptanmıştır [5]. Bizim çalışmamızda da hipertrofi kriterlerini karşılamasa da 14 yaşından büyük sporcularda 'V1 S+V6 R' amplitüdleri sayısal toplamı yaşla birlikte anlamlı olarak artmıştır.

Çalışmamızda 14 yaşında ve daha büyük su topu oyuncularında ekokardiyografik değerlendirmede sol ventrikül arka duvar kalınlığı, sol ventrikül diyastol sonu boyutu , sol ventrikül kitlesi gibi sol ventrikülle ilgili hemodinamik pek çok parametre artış göstermiştir. Fakat bu artış büyüyen vücut yüzey alanına ve boya göre belirlenmiş normal sınırlar içerisindedir. Sol ventrikül kitle indeksi, sol ventrikül arka duvar kalınlığı Z-skoru ve sol ventrikül diyastol sonu boyutu Z-skorunda artış olmamıştır. **Ancak interventriküler septumun sistolik kalınlığının Z skoru (IVSs Z-skoru) yaşla birlikte anlamlı olarak artmıştır (p<0,002). Ayrıca interventriküler**

septumun sol ventrikül arka duvarına oranı (IVS/LVPW) da 14 yaşında ve daha büyük olan grupta anlamlı olarak artmıştır (p<0,031). Bu durum IVS'un antrenmanla gelişen kalınlaşma miktarının LVPW'ye göre daha belirgin olduğunu destekler. McClean ve arkadaşları da 14 yaşında ve daha büyük sporcularda kardiyak parametreleri 14 yaşından küçük olanlara göre anlamlı olarak daha büyük ölçüldüğünü bildirmiştir. Fakat bu değerlerin BSA'ya ya da boya göre hesaplanan Z-skorlarından bahsedilmemiştir [5].

Çalışmamızda 5 yıl ve daha uzun süredir antrenman yapan sporcularla daha kısa süredir antrenman yapanlar karşılaştırılmıştır. Beş yıldan uzun süredir antrenman yapanların yaş ortalaması anlamlı derecede fazladır. Fakat antropometrik ölçümler ve bu ölçümlerin Z-skorlarına bakıldığında anlamlı farklılık görülmemiştir. EKG'de anlamlı elektriksel farklılıklar bulunmazken ekokardiyografide interventriküler septumun diyastolde kalınlığı (IVSd), interventriküler septumun sistolde kalınlığı (IVSs) ve bu değerin Z skoru, sol ventrikül diyastol sonu boyutu (LVEDD), sol ventrikül sistol sonu boyutu (LVESD), interventriküler septumun sol ventrikül arka duvarına oranı (IVS/LVPW) , sol ventrikül kitlesi (LVM), diyastol sonu sol ventrikül hacmi (LVEDV), sistol sonu sol ventrikül hacmi (LVESV), aort çapı (Ao), sol atriyum çapı (LA) 5 yıldan daha kısa süredir spor yapan gruba göre anlamlı olarak daha yüksekti. Ekokardiyografide belirgin farklılıklar görülürken EKG'de görülmemesi EKG'nin teknik kısıtlılığından kaynaklanıyor olabilir. D'Ascenzi ve arkadaşlarının çalışmasında da spora bağlı oluşan biventriküler boyutlardaki artış, istirahatte EKG'ye yansımamıştır [33]. Elektrokardiyografik ve ekokardiyografik veriler arasında herhangi bir korelasyon bulunmaması, çocuk sporcularda EKG'nin spora bağlı yeniden yapılanmayı göstermekte yetersiz kaldığını düşündürmüştür. Bunun dışında ikinci bir sebep 5 yıl ve daha uzun dönem antrenman yapan grupta kız sporcu oranının diğer gruba kıyasla anlamlı şekilde fazla olması olabilir. Sporcu kızlarda spora bağlı EKG ve ekokardiyografik bulgulardaki değişiklikleri erkeklere oranla daha az bildirilir. [125]. Bizim çalışmamızda da 5 yıldan uzun dönem antrenman yapan grupta yapısal değişiklikler diğer gruba oranla daha belirgindir.

Çalışmamıza katılan 27 su topu oyuncusunun ekokardiyografik incelemeleri yapılmıştır. Tamamı erkek çocuklardan oluşan ve yaş ortalaması13,5 yaş olan bu gru ortalama 5 yıldır haftada 12 saat antrenman yapmaktadır. M-mod ekokardiyografide yapılan

ölçümlerde sol ventrikül kitle indeksi, sol ventrikül diyastol sonu boyutu (LVEDD) ve sol ventrikül arka duvar kalınlığı(LVPW) benzer yaş, vücut yüzey alanı ve boya göre belirlenen referans değer aralığı içerisindedir. Bununla birlikte interventriküler septum kalınlığı (IVS) Z-skor ortalaması diyastolde 3±1,5; sistolde 2,9±0,8 olarak bulundu. Bu sonuç su topu oyuncularında IVS kalınlığının belirlenen referans değerlerin üzerinde ölçüldüğünü gösterir. Literatürde çocuklarda sporla gelişen yapısal değişiklikler farklı oranlarda bildirilmiştir. Yaş ortalaması küçük ve pubertal gelişimi erken evrede olan çocuklarda yapısal değişiklikler saptanmamış[113]. Yaş ortalaması daha büyük olan adolesanlarda; interventriküler septum kalınlığı(IVS), sol ventrikül kitle indeksi (LVMI), sol ventrikül diyastol sonu boyutu(LVEED) ve sol ventrikül arka duvar kalınlığı (LVPW) artmış olarak saptanmıştır[5].

Sporcuların spora katılım öncesi kardiyovasküler değerlendirmesinin gerekliliği konusunda uluslararası fikir birliği mevcuttur. Fakat bu değerlendirmenin nasıl yapılacağı tartışmalı bir konudur. ABD'de AHA/ACC kılavuzları fizik muayene yapılmasını ve kardiyovasküler anamnez alınmasını her sporcu için önerirken, özel risk grupları için EKG önerisi mevcuttur [91]. Avrupa'da ise ESC/EHRA yarışmalı spor dallarında mücadele eden her sporcunun EKG ile değerlendirilmesi gerektiğini savunur [89]. İtalya, sporcuların EKG ile kardiyovasküler sağlık taramasına en erken başlayan ülkelerdendir. Corrado ve arkadaşları Veneto kentinde 1982'de başlayan taramanın sonuçlarını yayınladıklarında büyük yankı uyandırmıştır. 1982-2004 yılları arasında ani ölüm verilerini yayınlandığı bu çalışmada 12 ila 35 yaş arasındaki tüm yarışmacı sporcularda zorunlu taramaların uygulanmasının ardından, atletlerde yıllık AKÖ insidansının %89 azaldığı (1979/80'de 3.6/100.000 kişi-yıldan, 2003/04'te 0.4/100.000 kişi-yıla) bildirilmiştir [6]. Çalışma otopsi raporları ve devlet kayıtlarına dayandırıldığı için güvenilir bulunsa da zaten nadir olan bir olayın yıllar arası büyük farklılık göstermesi açısından eleştirilmiştir. İtalyan bilim insanları daha güncel çalışmalarda da EKG taramasının gerekliliğine ilişkin görüşlerini yineler [126]. Buna karşılık Steinveil ve arkadaşları İsrail'de 1997 yılında başlatılan sporcularda EKG taramasının, ani ölüm oranlarında düşüş sağlamadığını savundukları çalışmalarını yayınlamıştır. Fakat bu çalışma ani ölüm sayılarına 1985-2009 yılları arasında iki büyük gazetenin haberlerini tarayarak ulaşmıştır. Bu metodoloji çalışmanın güvenilirliği açısından bir tartışma yaratmıştır [96]. Dünya çapında pek çok ülke bu tartışmaya kendi verileriyle katılmış ve tartışmanın farklı taraflarında yer almışlardır [78, 127-129].

Çalışmamıza dahil edilen sporcuların tamamı lisanslı sporculardır. Başka bir deyişle tamamı yasal lisans muayenesinden geçmişlerdir. Fakat ülkemizde bu muayenenin standartlarını belirten bir kılavuz kullanılmamaktadır. Lisanslı sporculara yapılan muayeneyi değerlendirmek açısından yönelttiğimiz soruya cevaben katılımcıların %29'u kardiyovasküler muayene olmadığını, %25,8'i kardiyovasküler muayene olduğunu fakat EKG çekilmediğini, %45,2'si ise hem kardiyovasküler sisteme yönelik fizik muayenesinin yapıldığını hem de EKG çekildiğini ifade etmiştir. Sporculardan hiçbirinin spor öncesi kardiyovasküler muayenesinde bir patoloji saptanmamıştır.

