

■ Araştırma Makalesi

## Sporcu elektrokardiyogramlarında hipertrofi kriterlerinin diyastolik disfonksiyon ilişkisi

### *Relationship between hypertrophy criteria and diastolic dysfunction in athlete electrocardiograms*

İdris Yakut\*<sup>1</sup>, Ömer Özkan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>İstanbul Medipol Üniversitesi, Kardiyoloji Kliniği, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup>Ankara Gaziler Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Spor Hekimi, Ankara, Türkiye

#### Öz

**Amaç:** Çalışmamız ile öncelikle Sokolow-Lyon kriterinin sol ventrikül hipertrofisi ve sol ventrikül diyastolik disfonksiyonu öngördürücülüğü araştırılacaktır ve diğer hipertrofi kriterleri ile karşılaştırılacaktır.

**Gereç ve Yöntemler:** Ocak 2023 ve Ocak 2024 tarihleri Ankara Gaziler Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nden 121 profesyonel sporcu ile Bahçelievler Medipol Hastanesi'nden 31 sağlıklı gönüllü katılımcı olarak değerlendirilmiştir. Hastaların elektrokardiyografi ve ekokardiyografi tetkiklerinden veriler elde edilmiştir.

**Bulgular:** Sporcu grubunun yaş ortalaması 24,83 yıl ve kontrol grubu 28,81 yıl olarak hesaplandı. Sokolow-Lyon voltajı sporcularda anlamlı olarak daha yüksek bulundu. Sol ventrikül kitle indeksi sporcu grubunda 81,66 g/m<sup>2</sup> ve kontrol grubunda 76,59 g/m<sup>2</sup> olarak ölçüldü gruplar arasında anlamlı fark yoktu (p=0,09). Sol ventrikül geometri değişikliği ve diyastolik disfonksiyon açısından gruplar arasında fark saptanmadı. Sokolow-Lyon voltajının  $\geq 35$  mm olması normal dışı geometri, sol ventrikül kitlesi ve diyastolik disfonksiyon ile ilişkili bulunmadı.

**Sonuç:** Sokolow-Lyon kriterinin sporcularda hipertrofiyi öngörmedeki sınırlı duyarlılığı göz önünde bulundurularak, sporcu EKG'lerinin değerlendirilmesinde daha kapsamlı değerlendirmelerin dikkate alınması gerektiği vurgulanmıştır. Ayrıca, sol ventrikül geometrisinin değerlendirilmesi, patolojik durumların ayırımında önem taşımaktadır. Sporcularda görülen kalp değişikliklerinin büyük ölçüde fizyolojik adaptasyon olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Diyastolik disfonksiyon, Elektrokardiyografi, Sokolow-Lyon kriteri, Sporcu

Sorumlu Yazar\*: İdris Yakut, İstanbul Medipol Üniversitesi, Kardiyoloji Kliniği, İstanbul, Türkiye,

E-mail: idrislive@windowslive.com

Orcid: 0000-0002-3038-3829

Doi: 10.18663/tjcl.1618159

Geliş Tarihi: 12.01.2025 Kabul Tarihi: 24.02.2025

## Abstract

**Aim:** Our study aims to investigate the predictive power of the Sokolow-Lyon criterion for left ventricular hypertrophy and left ventricular diastolic dysfunction and to compare it with other hypertrophy criteria.

**Material and Methods:** Between January 2023 and January 2024, 121 professional athletes from Ankara Gaziler Physical Therapy and Rehabilitation Training and Research Hospital and 31 healthy volunteers from Bahçelievler Medipol Hospital were evaluated as participants. Data were obtained from electrocardiography and echocardiography examinations of the patients.

**Results:** The mean age of the athlete group was 24.83 years and the control group was 28.81 years. Sokolow-Lyon voltage was significantly higher in the athletes ( $p=0.00$ ). Left ventricular mass index was 81.66 g/m<sup>2</sup> in the athlete group and 76.59 g/m<sup>2</sup> in the control group and there was no significant difference between the groups ( $p=0.09$ ). There was no difference between the groups in terms of left ventricular geometry change and diastolic dysfunction. Sokolow-Lyon voltage of  $\geq 35$  mm was not associated with abnormal geometry, left ventricular mass and diastolic dysfunction.

**Conclusion:** Considering the limited sensitivity of the Sokolow-Lyon criterion in predicting hypertrophy in athletes, it is emphasized that more comprehensive evaluations should be considered in the evaluation of athlete ECGs. Furthermore, assessment of left ventricular geometry is important in differentiating pathologic conditions. Most of the cardiac changes seen in athletes

**Keywords:** Athlete, Diastolic dysfunction, Electrocardiography, Sokolow-Lyon criteria

## Giriş

Düzenli ve uzun süreli yoğun fiziksel egzersiz, kalbin yapısal, işlevsel ve elektriksel olarak yeniden şekillenmesine yol açar. Bu fizyolojik değişiklikler atriyal ve ventriküler boyutları etkiler ve sporcu kalbi olarak tanımlanır. Bu durum hem erkeklerde hem de kadınlarda görülebilir. Morfolojik değişikliklerin derecesi yaş, vücut boyutu, etnik köken, cinsiyet ve spor aktivitesi ve yoğunluğu gibi faktörlere bağlıdır[1]. Elektrokardiyografi (EKG) ile tespit edilen sol ventrikül hipertrofisi (SVH), hipertansif hastalarda önemli bir kardiyovasküler risk faktörü ve organ hasarı belirtisi olarak kabul edilir. EKG'nin düşük maliyetli ve kolay uygulanabilir olması hipertrofi açısından avantaj iken tanımlanmış SVH kriterlerinin düşük duyarlılıkları ve yanlış negatif sonuçları dezavantaja neden olmaktadır. Yanlış negatif sonuçlar, SVH hastalarında baskın EKG bulgularıdır. Sokolow-Lyon kriterinin incelendiği çalışmada bile anatomik SVH'li hastaların yalnızca %32'si normal aralığın üst sınırını aşmıştır, başka bir deyişle %68 EKG bulgusu normal popülasyonla örtüşmektedir[2].