Bu dağılımda dikkat çeken bir konu, farklı grupların başvurduğu sağlık kuruluşlarıdır. Kardiyovasküler muayene olmuş ve beraberinde EKG'si çekilmiş olan grup, ağırlıkla su topu, triatlan ve yüzme branşlarından sporcular içeriyordu. Bu grup sosyoekonomik düzeyi daha yüksek olan, lisans muayenesini özel muayenehane ve sağlık kuruluşlarında olmuş çocuklardan oluşuyordu. Bununla birlikte EKG'siz muayene olan ve hatta kardiyovasküler muayene olmayan grup, yoğunlukla futbol oyuncularından oluşuyordu. Sosyoekonomik düzeyi daha düşük olan bu sporcular, lisans muayenesi için genellikle aile hekimine ya da devlet hastanesine başvurmuştu. Bu da bize konu hakkında belirli bir protokol olmadığını ve kamu sağlık kurumlarında lisans muayenesinde EKG'nin rutin olarak kullanılmadığını gösteriyor.

Çalışmamızda bu sporcuların tamamına EKG çekilmiş, iki vaka hariç anormal bir bulgu ile karşılaşılmamıştır. Saptanan iki vaka takibe alınmış fakat henüz antrenman kısıtlamasına gerek görülmemiştir. Bu popülasyonda EKG ile değerlendirmenin sağladığı faydadan bahsetmek için örneklem büyüklüğü yetersizdir. Bu konuda kesin kanıtlar oluşturmak için daha büyük ölçekli ve uzun vadeli çalışmalara ihtiyaç vardır. Bizim de katıldığımız güncel öneri; özellikle ailede genç yaşta ani kardiyak ölüm öyküsü olan, egzersizle göğüs ağrısı, çarpıntı, senkop gibi yakınmaları olan riskli grupların spora katılım öncesi mutlaka EKG ve gerekirse ekokardiyografi ile kontrol edilmesidir. Özellikle 14 yaş ve üzerindeki yarışmacı sporcularda kardiyak taramanın yetkili merkezlerde yapılması gereklidir.Bu taramaların yaygınlaşması, sporculardaki fizyolojik EKG değişiklikleri konusundaki bilgi eksikliklerini de giderecek kılavuzlar eşliğinde sporcu sağlığına katkıda bulunacaktır. [92-93].

KISITLILIKLAR

- Çalışmamız pandemi şartlarında gerçekleştiği için çalışma grubumuz olan sağlıklı çocukları hastaneye getirmek mümkün değildi, bu sebeple kontrol grubumuzda hiçbir çocuğun çalışma grubumuzdaki çocukların ise bir bölümünün ekokardiyografik değerlendirmesi yapılamamıştır. Yine pandemi sebebi ile çalışmamız planlanandan önce bitirilmiştir. Sporcular antrenmanlarına devam edemediği ve takımlar dahilinde COVID-19 pozitif vakalar olduğundan çalışmamızı bitirmeyi uygun bulduk.

- COVID-19 pandemisi sebebi ile sporcular yoğun antrenman tempolarına zaman zaman ara vermiştir. Nisan 2019-Haziran 2019 tarihleri aralığında çocuk sporcular evden antrenmanlara devam etmiştir. Bu durumun çocukların kondisyonunu etkilediği düşünülebilir.

- Çalışmamızda sporcuların haftada kaç saat çalıştığı, ne tip antrenmanlar yaptığı kaydedilmiş. Fakat aerobik mekanizmanın kantitatif bir izdüşümünü sağlayan VO2'yi hesaplamak mümkün olmamıştır. Antrenman yoğunluğuna göre sınıflandırılmış gruplarda sporun kalbe etkilerini ölçmek daha net sonuçlar verecektir.

VI. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda 10-18 yaş aralığında 93 sporcu ve 41 sağlıklı sedanter çocuğun anamnez, fizik muayene ve ekokardiyografisi incelenmiştir. Buna ek olarak 27 su topu oyuncusunun ekokardiyografik değerlendirmesi yapılmıştır.

1. Ortalama antrenman yılı 5,7±2,5; son 2 yılda haftalık ortalama antrenman saati 10,7±3,2 olan sporcuların %54,8'i futbol, %28'i su topu%10,8'i yüzme ve %6,5'i triatlon branşında aktifti. Bu 4 spor disiplininin tamamı yüksek düzeyde dinamik bileşen ve değişen oranlarda statik bileşen içermektedir. Bunun ışığında çalışmamız dinamik bileşenin yoğun olduğu spor dallarındaki EKG değişikliklerine odaklanan bir çalışmadır.

2. Hiçbir katılımcıda alınabilen anamnezde risk faktörleri yoktu ve hepsinin fizik muayenesi normaldi. Buna karşılık çekilen EKG'lerle 93 kişilik sporcu grubunda 2 kişide biri bigemine VES ve diğeri 1/6 VES olmak üzere patolojik EKG bulguları saptanmıştır. Bu çocuklara ek tetkikler yapılmış ve izleme alınmışlardır. Ancak antrenman kısıtlamasına gerek görülmemiştir.

3. Çalışmamızda sporcu grubunda ortalama kalp hızı 14 atım/dk. daha düşük bulundu ve sinüs bradikardisi %16'ya 0 gibi bir farkla anlamlı olarak daha sık görüldü ($p < 0,05$).

4. Çalışmamızda PR mesafesi, 1.˚AV blok ya da kısa PR kısalığı iki grup arasında anlamlı derecede farklı değildi. Bunun yanında kontrol grubunda PR mesafesi daima 120-200 msn aralığında ölçülürken, bir sporcuda kısa PR (118 msn), 2 sporcuda ise uzun PR mesafesi saptandı. Bu durum örneklem sayısının büyümesi halinde PR mesafesine ilişkin parametrelerde anlamlı farklılık bulunacağını düşündürmektedir.

5. Çalışmamızda sporcu grubunda erken repolarizasyon bulgusu görülme sıklığı %60,2 olup, bu bulgu %22 sıklığının saptandığı kontrol grubuna kıyasla anlamlı derecede artmıştı ($p<0,00$)

6. Çalışmamızda her iki grupta anterior prekordiyal derivasyonlarda T dalga negatifliği görülme oranları benzer bulundu . Sporcu veya kontrol grubunda inferior

ya da lateral derivasyonlarda T dalga negatifliği ya da derin T dalga negatifliği izlenmedi.

7. Çalışmamızda Sokolow-Lyon izole sol ventrikül hipertrofi kriteri %42 sporcu ve Peguero-Lo Presti sol ventrikül hipertrofi kriteri %61,3 sporcuda pozitif saptanarak kontrollere kıyasla artmış bulundu. Bununla birlikte kontrollerde Sokolow-Lyon kriterine göre %19,5; PLP kriterine göre %26,8 oranında EKG'de sol ventrikül hipertrofisi saptandı. Bu bulgu çocuklarda ince göğüs duvarı ve görece az yağ dokusu sebebi ile QRS voltajının yüksek saptanabileceğini destekler.

8. Cornell sol ventrikül hipertrofi kriteri iki grup arasında anlamlı fark göstermedi. Fakat Cornell Kriteri için hesaplanan değer olan aVL R + V3 S değeri ile diyastolde interventriküler septum kalınlığı Z-skoru (IVSd Z-skoru), sol ventrikül kitlesi Z skoru (LVM Z-skoru) ve sol ventrikül kitle indeksi (LVMI)) anlamlı pozitif korelasyon korelasyon göstermiştir.

9. Benzer şekilde Peguero-Lo Presti Kriteri SD+V4 S değeri ile ile diyastolde interventriküler septum kalınlığı Z skoru (IVSd Z-skoru) anlamlı pozitif korelasyon ve mitral E dalgası hızı anlamlı negatif korelasyon göstermiştir Sokolow-Lyon İzole Sol Ventrikül Hipertrofi Kriteri için hesaplanan değer olan V1S+V5/6 R ile hiçbir ekokardiyografi parametresi arasında anlamlı korelasyon saptanmamıştır. Bu bulguya göre çalışmamızda Sokolow-Lyon kriteri su topu oyuncularında sol ventrikül hipertrofisini yansıtmazken, Cornell ve Peguero Lo Presti kriterlerinin yansıttığı söylenebilir.

10. Sol ventrikül hipertrofi kriterlerine ilişkin maddeleri özetleyecek olursak; sporcularda artmış QRS voltajı spesifik olmamakla birlikte sporcularda kalp odası boyutunda ve / veya duvar kalınlığındaki fizyolojik artışlarla ilişkili normal bir bulgu olarak kabul edilir ve tek başına ileri değerlendirme gerektirmez.

11. . On dört yaşında ve daha büyük sporcularda, kalp hızı anlamlı şekilde daha düşük, PR mesafesi daha uzun bulundu ve sinüs bradikardisi ve erken repolarizasyon daha sık saptandı. T dalga negatifliği ve V1-V2'de T dalga negatifliği 14 yaşından

küçük grupta anlamlı olarak daha sık bulundu. Bu durum "juvenil EKG paterni" ile uyumludur.

12. Çalışmamıza katılan 27 su topu oyuncusunun ekokardiyografik incelemeleri yapılmıştır; interventriküler septum kalınlığı (IVS) Z-skor ortalaması diyastolde 3±1,5; sistolde 2,9±0,8 olarak bulunmuştur. Bu sonuç su topu oyuncularında IVS kalınlığının belirlenen referans değerlerin üzerinde ölçüldüğünü gösterir.

13. Çalışmamızda ekokardiyografik değerlendirmede; 14 yaşında ve daha büyük su topu oyuncularında IVSs Z-skoru ve IVS/LVPW oranı 14 yaştan küçüklere kıyasla artmıştır. Bu durum IVS'nin antrenmanla gelişen kalınlaşma miktarının LVPW'ye göre daha belirgin olduğunu destekler.

14. Çalışmamızda 5 yıl ve daha uzun süredir antrenman yapan sporcularla, daha kısa süre antrenman yapanlar arasında EKG'de anlamlı elektriksel farklılıklar bulunmamıştır. Bununla birlikte ekokardiyografide *IVSd Z-skoru, IVSs Z-skoru, IVS/LVPW 5 yıl ve daha uzun süredir antrenman yapan sporcularla daha kısa süre antrenman yapanlara kıyasla daha fazla bulunmuştur.*

15. Yapılan lisans muayenesini değerlendirmek açısından sporculara yönelttiğimiz soruya cevaben katılımcıların %29'u kardiyovasküler muayene olmadığını, %25,8'i kardiyovasküler muayene olduğunu fakat EKG çekilmediğini, %45,2'si ise hem kardiyovasküler sisteme yönelik fizik muayenesinin yapıldığını hem de EKG çekildiğini ifade etmiştir.

16. Bu popülasyonda EKG ile değerlendirmenin sağladığı faydadan bahsetmek için örneklem büyüklüğü yetersiz olmakla birlite EKG değişiklikleri literatüre benzer oranlardaa bulunmuştur.

Bu sonuçlardan yola çıkarak;

- *Çalışmamızın da gösterdiği gibi spora bağlı gelişen kardiyak adaptasyonlar EKG ve* ekokardiyografide *bulgular olarak ortaya çıkabilir. Sporcularda görülen bu fizyolojik bulguların aile hekimleri, çocuk hekimleri, çocuk kardiyologları ve spor hekimleri arasında bilinirliğinin arttırılması gereklidir.*

- *Özellikle ailede ani kardiyak ölüm hikayesi ya da kardiyovasküler semptomu olan, yoğun dayanıklılık antrenmanları yapan spora katılım öncesi ve sonrasında da belli aralıklarla EKG ile kontrol edilmesi önemlidir.*

VII. KAYNAKLAR

[1] S. M. Paridon, Julie A. Brothers, Paul Stephens Jr., "10. Exercise Screening and Sports Participation," in *Moss & Adams' Heart Disease in Infants, Children and Adolescents including the Fetus and Young Adult*, 2016, pp. 521–574.

[2] C. L. Williams *et al.*, "Cardiovascular health in childhood: A statement for health professionals from the Committee on Atherosclerosis, Hypertension, and Obesity in the Young (AHOY) of the Council on Cardiovascular Disease in the Young, American Heart Association," *Circulation*, vol. 106, no. 1. pp. 143–160, 2002, doi: 10.1161/01.CIR.0000019555.61092.9E.

[3] Global Health Observatory date, "WHO | Top 10 causes of death," *WHO*, 2019. http://www.who.int/gho/mortality_burden_disease/causes_death/top_10/en/ (accessed Jun. 25, 2020).

[4] T. C. Cunningham, K. Maghrabi, and S. Sanatani, "Morbidities in the ultra-athlete and marathoner," *Cardiology in the Young*, vol. 27, no. S1. Cambridge University Press, pp. S94–S100, Jan. 01, 2017, doi: 10.1017/S1047951116002304.

[5] G. McClean *et al.*, "Electrical and structural adaptations of the paediatric athlete's heart: A systematic review with meta-analysis," *British Journal of Sports Medicine*, vol. 52, no. 4, p. 230, 2018, doi: 10.1136/bjsports-2016-097052.

[6] T. G. Corrado D, Basso C, Pavei A, Michieli P, Schiavon M, "Trends in Sudden Cardiovascular Death in Young Competitive Athletes," *Jama*, vol. 296, no. 13, pp. 1593–1601, 2006, doi: 10.1001/jama.296.13.1593.

[7] A. L. Baggish and M. J. Wood, "Athlete's heart and cardiovascular care of the athlete: Scientific and clinical update," *Circulation*, vol. 123, no. 23, pp. 2723–2735, 2011, doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.110.981571.

[8] E. A. DARLING, "The Effects of Training," *The Boston Medical and Surgical Journal*, vol. 141, no. 10, pp. 229–233, Sep. 1899, doi: 10.1056/nejm189909071411001.

[9] P. D. White, "The pulse after a marathon race," *Journal of the American Medical Association*, vol. 71, no. 13, pp. 1047–1048, Sep. 1918, doi: 10.1001/jama.1918.02600390031009.

[10] P. D. White, "Bradycardia (below rate of 40) in athletes, especially in long distance runners," *Journal of the American Medical Association*, vol. 120, no. 8. p. 642, Oct. 24, 1942, doi: 10.1001/jama.1942.02830430064025.

[11] J. M. Prutkin and M. G. Wilson, "Electrocardiography in athletes: Normal and abnormal findings," *Heart*, 2018, doi: 10.1136/heartjnl-2017-312901.

[12] F. D'Ascenzi *et al.*, "Normative Reference Values of Right Heart in Competitive Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis," *Journal of the American Society of Echocardiography*, vol. 30, no. 9. Mosby Inc., pp. 845-858.e2, Sep. 01, 2017, doi: 10.1016/j.echo.2017.06.013.

[13] B. J. Maron, "Structural features of the athlete heart as defined by echocardiography," *Journal of the American College of Cardiology*, vol. 7, no. 1, pp. 190–203, Jan. 1986, doi: 10.1016/S0735-1097(86)80282-0.

[14] B. J. Maron, A. Pelliccia, and P. Spirito, "Cardiac Disease in Young Trained Athletes," *Circulation*, vol. 91, no. 5, pp. 1596–1601, Mar. 1995, doi: 10.1161/01.CIR.91.5.1596.

[15] M. Galderisi *et al.*, "Differences of myocardial systolic deformation and correlates of diastolic function in competitive rowers and young hypertensives: A speckle-tracking

echocardiography study," *Journal of the American Society of Echocardiography*, vol. 23, no. 11, pp. 1190–1198, Nov. 2010, doi: 10.1016/j.echo.2010.07.010.

[16] N. Cardim *et al.*, "Doppler tissue imaging: Regional myocardial function in hypertrophic cardiomyopathy and in athlete's heart," *Journal of the American Society of Echocardiography*, vol. 16, no. 3, pp. 223–232, Mar. 2003, doi: 10.1067/mje.2003.13.

[17] N. H. Prakken, B. K. Velthuis, A. J. Teske, A. Mosterd, W. P. Mali, and M. J. Cramer, "Cardiac MRI reference values for athletes and nonathletes corrected for body surface area, training hours/week and sex," *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation*, vol. 17, no. 2, pp. 198–203, 2010, doi: 10.1097/HJR.0b013e3283347fdb.

[18] M. S. Maron *et al.*, "Clinical profile and significance of delayed enhancement in hypertrophic cardiomyopathy.," *Circulation. Heart failure*, vol. 1, no. 3, pp. 184–191, Sep. 2008, doi: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.108.768119.

[19] D. L. Prior and A. la Gerche, "The athlete's heart," *Heart*, vol. 98, no. 12. BMJ Publishing Group Ltd and British Cardiovascular Society, pp. 947–955, Jun. 15, 2012, doi: 10.1136/heartjnl-2011-301329.

[20] R. H. Fagard, "Athlete's heart.," *Circulation*, vol. 103, no. 6. Feb. 13, 2001, doi: 10.1161/01.CIR.103.6.e28.

[21] A. Merghani, A. Malhotra, and S. Sharma, "The U-shaped relationship between exercise and cardiac morbidity," *Trends in Cardiovascular Medicine*, vol. 26, no. 3. Elsevier Inc., pp. 232–240, Apr. 01, 2016, doi: 10.1016/j.tcm.2015.06.005.

[22] J. Morganroth and B. J. Maron, "the Athlete'S Heart Syndrome: a New Perspective," *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 301, no. 1, pp. 931–941, 1977, doi: 10.1111/j.1749-6632.1977.tb38259.x.