Sol ventrikül (SV) kitlesi indeksi ve rölatif duvar kalınlığı kullanılarak SV geometrisinin değerlendirilmesi, sporcunun kalbini hipertrofik kardiyomiyopati gibi patolojik sol ventrikül hipertrofisinden ayırt etmede giderek daha önemli bir bileşen haline gelmektedir[3].

Sporcular miyokardiyal diyastolik özelliklerde ve süpernormal SV diyastolik fonksiyonunda iyileşme göstermektedir. Bu durum çeşitli türdeki uygulanan sporların sonuçlarında

farklı morfolojik kalp özelliklerine bağlı değişiklik göstermektedir. Sporcunun kardiyak fonksiyonuna ilişkin önceki ekokardiyografik çalışmalar, uzun süreli egzersizin diyastolik doluşta erken diyastolden geç diyastole doğru bir kaymaya, ventriküler boyutlarda ve hacimlerde bir değişikliğe, sistolik fonksiyonda bir azalmaya ve SV'de duvar hareket anormalliklerinin gelişimine eşlik ettiğini göstermiştir[4]. Çalışmamız ile öncelikle Sokolow-Lyon kriterinin sol ventrikül hipertrofisini ve SV diyastolik disfonksiyonu öngördürücülüğü araştırılacaktır ve diğer hipertrofi kriterleri ile karşılaştırılacaktır.

## Gereç ve Yöntemler

### Çalışma popülasyonu

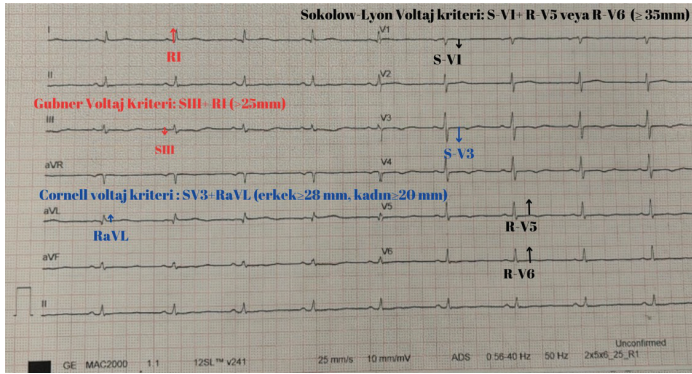
Ocak 2023 ve Ocak 2024 tarihleri arasında Ankara Gaziler Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Eğitim ve Araştırma Hastanesi Spor hekimliği polikliniğine başvuran 121 düzenli antrenman yapan profesyonel sporcu ile Bahçelievler Medipol Hastanesi Kardiyoloji polikliniğinde atipik semptomlarla incelenen 31 sağlıklı gönüllüden oluşmaktadır. 18 yaşın altında, doğumsal kalp hastalığı, kardiyovasküler hastalığı olan, senkop veya aritmi öyküsü olan hastalar dışlanmıştır.

Çalışma protokolü İstanbul Medipol Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan onay almıştır (Tarih 29.02.2024, Karar no:233) ve araştırmamız Helsinki Bildirgesi ve onun beyanında belirtilen etik ilkelere uygun olarak yürütülmüştür.

## Elektrokardiyogram

25 mm/s kâğıt hızında 12 derivasyonlu dinlenme EKG'si GE HEALTHCARE MAC 2.000 EKG sistemi kullanılarak kaydedildi. EKG kaydından önce, tüm katılımcılar 10 dakika boyunca loş ışıklı bir odada sırtüstü pozisyonda sessizce dinlendiler. EKG'nin iyi teknik kalitesi, tüm derivasyonlarda net EKG sinyalleri, kas titremesi artefaktları veya elektromanyetik girişim olmaması ve iyi elektrot teması ile sağlandı. Aşağıdaki EKG değişkenleri ölçüldü/not edildi.

- Kalp hızı
  - PR interval süresi
  - QRS süresi
  - QT süresi
  - Bazett'in formülüne göre QTc(düzeltilmiş) süresi
  - Sol ventrikül hipertrofi kriterlerine göre voltaj ölçümleri (Şekil 1'de hesaplama görselleştirilmiştir.)
- a) Sokolow-Lyon voltaj kriteri: V1S ile V5-6R amplitüdü toplamı  
b) Cornell voltaj kriteri: aVLR ile V3S amplitüdü toplamı  
c) Gubner voltaj kriteri: DIR ile DIIS amplitüdü toplamı [5, 6].