[23] J. Morganroth, B. J. Maron, W. L. Henry, and S. E. Epstein, "Comparative left ventricular dimensions in trained athletes," *Annals of Internal Medicine*, vol. 82, no. 4, pp. 521–524, 1975, doi: 10.7326/0003-4819-82-4-521.

[24] R. H. Fagard, "Impact of different sports and training on cardiac structure and function," *Cardiology Clinics*, vol. 15, no. 3, pp. 397–412, 1997, doi: 10.1016/S0733-8651(05)70348-9.

[25] J. H. Mitchell, W. Haskell, P. Snell, and S. P. van Camp, "Task force 8: Classification of sports," in *Journal of the American College of Cardiology*, Apr. 2005, vol. 45, no. 8, pp. 1364–1367, doi: 10.1016/j.jacc.2005.02.015.

[26] V. Utomi *et al.*, "Systematic review and meta-analysis of training mode, imaging modality and body size influences on the morphology and function of the male athlete's heart," *Heart*, vol. 99, no. 23. BMJ Publishing Group Ltd and British Cardiovascular Society, pp. 1727–1733, Dec. 01, 2013, doi: 10.1136/heartjnl-2012-303465.

[27] A. Arbab-Zadeh *et al.*, "Cardiac remodeling in response to 1 year of intensive endurance training," *Circulation*, vol. 130, no. 24. Lippincott Williams and Wilkins, pp. 2152–2161, Dec. 09, 2014, doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.114.010775.

[28] R. Beaudry, M. J. Haykowsky, A. Baggish, and A. la Gerche, "A Modern Definition of the Athlete's Heart—for Research and the Clinic," *Cardiology Clinics*, vol. 34, no. 4. W.B. Saunders, pp. 507–514, Nov. 01, 2016, doi: 10.1016/j.ccl.2016.06.001.

[29] S. Sharma *et al.*, "International Recommendations for Electrocardiographic Interpretation in Athletes," *Journal of the American College of Cardiology*, vol. 69, no. 8, pp. 1057–1075, 2017, doi: 10.1016/j.jacc.2017.01.015.

[30] V. Utomi *et al.*, "Predominance of normal left ventricular geometry in the male 'athlete's heart,'" *Heart*, 2014, doi: 10.1136/heartjnl-2014-305904.

[31] T. F. Schaible and J. Scheuer, “Cardiac adaptations to chronic exercise,” *Progress in Cardiovascular Diseases*, 1985, doi: 10.1016/S0033-0620(85)80001-3.

[32] J. Barbier, N. Ville, G. Kervio, G. Walther, and F. Carré, “Sports-specific features of athlete’s heart and their relation to echocardiographic parameters.,” *Herz*, vol. 31, no. 6, pp. 531–43, Sep. 2006, doi: 10.1007/s00059-006-2862-2.

[33] F. D’Ascenzi *et al.*, “Electrocardiographic Changes Induced by Endurance Training and Pubertal Development in Male Children,” *American Journal of Cardiology*, 2017, doi: 10.1016/j.amjcard.2016.11.017.

[34] A. Pelliccia, B. J. Maron, F. Culasso, A. Spataro, and G. Caselli, “Athlete’s heart in women: Echocardiographic characterization of highly trained elite female athletes,” *Journal of the American Medical Association*, vol. 276, no. 3, pp. 211–215, Jul. 1996, doi: 10.1001/jama.276.3.211.

[35] C. Ayabakan, F. Akalin, S. Mengütay, B. Çotuk, I. Odabaş, and A. Özüak, “Athlete’s heart in prepubertal male swimmers,” *Cardiology in the Young*, vol. 16, no. 1, pp. 61–66, 2006, doi: 10.1017/S1047951105002106.

[36] D. O. Sheffield, “The athlete’s heart,” *Heart*, vol. 86, pp. 722–726, Jun. 2001, doi: 10.1136/heartjnl-2011-301329.

[37] H. Ector *et al.*, “BRADYCARDIA, VENTRICULAR PAUSES, SYNCOPE, AND SPORTS,” *The Lancet*, 1984, doi: 10.1016/S0140-6736(84)90593-2.

[38] J. A. Drezner *et al.*, “Normal electrocardiographic findings: Recognising physiological adaptations in athletes,” *British Journal of Sports Medicine*, vol. 47, no. 3, pp. 125–136, 2013, doi: 10.1136/bjsports-2012-092068.

[39] S. Sharma *et al.*, “Electrocardiographic changes in 1000 highly trained junior elite athletes,” *British Journal of Sports Medicine*, vol. 33, no. 5, pp. 319–324, 1999, doi: 10.1136/bjsm.33.5.319.

[40] W. van Ganse, L. Versee, W. Eylenbosch, and K. Vuylsteek, “The electrocardiogram of athletes. Comparison with untrained subjects.,” *British Heart Journal*, vol. 32, no. 2, pp. 160–164, 1970, doi: 10.1136/hrt.32.2.160.

[41] B. J. Maron *et al.*, “Recommendations and considerations related to preparticipation screening for cardiovascular abnormalities in competitive athletes: 2007 Update: A scientific statement from the American Heart Association council on nutrition, physical activity, and metabol,” *Circulation*, vol. 115, no. 12. pp. 1643–1655, Mar. 2007, doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.107.181423.

[42] D. Corrado *et al.*, “Recommendations for interpretation of 12-lead electrocardiogram in the athlete.[Erratum appears in Eur Heart J. 2010 Feb;31(3):379],” *European Heart Journal*, 2010.

[43] J. A. Drezner *et al.*, “Electrocardiographic interpretation in athletes: The ‘Seattle Criteria,’” *British Journal of Sports Medicine*, 2013, doi: 10.1136/bjsports-2012-092067.

[44] A. Malhotra *et al.*, “Accuracy of the 2017 international recommendations for clinicians who interpret adolescent athletes’ ECGs: A cohort study of 11 168 British white and black soccer players,” *British Journal of Sports Medicine*, vol. 54, no. 12, pp. 739–745, Jun. 2020, doi: 10.1136/bjsports-2017-098528.

[45] M. Abela and S. Sharma, “ECG in Athletes,” in *Electrocardiography of Inherited Arrhythmias and Cardiomyopathies*, M. Green, A. Krahn, and W. Alqarawi, Eds. Springer, 2020, pp. 137–158.

[46] A. D’souza *et al.*, “Exercise training reduces resting heart rate via downregulation of the funny channel HCN4,” *Nature Communications*, vol. 5, May 2014, doi: 10.1038/ncomms4775.

[47] M. Papadakis *et al.*, “Prevalence and significance of T-wave inversions in predominantly Caucasian adolescent athletes,” *European Heart Journal*, vol. 30, no. 14, pp. 1728–1735, 2009, doi: 10.1093/eurheartj/ehp164.

[48] S. Sharma, A. Merghani, and L. Mont, “Exercise and the heart: The good, the bad, and the ugly,” *European Heart Journal*, vol. 36, no. 23, pp. 1445–1453, 2015, doi: 10.1093/eurheartj/ehv090.

[49] M. Green, A. Krahn, and W. Alqarawi, *Electrocardiography of Inherited Arrhythmias and Cardiomyopathies*. Springer, 2020.

[50] J. B. Langdeau, L. Blier, H. Turcotte, G. O’Hara, and L. P. Boulet, “Electrocardiographic findings in athletes: The prevalence of left ventricular hypertrophy and conduction defects,” *Canadian Journal of Cardiology*, vol. 17, no. 6, pp. 655–659, 2001.

[51] M. Papadakis *et al.*, “Prevalence and significance of T-wave inversions in predominantly Caucasian adolescent athletes,” *European Heart Journal*, 2009, doi: 10.1093/eurheartj/ehp164.

[52] M. Papadakis *et al.*, “The prevalence, distribution, and clinical outcomes of electrocardiographic repolarization patterns in male athletes of African/Afro-Caribbean origin,” *European Heart Journal*, vol. 32, no. 18. pp. 2304–2313, 2011, doi: 10.1093/eurheartj/ehr140.

[53] A. la Gerche, A. T. Burns, A. J. Taylor, A. I. MacIsaac, H. Heidbüchel, and D. L. Prior, “Maximal oxygen consumption is best predicted by measures of cardiac size rather than function in healthy adults,” *European Journal of Applied Physiology*, vol. 112, no. 6, pp. 2139–2147, Jun. 2012, doi: 10.1007/s00421-011-2184-9.

[54] L. Baumgartner, T. Schulz, R. Oberhoffer, and H. Weberruß, “Influence of Vigorous Physical Activity on Structure and Function of the Cardiovascular System in Young Athletes—The MuCAYA-Study,” *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, vol. 6. Frontiers Media S.A., p. 148, Oct. 09, 2019, doi: 10.3389/fcvm.2019.00148.