Şekil-1: Sol ventrikül hipertrofi kriterleri hesaplama görseli

## Ekokardiyografi

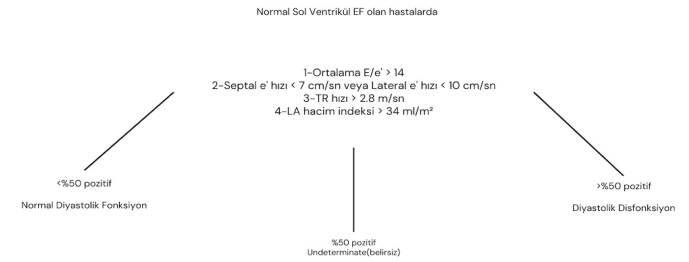
Transtorasik ekokardiyografi(TTE), her bir deneğin klinik özelliklerini bilmeyen kardiyolog tarafından 5S Probu GE Vivid S60 ekokardiyografi cihazı (GE, Boston, ABD) ile gerçekleştirildi. TTE incelemeleri sırasında, hastalar loş ışıkta göğüs ön duvarını açacak şekilde ve sol lateral dekübit pozisyonunda yattı. Aşağıdaki 2 boyutlu ve M-mod ekokardiyografik parametreler ölçüldü:

- Sol ventrikül diyastol sonu çapı: Edd, mm
- İnterventriküler septum kalınlığı: IVS, mm
- Posteriyör duvar kalınlığı: PWT, mm

Transmitral dalga doppler hızları, mitral kapak yaprakçığı seviyesine yerleştirilen bir doppler örneği ile apikal 4 odacıklı

görünümünden ölçüldü. Erken (E dalgası, m/sn) ve geç (A dalgası, m/sn) mitral akım hızları ölçüldü. Mitral annulus hareketinin doku doppler görüntülemesi lateral mitral annulus ve septal bazal bölgeden peak erken diyastolik (e', m/sn) hızları ölçüldü. Sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu, LVEF Simpson yöntemi kullanılarak hesaplandı. Her bir SV kitlesi hesaplandı ve vücut yüzey alanına göre indekslendi. Sol ventrikül kitlesi basit ve anatomik olarak doğrulanmış bir formül kullanılarak hesaplandı:  $LVM=0,8 \times 1,04 (IVS+LVEDD+LVPW)^3 - LVEDD^3 + 0,6$ .

Rölatif Duvar Kalınlığı:  $RWT=2x(PWT/ LVEDd)$  olarak ölçüldü. Ekokardiyografik parametlerden E/e', septal veya lateral e' hızları, triküspit yetersizliği pik hızı ve sol atriyum hacim indeks değerlerini içeren 4 faktörden %50 den daha fazlası mevcut ise diyastolik disfonksiyon olarak tanımlandı(Şekil-2)[7]. Normal EF'si olan kontrol grupları ile sporcular incelendiğinde diyastolik fonksiyon parametreleri çeşitli çalışmalarda gruplar arasında farklılıklar göstermiştir. Güncel kılavuzlar ve algoritmalara ek olarak klinik öykü, fizik muayene ve ek testler ile diyastolik disfonksiyon desteklenmelidir [8].



Şekil-2: Diyastolik disfonksiyon varlığını belirleme algoritması

Çalışmaya dahil edilenler sol ventrikül geometrisine göre 4 ayrı gruba ayrıldı. 1- Normal geometri (Rölatif duvar kalınlığı (RWT)  $\leq 0,42$ , sol ventrikül kitle indeksi(Lw<sub>m</sub>) erkek $\leq 115$ /kadın $\leq 95$  g/m<sup>2</sup>), 2-Konstriktif remodelling (RWT $>0,42$ , Lw<sub>m</sub> erkek $\leq 115$ /kadın $\leq 95$  g/m<sup>2</sup>), 3- Konstriktif hipertrofi (RWT $>0,42$ , Lw<sub>m</sub> erkek $>115$ /kadın $>95$  g/m<sup>2</sup>), 4-Ekzantrik hipertrofi (RWT $\leq 0,42$ , Lw<sub>m</sub> erkek $>115$ /kadın $>95$  g/m<sup>2</sup>)[3].

## İstatistiksel Analiz

Elde edilen veriler bilgisayarda SPSS (statistical package for social sciences) for Windows 23.0 programına kaydedilerek analiz edilmiştir. Sürekli değişkenler ortalama  $\pm$  standart sapma ya da medyan olarak tanımlandı ve kategorik değişkenler yüzde olarak ifade edildi. Verilerin analizinde ilk olarak hangi testlerin (parametrik/nonparametrik testler) uygulanacağına karar vermek için karşılanması gereken varsayımlar test edilmiştir. Dağılımın normalliğine karar vermek için Kolmogorov-Smirnov, normal dağılımın diğer varsayımları olan basıklık ve çarpıklık

değerlerinden yararlanılmıştır. Bağımsız iki grup karşılaştırmasında t-testi (Independent sample t-testi) ve kategorik değişkenler arası Ki-kare/ Fisher's exact test ile bakılmıştır. Elde edilen değerlerin anlamlı olup olmadığının yorumlanmasında 0.05 anlamlılık düzeyi ölçüt olarak kullanılmıştır.

## Sonuçlar

31 sağlıklı gönüllünün (kontrol grubu) ve 121 sporcunun incelendiği çalışmada kontrol grubunun %96,7(n:30) nin erkek olduğu sporcu grubunun ise %80,9(n:98) nun erkek olduğu tespit edilmiştir. Pearson Ki-kare testi sonuçlarına göre bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $\chi^2=4,62$ ;  $p<0,05$ ). Sporcu grubunun yaş ortalaması (24,83±7,37), kontrol grubunun yaş ortalamasından (28,81±6,67) anlamlı derecede düşük bulunmuştur ( $p<0,01$ ).

VKİ (Vücut Kitle İndeksi): İki grup arasında VKİ değerlerinde anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Kreatinin, hemogloblin, Alt ve Ast düzeyleri gruplar arasında benzer bulunmuştur.

Sporcu grubunun LDL düzeyi (100,94±23,05), kontrol grubuna göre (115,68±28,21) anlamlı derecede daha düşüktür ( $p<0,01$ ). Sporcu grubunun trigliserit düzeyi (95,30±38,59), kontrol grubuna göre (114,16±38,19) anlamlı derecede daha düşüktür ( $p<0,05$ ). Troponin ve BNP düzeylerinde iki grup arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Sporcu grubunun VYA (Vücut Yüzey Alanı) değeri (1,90±0,18), kontrol grubuna göre (2,01±0,14) anlamlı derecede daha düşüktür ( $p<0,01$ ). Bu bulgular Tablo 1'de özetlenmiştir.

**Tablo 1:** Kontrol grubu ve Sporcuların demografik ve laboratuvar özellikleri

| Değişkenler              | Kontrol(n:31)<br>X±Ss | Sporcular(n:121)<br>X±Ss | P<br>değeri |
|--------------------------|-----------------------|--------------------------|-------------|
| Cinsiyet (erkek)         | 30(23,4)              | 98(76,6)                 | 0,03Y       |
| Cinsiyet (kadın)         | 1(4,2)                | 23(95,8)                 |             |
| Yaş (yıl)                | 28,81±6,67            | 24,83±7,37               | 0,01†       |
| Boy (cm)                 | 179,90±4,95           | 175,50±6,65              | 0,00†       |
| Kilo (kg)                | 81,90±12,10           | 74,67±15,33              | 0,02†       |
| VKİ (kg/m <sup>2</sup> ) | 25,23±3,55            | 24,20±4,33               | 0,22†       |
| VYA(m <sup>2</sup> )     | 2,01±0,14             | 1,90±0,18                | 0,00†       |
| Kreatinin                | 0,89±0,10             | 0,88±0,11                | 0,94†       |
| Hemogloblin (g/dl)       | 14,89±1,09            | 15,20±1,17               | 0,19†       |
| Alt                      | 29,03±17,50           | 27,37±13,10              | 0,56†       |
| Ast                      | 24,71±7,16            | 28,92±11,25              | 0,05†       |
| Ldl                      | 115,68±28,21          | 100,94±23,05             | 0,00†       |
| Trigliserit              | 114,16±38,19          | 95,30±38,59              | 0,02†       |
| Troponin                 | 2,85±1,95             | 3,04±3,18                | 0,75†       |
| BNP                      | 12,21±6,84            | 11,63±4,70               | 0,58†       |

†: Bağımsız örneklem t test Y: Ki kare test

VKİ: Vücut kitle indeksi, VYA: Vücut yüzey alanı, Ldl: Düşük dansiteli lipoprotein-Kolesterol, BNP: Brain natriüretik peptid

Çalışmaya dahilen edilen grupların ekokardiyografi parametreleri incelendiğinde kontrol grubunun Edd değeri (46,87±4,33), sporcu grubunun Edd değerine (45,71±2,93) kıyasla daha yüksek bulunmuş ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $p>0,05$ ).

Kontrol grubunda septum kalınlığı ve posterior duvar kalınlığı, sporcu grubuna kıyasla daha düşük bulunmuş, ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $p>0,05$ ). Kontrol grubunun sol ventrikül kitlesi (154,39±31,76), sporcu grubuna (154,38±28,26) benzer bulunmuş olup istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Sol ventrikül kitle indeksi açısından kontrol grubunun değeri (76,59±14,46), sporcu grubuna (81,66±14,65) kıyasla daha düşük bulunmuş, ancak bu fark da istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $p>0,05$ ).

Sporcu grubunun E dalga hızı (85,34±14,88), kontrol grubunun E dalga hızına (79,13±13,68) kıyasla anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Kontrol grubunun A dalga hızı (48,15±9,17), sporcu grubuna (50,51±9,03) kıyasla daha düşük bulunmuş, ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $p>0,05$ ). Kontrol grubunun E/A oranı (1,67±0,30), sporcu grubuna (1,74±0,43) kıyasla daha düşük bulunmuş, ancak bu fark da istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $p>0,05$ ).

Diyastolik fonksiyona yönelik yapılan incelemede sporcu grubunun e' septal hızı (12,53±2,13), kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksektir ( $p<0,05$ ), e' lateral hızı açısından fark anlamlı değildir ( $p>0,05$ ). Kontrol grubunun triküspit yetersizliği pik velositesi ortalaması (2,17±0,19), sporcuların ortalamasından (2,50±0,19) düşük bulunmuş ve bu fark istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p<0,01$ ). Kontrol grubunun sol atriyum volüm indeksi ortalaması (23,06±3,71), sporcuların ortalamasından (28,59±2,51) düşük bulunmuş ve bu fark istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p<0,01$ ).