[55] C. Tissot, Y. Singh, and N. Sekarski, “Echocardiographic Evaluation of Ventricular Function—For the Neonatologist and Pediatric Intensivist,” *Frontiers in Pediatrics*, vol. 6, p. 1, Apr. 2018, doi: 10.3389/fped.2018.00079.

[56] B. C. Bernardo, K. L. Weeks, L. Pretorius, and J. R. McMullen, “Molecular distinction between physiological and pathological cardiac hypertrophy: Experimental findings and therapeutic strategies,” *Pharmacology and Therapeutics*, vol. 128, no. 1. Pergamon, pp. 191–227, Oct. 01, 2010, doi: 10.1016/j.pharmthera.2010.04.005.

[57] R. J. Tomanek, “Exercise-induced coronary angiogenesis: A review,” *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1994, doi: 10.1249/00005768-199410000-00011.

[58] G. Grazioli, M. Sanz, S. Montserrat, B. Vidal, and M. Sitges, “Echocardiography in the evaluation of athletes,” *F1000Research*, vol. 4. Faculty of 1000 Ltd, p. 151, Jun. 15, 2015, doi: 10.12688/f1000research.6595.1.

[59] F. D’Ascenzi *et al.*, “Normative Reference Values of Right Heart in Competitive Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis,” *Journal of the American Society of Echocardiography*, vol. 30, no. 9, pp. 845-858.e2, 2017, doi: 10.1016/j.echo.2017.06.013.

[60] G. Pavlik, Z. Major, B. Varga-Pintér, M. Jeserich, and Z. Kneffel, “The athlete’s heart Part i (Review),” *Acta Physiologica Hungarica*, vol. 97, no. 4, pp. 337–353, 2010, doi: 10.1556/APhysiol.97.2010.4.1.

[61] B. M. Pluim, A. H. Zwinderman, A. van der Laarse, and E. E. van der Wall, “The athlete’s heart: A meta-analysis of cardiac structure and function,” *Circulation*, vol. 101, no. 3. Lippincott Williams and Wilkins, pp. 336–344, Jan. 25, 2000, doi: 10.1161/01.CIR.101.3.336.

[62] J. Scharhag, G. Schneider, A. Urhausen, V. Rochette, B. Kramann, and W. Kindermann, “Athlete’s heart: Right and left ventricular mass and function in male endurance athletes and untrained individuals determined by magnetic resonance imaging,” *Journal of the American College of Cardiology*, vol. 40, no. 10, pp. 1856–1863, Nov. 2002, doi: 10.1016/S0735-1097(02)02478-6.

[63] T. W. Rowland, “Physiological Aspects of Early Specialized Athletic Training in Children,” *Kinesiology Review*, vol. 4, no. 3, pp. 279–291, Sep. 2015, doi: 10.1123/kr.2015-0021.

[64] R. D. Telford, I. G. McDonald, L. B. Ellis, M. Chennells, E. R. Sandstrom, and P. J. Fuller, “Echocardiographic dimensions in trained and untrained 12-year-old boys and girls,” *Journal of Sports Sciences*, vol. 6, no. 1, pp. 49–57, 1988, doi: 10.1080/02640418808729793.

[65] T. Rowland, V. Unnithan, D. Roche, M. Garrard, K. Holloway, and S. Marwood, “Myocardial function and aerobic fitness in adolescent females,” *European Journal of Applied Physiology*, vol. 111, no. 9, pp. 1991–1997, Sep. 2011, doi: 10.1007/s00421-011-1835-1.

[66] T. Rowland, “Morphologic features of the ‘athlete’s heart’ in children: A contemporary review,” *Pediatric Exercise Science*, vol. 28, no. 3, pp. 345–352, 2016, doi: 10.1123/pes.2015-0239.

[67] S. Bhasin *et al.*, “The Effects of Supraphysiologic Doses of Testosterone on Muscle Size and Strength in Normal Men,” *New England Journal of Medicine*, vol. 335, no. 1, pp. 1–7, Jul. 1996, doi: 10.1056/nejm199607043350101.

[68] R. Shave *et al.*, “Exercise-induced cardiac troponin T release: A meta-analysis,” *Medicine and Science in Sports and Exercise*, vol. 39, no. 12, pp. 2099–2106, Dec. 2007, doi: 10.1249/mss.0b013e318153ff78.

[69] F. Breuckmann *et al.*, “Myocardial late gadolinium enhancement: Prevalence, pattern, and prognostic relevance in marathon runners,” *Radiology*, vol. 251, no. 1, pp. 50–57, Apr. 2009, doi: 10.1148/radiol.2511081118.

[70] E. Marijon *et al.*, “Mortality of French participants in the Tour de France (1947-2012),” *European Heart Journal*, vol. 34, no. 40, pp. 3145–3150, Oct. 2013, doi: 10.1093/eurheartj/eht347.

[71] J. Abdulla and J. R. Nielsen, “Is the risk of atrial fibrillation higher in athletes than in the general population? A systematic review and meta-analysis,” *Europace*, vol. 11, no. 9, pp. 1156–1159, Sep. 2009, doi: 10.1093/europace/eup197.

[72] A. la Gerche and C. M. Schmied, “Atrial fibrillation in athletes and the interplay between exercise and health,” *European Heart Journal*, vol. 34, no. 47, pp. 3599–3602, Dec. 2013, doi: 10.1093/eurheartj/eht265.

[73] A. Pelliccia *et al.*, “Long-Term Clinical Consequences of Intense, Uninterrupted Endurance Training in Olympic Athletes,” *Journal of the American College of Cardiology*, vol. 55, no. 15, pp. 1619–1625, Apr. 2010, doi: 10.1016/j.jacc.2009.10.068.

[74] K. G. Harmon, J. A. Drezner, M. G. Wilson, and S. Sharma, “Incidence of sudden cardiac death in athletes: A state-of-the-art review,” *British Journal of Sports Medicine*, vol. 48, no. 15, pp. 1185–1192, 2014, doi: 10.1136/bjsports-2014-093872.

[75] D. Corrado, C. Basso, G. Rizzoli, M. Schiavon, and G. Thiene, “Does Sports Activity Enhance the Risk of Sudden Death in Adolescents and Young Adults?,” *Journal of the American College of Cardiology*, vol. 42, no. 11, pp. 1959–1963, 2003, doi: 10.1016/j.jacc.2003.03.002.

[76] A. la Gerche *et al.*, “Exercise-induced right ventricular dysfunction and structural remodelling in endurance athletes,” *European Heart Journal*, vol. 33, no. 8, pp. 998–1006, Apr. 2012, doi: 10.1093/eurheartj/ehr397.

[77] A. Zorzi *et al.*, “Ventricular arrhythmias in young competitive athletes: Prevalence, determinants, and underlying substrate,” *Journal of the American Heart Association*, vol. 7, no. 12, Jun. 2018, doi: 10.1161/JAHA.118.009171.

[78] E. Marijon *et al.*, “Sports-related sudden death in the general population,” *Circulation*, vol. 124, no. 6, pp. 672–681, Aug. 2011, doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.110.008979.

[79] B. G. Toresdahl, A. L. Rao, K. G. Harmon, and J. A. Drezner, “Incidence of sudden cardiac arrest in high school student athletes on school campus,” *Heart Rhythm*, 2014, doi: 10.1016/j.hrthm.2014.04.017.

[80] A. G. Holst *et al.*, “Incidence and etiology of sports-related sudden cardiac death in DenmarkImplications for preparticipation screening,” *Heart Rhythm*, 2010, doi: 10.1016/j.hrthm.2010.05.021.

[81] K. G. Harmon *et al.*, “Incidence, cause, and comparative frequency of sudden cardiac death in national collegiate athletic association athletes a decade in review,” *Circulation*, vol. 132, no. 1, pp. 10–19, 2015, doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.115.015431.

[82] B. J. Maron, “Sudden Death in Young Athletes,” *New England Journal of Medicine*, vol. 349, no. 11, pp. 1064–1075, Sep. 2003, doi: 10.1056/NEJMra022783.

[83] G. Finocchiaro *et al.*, “Etiology of Sudden Death in Sports Insights from a United Kingdom Regional Registry,” *Journal of the American College of Cardiology*, vol. 67, no. 18, pp. 2108–2115, May 2016, doi: 10.1016/j.jacc.2016.02.062.

[84] R. D. Bagnall *et al.*, “A prospective study of sudden cardiac death among children and young adults,” *New England Journal of Medicine*, vol. 374, no. 25, pp. 2441–2452, Jun. 2016, doi: 10.1056/NEJMoa1510687.

[85] “Project Adam,” 2014. https://www.projectadam.com/ (accessed Dec. 05, 2020).