Sporcu grubunun kalp hızı (56,42±8,16), kontrol grubuna göre (61,74±9,69) anlamlı derecede daha düşüktür ( $p<0,01$ ). Bu bulgular tablo2'de özetlenmiştir.

Kontrol grubunda normal sol ventrikül geometrisi %58,06(n=18) saptanırken sporcularda normal sol ventrikül geometrisi %41,32(n=50) saptanmıştır ve gruplar arasında anlamlı farklılık gözlemlenmemiştir ( $p=0,09$ ). Konsantrik remodelling kontrol grubunda %42,94(n=13) saptanırken sporcu grubunda %53,71(n=65) saptanmaktadır ve yine istatistiksel farklılık gözlemlenmemiştir ( $p=0,24$ ). Sporcu grubunda konsantrik hipertrofi %4,13(n=5), ekzantrik hipertrofi %0,82 (n=1) olarak saptanmıştır kontrol grubunda bu iki geometri tipine sahip hasta bulunmamaktadır ve gruplar arasında anlamlı fark elde edilmemiştir. Diyastolik disfonksiyon sadece sporcu grubunda 5 hastada görülürken istatistiksel anlamlılığa ulaşmamıştır ( $p=0,25$ ). SV geometrisine ait bulgular ve diyastolik disfonksiyon verileri tablo 3'te gösterilmektedir.

**Tablo 2:** Kontrol grubu ve Sporcuların Ekokardiyografik ve Elektrokardiyografik özellikleri

| Değişkenler                           | Kontrol(n:31) |              | Sporcular(n:121) |      | P değeri |
|---------------------------------------|---------------|--------------|------------------|------|----------|
|                                       | X±Ss          | X±Ss         | X±Ss             | X±Ss |          |
| Edd(mm)                               | 46,87±4,33    | 45,71±2,93   |                  |      | 0,08†    |
| Septum(mm)                            | 9,44±1,11     | 9,84±1,11    |                  |      | 0,07†    |
| Posterior duvar(mm)                   | 9,55±0,96     | 9,77±1,07    |                  |      | 0,31†    |
| Lvm(g)                                | 154,39±31,76  | 154,38±28,26 |                  |      | 0,99†    |
| Lvmi(g/m2)                            | 76,59±14,46   | 81,66±14,65  |                  |      | 0,09†    |
| Rwt                                   | 0,41±0,05     | 0,43±0,05    |                  |      | 0,08†    |
| Lveddi                                | 23,37±2,33    | 24,26±2,34   |                  |      | 0,06†    |
| EF                                    | 65,48±2,57    | 65,28±2,10   |                  |      | 0,65†    |
| E dalgası (m/sn)                      | 79,13±13,68   | 85,34±14,88  |                  |      | 0,04†    |
| A dalgası (m/sn)                      | 48,15±9,17    | 50,51±9,03   |                  |      | 0,20†    |
| E/A oranı                             | 1,67±0,30     | 1,74±0,43    |                  |      | 0,40†    |
| e' septal (m/sn)                      | 11,62±1,92    | 12,53±2,13   |                  |      | 0,03†    |
| e' lateral (m/sn)                     | 15,78±2,77    | 15,62±2,92   |                  |      | 0,77†    |
| E/e'                                  | 6,92±1,35     | 6,94±1,47    |                  |      | 0,92†    |
| Deselarasyon zamanı(msn)              | 150,23±49,29  | 160,24±33,93 |                  |      | 0,19†    |
| Triküspit yetersizliği pik velositesi | 2,17±0,19     | 2,50±0,19    |                  |      | 0,01†    |
| Sol atriyum volüm indeksi             | 23,06±3,71    | 28,59±2,51   |                  |      | 0,01†    |
| Kalp hızı(atım/dakika)                | 61,74±9,69    | 56,42±8,16   |                  |      | 0,00†    |
| Pr(msn)                               | 157,32±16,38  | 155,93±19,39 |                  |      | 0,71†    |
| Qrs(msn)                              | 92,84±7,62    | 92,93±6,80   |                  |      | 0,95†    |
| Qt(msn)                               | 389,84±29,78  | 394,22±25,59 |                  |      | 0,41†    |
| Qtc(msn)                              | 388,77±35,81  | 382,12±31,01 |                  |      | 0,30†    |
| Sokolow-Lyon voltaj (msn)             | 28,03±4,61    | 31,68±6,46   |                  |      | 0,00†    |
| Cornel voltaj(msn)                    | 9,03±3,53     | 10,45±3,84   |                  |      | 0,06†    |
| Gubner voltaj(msn)                    | 5,42±1,75     | 6,79±3,21    |                  |      | 0,02†    |

†:Bağımsız örneklem t test

Edd:Diyastol sonu mesafe, Lvm: sol ventrikül kitlesi, Lvmi: sol ventrikül kitle indeksi, Rwt: Rölatif duvar kalınlığı, Lveddi: sol ventrikül diyastol sonu mesafe indeksi, EF: Ejeksiyon fraksiyonu

**Tablo 3:** Kontrol grubu ve Sporcularda Sol ventrikül geometrisi ve diyastolik disfonksiyonun karşılaştırılması

| Değişken                | Grup | Grup          |       |                  |        | P değeri |
|-------------------------|------|---------------|-------|------------------|--------|----------|
|                         |      | Kontrol(n:31) |       | Sporcular(n:121) |        |          |
|                         |      | n             | %     | n                | %      |          |
| Normal geometri         | Yok  | 13            | 15,48 | 71               | 84,52  | 0,09 Y   |
|                         | Var  | 18            | 26,47 | 50               | 73,53  |          |
| Konsantrik remodeling   | Yok  | 18            | 24,32 | 56               | 75,68  | 0,24 Y   |
|                         | Var  | 13            | 16,67 | 65               | 83,33  |          |
| Konsantrik hipertrofi   | Yok  | 31            | 21,09 | 116              | 78,91  | 0,25Y    |
|                         | Var  | 0             | 0,00  | 5                | 100,00 |          |
| Ekzantrik hipertrofi    | Yok  | 31            | 20,53 | 120              | 79,47  | 0,61 Y   |
|                         | Var  | 0             | 0,00  | 1                | 100,00 |          |
| Diyastolik disfonksiyon | Yok  | 31            | 21,09 | 116              | 78,91  | 0,25 Y   |
|                         |      | 0             | 0,00  | 5                | 100,00 |          |

Y :Ki kare test

Kontrol grubu ve sporcu grubu arasında 3 hipertrofi kriterinden sadece Sokolow-Lyon kriteri gruplar arasında anlamlı farklılık göstermiştir. Sokolow-Lyon voltajı 35 değerinin altı ve üstü olacak şekilde hastalar gruplandırılarak diyastolik disfonksiyon,

SVH ve normal geometri dışı geometriler incelendiğinde Sokolow-Lyon voltaj kriterinin 35 ve üzerinde olması bu üç sonlanım açısından anlamlı bir farklılık göstermemiştir. Bu durumu gösteren bulgular tablo 4'te gösterilmektedir.

**Tablo 4:** Sokolow- Lyon voltaj kriterlerine göre kategorize edilen hasta gruplarında klinik- ekokardiyografik sonlanımlarının değerlendirilmesi

| Değişken                   | Grup | Sokolow-Lyon |       |     |       | P değeri |
|----------------------------|------|--------------|-------|-----|-------|----------|
|                            |      | 35<          |       | 35≥ |       |          |
|                            |      | n            | %     | n   | %     |          |
| Diyastolik disfonksiyon    | Yok  | 87           | 75,00 | 29  | 25,00 | 0,45 Y   |
|                            | Var  | 3            | 60,00 | 2   | 40,00 |          |
| Sol ventrikül hipertrofisi | Yok  | 87           | 75,65 | 28  | 24,35 | 0,16 Y   |
|                            | Var  | 3            | 50,00 | 3   | 50,00 |          |
| Normal geometri dışı       | Yok  | 39           | 78,00 | 11  | 22,00 | 0,44 Y   |
|                            | Var  | 51           | 71,83 | 20  | 28,17 |          |

Y:Ki kare test

## Tartışma

Sporcularda SVH, uzun süreli ve yoğun egzersizlere bir adaptasyon olarak değerlendirilmektedir. Çalışmamızda, sporcu grubunda sol ventrikül geometrisi, Lvmı ve diyastolik fonksiyon parametrelerinde belirgin farklılıklar gözlemlenmemiştir. Bu bulgular, sporcuların kardiyak remodelling sürecinin fiziksel aktivite türüne ve bireysel faktörlere göre nasıl değişebileceğini göstermektedir. Sporcularda Sokolow-Lyon voltaj değeri anlamlı olarak daha yüksek bulundu ancak Cornell ve Gubner voltaj değerleri kontrol grubu ile benzerdi. Çalışmamızda Sokolow-Lyon voltajı  $\geq 35$  olan 31 hastanın %9,67 (n=3)'ünde SVH saptanmıştır. Al-Rudainy ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada Sokolow-Lyon kriterinin ekokardiyografik hipertrofisi ispatlanmış sporcularda bile düşük özgüllük ve duyarlılık ile SV hipertrofisini gösterebildiğini bildirmiştir[9]. Sporcu EKG'leri değerlendirirken sadece hipertrofi perspektifi ile değil daha kapsamlı Seattle ve Uluslararası kriterler göz önünde bulundurulmalıdır ve patolojik bir sonucu ulaşıldığında yeni ve daha sıkı değerlendirme gerekmektedir[10]. Yapay zeka algoritmaları, geleneksel yöntemler tarafından potansiyel olarak göz ardı edilen karmaşık kardiyak kalıpları belirlemede mükemmeldir ve sürekli izleme için giyilebilir teknolojilere giderek daha fazla entegre edilmektedir. Güncel çalışmalar spor hekimliği profesyonellerinin geleneksel tarama yöntemlerini son teknoloji yapay zeka teknolojileriyle birleştirmesini desteklemektedir. Bu yaklaşım, sporcu bakımında tanısal doğruluğu ve verimliliği artırmayı, sporcu katılım öncesi

muayeneleri için de yapay zeka destekli EKG analizi yoluyla erken tespiti ve daha etkili izlemek faydalı bulunmuştur.[11]

Çalışmamızda sporcularda sol ventrikül geometrisinin büyük ölçüde fizyolojik bir adaptasyonu temsil ettiği gözlemlenmiştir. Sol ventrikül geometrisinin değerlendirilmesi, hipertrofik kardiyomiyopati gibi patolojik durumların ayırımında kritik öneme sahiptir. Çoğunluğu erkek olan popülasyonumuzda konsantrik hipertrofi ve ekzantrik hipertrofi sayı olarak az olmakla beraber gruplar arasında anlamlı farklılık oluşmamaktadır. Literatürde belirtildiği gibi, sporcuların çoğunda normal geometri gözlemlenirken, erkek sporcularda konsantrik hipertrofi veya remodelling oranının daha yüksek olduğu görülmüştür[3]. Ek olarak, dayanıklılık sporcularında ekzantrik hipertrofi sıkça görülürken, dinamik sporlarla uğraşan kadın sporcuların büyük bir kısmında bu adaptasyonun daha belirgin olduğu bildirilmiştir[3, 12]. Çalışmamızda, sporcularda Lvmı değerlerindeki artışa rağmen geometrik parametrelerin büyük ölçüde normal sınırlar içinde olduğu saptanmıştır.