[86] B. J. Maron, “How should we screen competitive athletes for cardiovascular disease?,” *European Heart Journal*, vol. 26, no. 5. pp. 428–430, 2005, doi: 10.1093/eurheartj/ehi154.

[87] P. Fritsch *et al.*, “Cardiovascular pre-participation screening in young athletes: Recommendations of the Association of European Paediatric Cardiology,” *Cardiology in the Young*, vol. 27, no. 9, pp. 1655–1660, Nov. 2017, doi: 10.1017/S1047951117001305.

[88] J. A. Drezner *et al.*, “AMSSM position statement on cardiovascular preparticipation screening in athletes: Current evidence, knowledge gaps, recommendations and future directions,” *British Journal of Sports Medicine*, vol. 51, no. 3, pp. 153–167, Feb. 2017, doi: 10.1136/bjsports-2016-096781.

[89] L. Mont *et al.*, “Pre-participation cardiovascular evaluation for athletic participants to prevent sudden death: Position paper from the EHRA and the EACPR, branches of the ESC. Endorsed by APHRS, HRS, and SOLAECE,” *Europace*, vol. 19, no. 1, pp. 139–163, 2017, doi: 10.1093/europace/euw243.

[90] B. Hainline *et al.*, “Interassociation consensus statement on cardiovascular care of college student-athletes,” *Journal of Athletic Training*, vol. 51, no. 4, pp. 344–357, 2016, doi: 10.4085/j.jacc.2016.03.527.

[91] B. J. Maron *et al.*, “Assessment of the 12-lead ECG as a screening test for detection of cardiovascular disease in healthy general populations of young people (12-25 years of age) a scientific statement from the american heart association and the American

College of cardiology," *Circulation*, vol. 130, no. 15, pp. 1303–1334, 2014, doi: 10.1161/CIR.0000000000000025.

[92] R. Lampert, "ECG screening in athletes: Differing views from two sides of the Atlantic," *Heart*, vol. 104, no. 12, pp. 1037–1043, Jun. 2018, doi: 10.1136/heartjnl-2016-309448.

[93] G. Mcclean *et al.*, "Diagnostic accuracy and Bayesian analysis of new international ECG recommendations in paediatric athletes," *Heart*, vol. 105, no. 2, pp. 152–159, Jan. 2019, doi: 10.1136/heartjnl-2018-313466.

[94] K. G. Harmon, M. Zigman, and J. A. Drezner, "The effectiveness of screening history, physical exam, and ECG to detect potentially lethal cardiac disorders in athletes: A systematic review/meta-analysis," *Journal of Electrocardiology*, vol. 48, no. 3, pp. 329–338, May 2015, doi: 10.1016/j.jelectrocard.2015.02.001.

[95] A. Malhotra *et al.*, "Outcomes of cardiac screening in adolescent soccer players," *New England Journal of Medicine*, vol. 379, no. 6, pp. 524–534, 2018, doi: 10.1056/NEJMoa1714719.

[96] A. Steinvil *et al.*, "Mandatory electrocardiographic screening of athletes to reduce their risk for sudden death: Proven fact or wishful thinking?," *Journal of the American College of Cardiology*, vol. 57, no. 11, pp. 1291–1296, Mar. 2011, doi: 10.1016/j.jacc.2010.10.037.

[97] J. A. Drezner, K. G. Harmon, I. M. Asif, and J. C. Marek, "Why cardiovascular screening in young athletes can save lives: A critical review," *British Journal of Sports Medicine*, vol. 50, no. 22. BMJ Publishing Group, pp. 1376–1378, Nov. 01, 2016, doi: 10.1136/bjsports-2016-096606.

[98] B. J. Maron, "Sudden Death in Young Athletes," *New England Journal of Medicine*, vol. 349, no. 11, pp. 1064–1075, Sep. 2003, doi: 10.1056/NEJMra022783.

[99] O. Neyzi, H. N. Saka, and S. Kurtoğlu, "Anthropometric studies on the Turkish population - A historical review," *JCRPE Journal of Clinical Research in Pediatric Endocrinology*, vol. 5, no. 1. Galenos Yayinevi, pp. 1–12, 2013, doi: 10.4274/Jcrpe.957.

[100] J. T. Flynn *et al.*, "Clinical practice guideline for screening and management of high blood pressure in children and adolescents," *Pediatrics*, vol. 140, no. 3. American Academy of Pediatrics, Sep. 01, 2017, doi: 10.1542/peds.2017-1904.

[101] "Calculation of Systemic Score | The Marfan Foundation." https://www.marfan.org/dx/score (accessed Nov. 16, 2020).

[102] H. C. Bazett, "An analysis of the time-relations of electrocardiograms.," *Heart*, no. 7, pp. 353–370, 1920.

[103] M. Sokolow and T. P. Lyon, "The ventricular complex in left ventricular hypertrophy as obtained by unipolar precordial and limb leads," *Annals of Noninvasive Electrocardiology*, vol. 6, no. 4, pp. 343–368, 2001, doi: 10.1111/j.1542-474x.2001.tb00129.x.

[104] J. G. Peguero, S. lo Presti, J. Perez, O. Issa, J. C. Brenes, and A. Tolentino, "Electrocardiographic Criteria for the Diagnosis of Left Ventricular Hypertrophy," *Journal of the American College of Cardiology*, vol. 69, no. 13, pp. 1694–1703, Apr. 2017, doi: 10.1016/j.jacc.2017.01.037.

[105] T. J. Molloy, P. M. Okin, R. B. Devereux, and P. Kligfield, "Electrocardiographic detection of left ventricular hypertrophy by the simple QRS voltage-duration product," *Journal of the American College of Cardiology*, vol. 20, no. 5, pp. 1180–1186, Nov. 1992, doi: 10.1016/0735-1097(92)90376-X.

[106] M. Sokolow and T. P. Lyon, “The ventricular complex in right ventricular hypertrophy as obtained by unipolar precordial and limb leads,” *American Heart Journal*, vol. 38, no. 2, pp. 273–294, Aug. 1949, doi: 10.1016/0002-8703(49)91335-6.

[107] C. Kampmann *et al.*, “Normal values of M mode echocardiographic measurements of more than 2000 healthy infants and children in central Europe,” *Heart*, 2000.

[108] R. M. Lang *et al.*, “Recommendations for chamber quantification: A report from the American Society of Echocardiography’s guidelines and standards committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiograph,” *Journal of the American Society of Echocardiography*, 2005, doi: 10.1016/j.echo.2005.10.005.

[109] C. Kampmann *et al.*, “Normal values of M mode echocardiographic measurements of more than 2000 healthy infants and children in central Europe,” *Heart*, vol. 83, no. 6, pp. 667–672, 2000, doi: 10.1136/heart.83.6.667.

[110] E. A. Williams *et al.*, “Performance of the American Heart Association (AHA) 14-Point Evaluation Versus Electrocardiography for the Cardiovascular Screening of High School Athletes: A Prospective Study,” *Journal of the American Heart Association*, vol. 8, no. 14, 2019, doi: 10.1161/JAHA.119.012235.

[111] B. Bessem, M. C. de Bruijn, W. Nieuwland, J. Zwerver, and M. van den Berg, “The electrocardiographic manifestations of athlete’s heart and their association with exercise exposure,” *European Journal of Sport Science*, vol. 18, no. 4, pp. 587–593, Apr. 2018, doi: 10.1080/17461391.2018.1441910.

[112] S. Koch, M. Cassel, K. Linné, F. Mayer, and J. Scharhag, “ECG and echocardiographic findings in 10-15-year-old elite athletes,” *European Journal of Preventive Cardiology*, vol. 21, no. 6, pp. 774–781, 2014, doi: 10.1177/2047487312462147.

[113] T. W. Rowland, V. B. Unnithan, N. G. MacFarlane, N. G. Gibson, and J. Y. Paton, “Clinical manifestations of the ‘Athlete’s heart’ in prepubertal male runners,” *International Journal of Sports Medicine*, vol. 15, no. 8, pp. 515–519, Nov. 1994, doi: 10.1055/s-2007-1021097.

[114] A. S. Scott *et al.*, “Enhanced cardiac vagal efferent activity does not explain training-induced bradycardia,” *Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical*, 2004, doi: 10.1016/j.autneu.2004.04.006.

[115] G. Parry-Williams *et al.*, “29 The short PR interval in young athletes,” in *Heart*, May 2019, vol. 105, no. Suppl 6, p. A25.2-A26, doi: 10.1136/heartjnl-2019-bcs.28.

[116] R. Fagard, L. Vanheea, R. Grauwels, and A. Amery, “ELECTROCARDIOGRAPHIC-ECHOCARDIOGRAPHIC CORRELATIONS IN ENDURANCE TRAINED ATHLETES,” *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 1984, doi: 10.1249/00005768-198404000-00060.