Diyastolik fonksiyon parametreleri, miyokardiyal gevşeme kapasitesinin önemli bir göstergesidir. Çalışmamızda sporcuların septal e' hızının kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulunması, gelişmiş diyastolik fonksiyonun bir göstergesi olarak değerlendirilmiştir. Diyastolik disfonksiyonun önemli iki parametresi olan triküspit yetersizliği pik velositesi ve sol atriyum volüm indeksi anlamlı olarak sporcularda daha yüksek bulunmuştur. Ancak, bazı sporcularda diyastolik disfonksiyonun gözlenmesi, uzun süreli dayanıklılık sporlarının miyokardiyal

sertleşmeye neden olabileceğini göstermektedir[13, 14]. Literatürde, dinamik egzersizlere maruz kalan sporcularda diyastolik dolumun artırılmış olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, hipertrofik kardiyomiyopatiden şüphelenilen durumlarda, diyastolik disfonksiyon parametrelerinin daha dikkatli değerlendirilmesi gerektiği bildirilmiştir[3, 15].

Lvmı, sol ventrikül hipertrofisinin belirlenmesinde kritik bir ölçüttür. Çalışmamızda sporcuların Lvmı değerleri kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmuştur. Bu bulgular, dayanıklılık sporlarının sol ventrikül kitle artışını etkilediğini ve bunun genellikle fizyolojik bir adaptasyonu temsil ettiğini göstermektedir. Ancak, Lvmı'nın patolojik bir durumu işaret edip etmediğini anlamak için ek parametrelerle birlikte değerlendirilmesi gereklidir[12]. Genç sporcularda ani kardiyak ölüm kardiyomiyopatiler, iyon kanalı bozuklukları, koroner anomaliler ve edinilmiş kardiyak durumlar dahil olmak üzere kalbin çeşitli yapısal ve elektriksel bozukluklarından kaynaklanır. Yetişkin ve kıdemli sporcularda, aterosklerotik koroner arter hastalığı, büyük olumsuz kardiyovasküler olaylara yol açan birincil durumdur.[16] Adölesan ve genç yetişkinlerde ani ölüm için artan risk, yarışmalı sporlar sırasında şiddetli fiziksel eforla ilişkilendirildiğinde önemli ölçüde daha yüksektir (yani 2,8 kat daha fazladır). Egzersiz, alta yatan (ve genellikle şüphelenilmeyen) kalp hastalığının dayattığı duyarlılık göz önüne alındığında, ölümcül ventriküler taşikardiler için bir tetikleyici görevi görmektedir. Ani ölümün en sık nedeni hipertrofik kardiyomiyopatidir ve sporcu kalbi ile ayrımı net bir şekilde yapılmalıdır[17].

Maraton koşucularında yapılan bir çalışmada, RV5/V6 kriterlerinin Lvmı ile anlamlı bir korelasyon gösterdiği ve bu kriterlerin tarama aracı olarak kullanılabilirliği vurgulanmıştır[14]. Çalışmamızda, sporcu grubunda Sokolow-Lyon kriterinin  $\geq 35$  mm olması durumunda hipertrofi oranının arttığı, ancak bunun her zaman patolojik bir durumu temsil etmediği gözlemlenmiştir. Literatürde bu kriterin fizyolojik hipertrofiyi değerlendirmede yararlı olduğu belirtilmiştir[18]. Sporcularda SVH değerlendirilirken Sokolow-Lyon kriteri, RV5/V6 kriteri ve ekokardiyografik bulguların birlikte kullanılması önerilmektedir. Ancak, fizyolojik ve patolojik hipertrofinin ayrımında ileri görüntüleme teknikleri (ör. 3D ekokardiyografi, manyetik rezonans) ve biyobelirteçlerin kullanılması daha güvenilir sonuçlar sağlayabilir[12, 14, 15].

### **Çalışmanın Kısıtlılıkları**

Bu çalışmanın bazı kısıtlılıkları bulunmaktadır. İlk olarak, örneklem büyüklüğü nispeten sınırlıdır ve yalnızca belirli iki hastaneden elde edilen verileri içermektedir. Dolayısıyla, farklı spor disiplinlerine ve demografik özelliklere sahip daha

geniş bir popülasyonu temsil etmeyebilir. İkinci olarak, EKG ve TTE değerlendirmeleri, cihaz duyarlılığı ve gözlemciler arası değişkenlik gibi faktörlerden etkilenebilir. Bu çalışma tek merkezli ve kesitsel bir tasarıma sahip olduğundan, uzun vadeli kardiyak değişikliklerin takibi mümkün olmamıştır. Son olarak, çalışmada biyobelirteçler, kardiyak manyetik rezonans görüntüleme ve sporcularda görülen kardiyak değişimlerin genetik yakınlıkla ilişkisini araştıran ileri moleküler analizler yapılmamıştır. Bu nedenle, gözlemlenen değişikliklerin bireysel genetik ve fizyolojik farklılıklarla ilişkisini değerlendirmek için daha kapsamlı çalışmalar gereklidir. Gelecekte yapılacak çalışmalar, daha geniş ve çeşitli sporcu gruplarını kapsayan, ileri görüntüleme yöntemleri ve uzun dönem takip verilerini içeren araştırmalar ile mevcut bulguların doğrulanmasına ve daha kapsamlı değerlendirmelere olanak sağlayacaktır.