[117] E. N. Moore, J. P. Boineau, and D. F. Patterson, “Incomplete right bundle-branch block. An electrocardiographic enigma and possible misnomer.,” *Circulation*, 1971, doi: 10.1161/01.CIR.44.4.678.

[118] A. Pelliccia *et al.*, “Clinical significance of abnormal electrocardiographic patterns in trained athletes,” *Circulation*, vol. 102, no. 3, pp. 278–284, 2000, doi: 10.1161/01.CIR.102.3.278.

[119] J. T. Tikkanen *et al.*, “Early repolarization: Electrocardiographic phenotypes associated with favorable long-term outcome,” *Circulation*, vol. 123, no. 23, pp. 2666–2673, Jun. 2011, doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.110.014068.

[120] J. T. Tikkanen *et al.*, “Long-Term Outcome Associated with Early Repolarization on Electrocardiography,” *New England Journal of Medicine*, vol. 361, no. 26, pp. 2529–2537, Dec. 2009, doi: 10.1056/NEJMoa0907589.

[121] D. Pewsner, P. Jüni, M. Egger, M. Battaglia, J. Sundström, and L. M. Bachmann, "Accuracy of electrocardiography in diagnosis of left ventricular hypertrophy in arterial hypertension: systematic review," *BMJ*, vol. 335, no. 7622, p. 711, Oct. 2007, doi: 10.1136/bmj.39276.636354.AE.

[122] J. J. Noubiap, T. A. Agbaedeng, U. F. Nyaga, C. Nkoke, and A. M. Jingi, "A meta-analytic evaluation of the diagnostic accuracy of the electrocardiographic Peguero-Lo Presti criterion for left ventricular hypertrophy," *Journal of Clinical Hypertension*. 2020, doi: 10.1111/jch.13923.

[123] P. W. Macfarlane, E. N. Clark, and J. G. F. Cleland, "New Criteria for LVH Should Be Evaluated Against Age," *Journal of the American College of Cardiology*. 2017, doi: 10.1016/j.jacc.2017.06.078.

[124] F. Migliore *et al.*, "Prevalence of cardiomyopathy in Italian asymptomatic children with electrocardiographic T-wave inversion at preparticipation screening.," *Circulation*, vol. 125, no. 3, pp. 529–38, Jan. 2012, doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.111.055673.

[125] G. Pelà *et al.*, "Sex-related differences in left ventricular structure in early adolescent non-professional athletes," *European Journal of Preventive Cardiology*, vol. 23, no. 7, pp. 777–784, 2016, doi: 10.1177/2047487315608826.

[126] D. Corrado, C. Basso, M. Schiavon, A. Pelliccia, and G. Thiene, "Pre-Participation Screening of Young Competitive Athletes for Prevention of Sudden Cardiac Death," *Journal of the American College of Cardiology*, vol. 52, no. 24. J Am Coll Cardiol, pp. 1981–1989, Dec. 09, 2008, doi: 10.1016/j.jacc.2008.06.053.

[127] T. Thünenkötter, C. Schmied, J. Dvorak, and W. Kindermann, "Benefits and limitations of cardiovascular pre-competition screening in international football," *Clinical Research in Cardiology*, vol. 99, no. 1, pp. 29–35, Jan. 2010, doi: 10.1007/s00392-009-0072-7.

[128] J. Z. Ma, J. Dai, B. Sun, P. Ji, D. Yang, and J. N. Zhang, "Cardiovascular pre-participation screening of young competitive athletes for prevention of sudden death in China," *Journal of Science and Medicine in Sport*, vol. 10, no. 4, pp. 227–233, Aug. 2007, doi: 10.1016/j.jsams.2006.07.001.

[129] B. Bessem, F. P. Groot, and W. Nieuwland, "The Lausanne recommendations: A Dutch experience," *British Journal of Sports Medicine*, vol. 43, no. 9, pp. 708–715, Sep. 2009, doi: 10.1136/bjsm.2008.056929.

VIII. EKLER

VIII.A. EK 1: KATILIMCI BİLGİ FORMU

HASTA TAKİP FORMU

TARİH: DOĞUM TARİHİ – CİNSİYET:

ADI SOYADI: BOY – TARTI:

İLGİLENDİĞİ SPOR DALI/KAÇ YILDIR İLGİLENİYORSUNUZ/HAFTADA KAÇ SAAT ANTREMAN YAPIYORSUNUZ?

ANAMNEZ:

Özgeçmiş:

1) Sürekli kullandığınız bir ilaç, takibe gittiğiniz bir doktor var mı

2)Spora başlamadan önce doktorda kontrol oldunuz mu?

3)Antrenmanda aşağıdakilerden birini yaşadıysanız işaretleyiniz.

Egzersiz	*Bayılma*	*Çarpıntı*	*Baş Dönmesi*	*Nefes Darlığı*	*Göğüs Ağrısı*	*Aktiviteye Orantısız Yorgunluk*
Sırasında						
Sonrasında						
İlgisiz						

Soygeçmiş:

4) Erken yaşta(<50) kardiyak bir hastalık tanısı olan ya da ani bir olay sonucu kaybedilen(boğulma, tek başına iken geçirilen trafik kazası) akrabanız var mı?

FİZİK MUAYENE:

5) Üfürüm açısından; supin pozisyonda/ayakta/ valsalva sırasında oskültasyon(özellikle dinamik sol ventrikül çıkış traktı obstrüksiyonları açısından)

6) Femoral nabızların palpasyonu(AS ekarte etmek açısından)

7) Marfan Sendromu stigmata?

8) Brakial arter kan basıncı (oturur pozisyonda ve her iki koldan)

.

VIII.B. EK2: ETİK KURUL ONAYI

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
İSTANBUL TIP FAKÜLTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

Sayı : 499 **Tarih : 18.03.2020**
Konu : Prof. Dr. Aygün DİNDAR hk.

Sayın Prof. Dr. Aygün DİNDAR
Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı

İlgi : Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalının 17/01/2020 gün ve 14871 sayılı yazısı

Sorumlu araştırıcılığını üstlendiğiniz ve Dr. Deniz ÖZBAY' ın yürüteceği 2020/213 dosya numaralı "Lisanslı Sporcu Adolesanlarda Kalpteki Yapısal ve Elektriksel Değişikliklerin Değerlendirilmesi" başlıklı çalışma, kurulumuzun 06/03/2020 tarih ve 05 sayılı toplantısında görüşülerek etik yönden uygun bulunmuş olup, tutanaklar ekte sunulmuştur.

Bilgilerinizi rica ederim.

Prof. Dr. A.Yağız ÜRESİN
İstanbul Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar
Etik Kurul Başkanı

Eki: İstanbul Tıp Fakültesi Klinik Araştırmaları Etik Kurulu Karar Formu

VIII.C. EK3: ETİK KURUL PROTOKOL DEĞİŞİKLİK ONAYI

Tarih ve Sayı: 27/11/2020-246162

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERİTESİ
İstanbul Tıp Fakültesi Dekanlığı

Sayı :29624016-050.99- 1721
Konu :Prof. Dr. Aygün DİNDAR hk.

Sayın Prof. Dr. Aygün DİNDAR
Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı

İlgi :Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalının 22/10/2020 gün ve 182757 sayılı yazısı

Sorumlu araştırıcılığını üstlendiğiniz ve Dr. Deniz ÖZBAY' ın yürüteceği 2020/213 dosya numaralı "Lisanslı Sporcu Adolesanlarda Kalpteki Yapısal ve Elektriksel Değişikliklerin Değerlendirilmesi" başlıklı çalışma, kurulumuzun 06/03/2020 tarih ve 05 sayılı toplantısında görüşülerek etik yönden uygun bulunmuş.

İlgili değişiklik isteminiz, Değişiklik Bilgi Formu, Araştırma protokolüne ilişkin değişiklik ve İzin Belgesi hakkında, kurulumuzun 06/11/2020 tarih ve 27 sayılı toplantısında yeniden görüşülerek etik yönden uygun bulunmuş olup, tutanaklar ekte sunulmuştur.