### **Sonuç**

Sokolow-Lyon kriterinin sporcularda hipertrofiyi öngörmedeki sınırlı duyarlılığı göz önünde bulundurularak, sporcu EKG'lerinin değerlendirilmesinde daha kapsamlı değerlendirmelerin dikkate alınması gerektiği vurgulanmıştır. Ayrıca, sol ventrikül geometrisinin değerlendirilmesi, patolojik durumların ayrımında önem taşımaktadır. Sporcularda görülen kalp değişikliklerinin büyük ölçüde fizyolojik adaptasyon olduğu sonucuna varılmıştır.

### **Maddi Destek ve Çıkar İlişkisi**

Çalışmayı maddi olarak destekleyen kişi/kuruluş yoktur ve yazarların herhangi bir çıkar dayalı ilişkisi yoktur.

### **Kaynakça**

1. Malmgren, A., et al., Electrocardiographic manifestations in female team handball players: analyzing ECG changes in athletes. *Frontiers in Sports and Active Living*, 2024. 6: p. 1384483.
2. Bacharova, L., ECG in left ventricular hypertrophy: A change in paradigm from assessing left ventricular mass to its electrophysiological properties. *Journal of Electrocardiology*, 2022. 73: p. 153-156.
3. Finocchiaro, G., et al., Effect of sex and sporting discipline on LV adaptation to exercise. *JACC: Cardiovascular Imaging*, 2017. 10(9): p. 965-972.
4. Eun, L.Y. and H.W. Chae, Assessment of myocardial function in elite athlete's heart at rest-2D speckle tracking echocardiography in Korean elite soccer players. *Scientific Reports*, 2016. 6(1): p. 39772.
5. Siranart, N., et al., Diagnostic accuracy of artificial intelligence in detecting left ventricular hypertrophy by electrocardiograph: a systematic review and meta-analysis. *Scientific Reports*, 2024. 14(1): p. 15882.

6. Rabkin, S.W. and J.C.J. Zhou, Estimating Left Ventricular Mass from the Electrocardiogram across the Spectrum of LV Mass from Normal to Increased LV Mass in an Older Age Group. *Cardiology Research and Practice*, 2024. 2024(1): p. 6634222.
7. Nagueh, S.F., et al., Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *European Journal of Echocardiography*, 2016. 17(12): p. 1321-1360.
8. Dalen, H., et al., Diastolic function and dysfunction in athletes. *European Heart Journal-Cardiovascular Imaging*, 2024. 25(11): p. 1537-1545.
9. A Alrudainy, L., O. S Habib, and A. Raheem AL-Humrani, VALIDITY OF ELECTROCARDIOGRAPHIC VOLTAGE CRITERIA: HOW USEFUL ARE THEY IN ATHLETES? *The Medical Journal of Basrah University*, 2005. 23(2): p. 21-25.
10. Weiss, M., et al., Physician adherence to 'Seattle' and 'International' ECG criteria in adolescent athletes: an analysis of compliance by specialty, experience, and practice environment. *Journal of Electrocardiology*, 2020. 60: p. 98-101.
11. Smaranda, A.M., et al., Artificial intelligence in sports medicine: reshaping electrocardiogram analysis for athlete safety—a narrative review. *Sports*, 2024. 12(6): p. 144.
12. Kurtoğlu, A., et al., Comparison of echocardiographic parameters of amputee football players with active football players and sedentary individuals. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 2023. 15(1): p. 41.
13. Pambo, P., et al., Electrocardiographic and echocardiographic findings in elite Ghanaian male soccer players. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 2021. 31(6): p. e373-e379.
14. Yang, P., et al., Evaluation of the electrocardiogram RV5/V6 criteria in the diagnosis of left ventricular hypertrophy in marathon runners. *The Journal of Clinical Hypertension*, 2023. 25(7): p. 638-646.
15. Caselli, S., et al., Differentiating left ventricular hypertrophy in athletes from that in patients with hypertrophic cardiomyopathy. *The American journal of cardiology*, 2014. 114(9): p. 1383-1389.
16. Pelliccia, A., et al., 2020 ESC Guidelines on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease: The Task Force on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease of the European Society of Cardiology (ESC). *European heart journal*, 2021. 42(1): p. 17-96.
17. Maron, B.J. and A. Pelliccia, The heart of trained athletes: cardiac remodeling and the risks of sports, including sudden death. *Circulation*, 2006. 114(15): p. 1633-1644.
18. Sjúrdarson, T., et al., 15 weeks of soccer training increases left ventricular mass and improves indices of left ventricular diastolic function in previously sedentary, mildly hypertensive, middle-aged women. *European Journal of Applied Physiology*, 2024. 124(5): p. 1621-1629.