Bilgilerinizi rica ederim.

e-İmzalı
Prof. Dr. Ali Yağız ÜRESİN
Kurul Başkanı

Doğrulamak İçin:http://194.27.128.66/envision.Sorgula/belgedogrulama.aspx?V=BEAC17B0D

Ayrıntılı bilgi için irtibat : Cihan KILIÇ Dahili : 31346
İstanbul Tıp Fakültesi Dekanlığı Çapa/Fatih/İSTANBUL
Tel : 0 212 414 21 38/414 20 00-31561 Faks : 0 212 414 21 38 / 635 11 93
e-posta : itf-dekanlik@istanbul.edu.tr Elektronik Ağ : http://istanbultip.istanbul.edu.tr

VIII.D. EK 4: AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ ÇOCUK SAĞLIĞI ve HASTALIKLARI , PEDİATRİK KARDİYOLOJİ BİLİM DALI
Sporcu Adolesanların Kardiyolojik Değerlendirmesi

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Gönüllü Adı- Soyadı:
Tarih:

Sayın Anne/ Baba;

Spor bir insan sağlıklı olması, sağlığını koruması için çok yararlıdır. Çağımızda ilerleyen erken yaşlarda dahi görülmeye başlanan, obezite, yüksek tansiyon, yüksek kolesterol, kalp hastalığı gibi bir çok sağlık sorununu önlemekte spor en büyük yardımcımızdır. Bu sebeple bir sporcu velisi olarak; çocuğunuzu spora yönelttiğiniz ve onu bu aşamalarda desteklediğiniz için sizi tebrik ederiz.

Sporcuların güvenli spor yapabilmesi, performansını koruması, spor kariyerine uzun süre devam etmesi açısından yapılacak sağlık kontrolleri çok önemlidir.
Bu çalışmayı yapmaktaki amacımız sporun kalp sağlığı üzerine faydalarını ortaya koymak, sporcuların erken yaşta başladıkları kariyerlerini sağlıklı sürdürebilmeleri için destek olmak, gizli kalmış kalp hastalıklarının ortaya çıkararak ilerde görülebilecek ciddi sorunları önlemektir. Yapacağımız EKG testinin hiçbir yan etkisi yoktur, sporcunun rutin takibinde önerilen bir testtir.

Bu araştırma sırasında size ait bilgiler hekimle aranızda gizli kalacaktır; araştırmada görev alan herkes bu bilgilerin gizliliği konusunda son derece özenli ve dikkatli hareket edecektir. Araştırma sonuçları eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanılacak ve size ait kişisel bilgiler korunacaktır.

Yapılan tetkikler yalnızca yukarıda belirtilen amaç için kullanılacaktır, başka bir araştırma için kullanılmayacaktır. Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirsiniz (Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğinizi önceden bildirmeniz uygun olacaktır). Bu durum takip ve tedavinizde olumsuz bir durum yaratmayacaktır.

Bu analiz kapsamındaki tetkikler için herhangi bir ücret talep edilmeyecektir ya da size bir ödeme yapılmayacaktır.

İster doğrudan, ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorununun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahale sağlanacaktır (Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceksiniz).

Araştırma sırasında sorularınız için:

Dr. Deniz Özbay, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları, , Çapa, İstanbul adresinden, hastane telefonu: 0212 414 20 00 /32236, cep telefonu:532 586 56 41 telefon numaralarını arayabilirsiniz.

Ailenin ilişki kuracağı kişi (Araştırmacı): Dr. Deniz Özbay
Tarih:
İmza:
Tel :0212 414 20 00 / 32236, cep tel: 532 586 56 41

Velayet veya vesayet altında bulunanlar için veli veya vasinin Adı-Soyadı, İmzası, Adresi (varsa telefon numarası)

Açıklamaları yapan araştırmacının Adı-Soyadı, İmzası:

Rıza alma işlemine başından sonuna kadar tanıklık eden kuruluş görevlisinin Adı-Soyadı, İmzası, Görevi:

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ ÇOCUK SAĞLIĞI ve HASTALIKLARI ,
PEDİATRİK KARDİYOLOJİ BİLİM DALI
Sporcu Adolesanların Kardiyolojik Değerlendirmesi

Katılımcının/Hastanın Beyanı

Sayın **Dr Deniz Özbay** tarafından **İ.Ü. İstanbul Tıp Fakültesi**, **Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Kardiyoloji Bilim Dalı**'nda tıbbi bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya "katılımcı" (denek) olarak davet edildim. Eğer bu araştırmaya katılırsam hekim ile aramda kalması gereken bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı ile yaklaşılacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi.

Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim. (Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağının bilincindeyim) Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı da tutulabilirim.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

İster doğrudan, ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorunumun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi. (Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim).

Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaştığımda; **Dr. Deniz Özbay'ı Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları, Çocuk Kardiyoloji Bilim Dalı, Çapa, İstanbul adresinden, hastane telefonu: 0212 414 20 00 / 32236, cep tel: 532 586 56 41'den** arayabileceğimi biliyorum.

Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun tıbbi bakımıma ve hekim ile olan ilişkime herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde "katılımcı" (denek) olarak yer alma kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

İmzalı bu form kağıdının bir kopyası bana verilecektir.

GÖNÜLLÜ ONAY FORMU

Yukarıda gönüllüye araştırmadan önce verilmesi gereken bilgileri gösteren metni okudum. Bunlar hakkında bana yazılı ve sözlü açıklamalar yapıldı. Bu koşullarla söz konusu klinik araştırmaya kendi rızamla hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Gönüllünün Adı-soyadı/ İmzası/Tarih/ Adresi (varsa telefon no., faks no,...)

Araştırma ekibinde yer alan ve yetkin bir araştırmacının
Adı-soyadı/ İmzası/ Tarih

Gerekiyorsa olur işlemine tanık olan kişinin Adı-soyadı/ İmzası/Tarih/ Adresi (varsa telefon no., faks no,...)

Gerekiyorsa yasal temsilcisinin Adı-soyadı/ İmzası/Tarih/ Adresi (varsa telefon no., faks no,...)

VIII.E. EK 5: ÖZGEÇMİŞ

ADI SOYADI: Deniz Özbay

1.GENEL

DÜZENLEME TARİHİ	05.05.2020		
T.C. KİMLİK NO	29582060158		
DOĞUM YERİ VE YILI	Şişli – 09.05.1990		
GÖREV YERİ	İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı		
GÖREV UNVANI	Araştırma Görevlisi		
YAZIŞMA ADRESİ	İstanbul Üniversitesi Çapa Tıp Fakültesi ; Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilimdalı, Çapa; Fatih; İSTANBUL 34064		
TEL	4142000-32236	**GSM**	532 586 56 41
E-POSTA	dozbaymo@gmail.com	**FAX**	

Makaleler:

1)*Özbay D., Kara M., Tuğcu D., Hançerli Törün S., Sütçü M., Çalışkan E., et al*., "Tromboflebit ile Komplike Olan Çocuk Dengue Ateşi Olgusu" , Çocuk Enfeksiyon Dergisi, cilt.13, no.27, ss.31-35, 2019

(Özbay D., Kara M., Tuğcu D., Hançerli Törün S., Sütçü M., Çalışkan E., et al., J Pediatr Inf, 2019;13(1):27-31)

Sözlü Sunum:

1)*Özbay D., Kardelen Al A. D., Öztürk A. P. , Erkılıç Özturan E. , Poyrazoğlu Ş., Baş F. , Darendeliler F.,* ‘’HER TİP 1 DİYABET TANISI ALAN HASTA TİP1 DİYABET OLMAYABİLİR: MODY TANILI HASTALARIMIZIN DEĞERLENDİRİLMESİ’’, 42. PEDİATRİ GÜNLERİ, İSTANBUL, Sözlü Sunum, TÜRKİYE, 13-16 Eylül 2020

Kongre Özetleri:

1) *Özbay D., Kırkpantur E. D., Çöllü M., Baydaş Ş., Usta H. H., Turban A., Erdoğan H. M., Ünal İ., Coşkun M., Şancı Y., Mercan S., Aslan F. E., Karabacak Ü.,, Olgun N., Ünalan P., Topsever P.,* **Gülsuyu ve Esenkent'te FINDRISC skorlarına göre Diaybet riski ve rastgele kapiler kan şekeri ilişkisi: 2011 yılı kestitesel tarama çalışması preliminer sonuçları.** *10. Ulusal Aile Hekimliği Kongresi 18-22 Mayıs 2011, Fethiye, Türkiye. Program ve Özet Kitabı: sayfa 88-89. (10th National Congress of Family Medicine, May 18-22nd Fethiye, Turkey, Programme and Abstract Book: pages 88-89.)*

2) *Özbay D.,* "AKUT NÖROLOJİK DEFİSİT İLE BAŞVURAN DOWN SENDROMLU HASTADA MOYAMOYA SENDROMU", ‘’’Moyamoya Syndrome diagnosis of a Down Syndrome Patient presenting with an Acute Neurological Deficit’ 41. PEDİATRİ GÜNLERİ, İSTANBUL, Poster Sunumu, TÜRKIYE, 7-10 Nisan 2019

4)*Özbay D.,* "İNEK SÜTÜ İLE TEMAS SONRASI ANAFLAKSİ “‘’Anaphylaxis Following Contact with Cow’s Milk’’, 12. ULUSAL ASTIM VE ALERJİ KONGRESİ, İZMİR, TÜRKIYE, 12-16 Nisan 2017, ss.1-1;İ