

# Genç Futbolcularda Yüksek Şiddette Yüklenme Sonrasında Toparlanma Dinamikleri

## Recovery Dynamics Following High Intensity Exercise in Young Soccer Players

Araştırma Makalesi

<sup>1</sup>Alper ASLAN, <sup>2</sup>Alpay GÜVENÇ, <sup>3</sup>Tahir HAZIR, <sup>3</sup>Caner AÇIKADA

<sup>1</sup>Mustafa Kemal Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Antakya

<sup>2</sup>Akdeniz Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Antalya

<sup>3</sup>Hacettepe Üniversitesi, Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu, Ankara

### ÖZ

Bu çalışmanın amacı, supramaksimum şiddette yüklenme sonrasında bazı fizyolojik değişkenlere ilişkin toparlanma hızının farklı mevkilerdeki futbolcular arasında karşılaştırılmasıdır. Çalışmaya 13 defans, 13 orta saha ve 11 forvet olmak üzere toplam 37 genç futbolcu gönüllü olarak katılmıştır. Araştırma grubundaki sporcuların dinlenik, Wingate testi sırasında ve testi takip eden 20 dakikalık toparlanma döneminde oksijen tüketimi ( $VO_2$ ), ve kalp atım hızı (KAH) değerleri ölçülmüştür. Ayrıca, Wingate testi öncesinde, testin tamamlanmasının hemen ardından ve takip eden 3 dakikalık aralıklar ile kan laktat (LA) konsantrasyonları belirlenmiştir. Maksimum oksijen tüketimi ( $VO_{2max}$ ) ve 4 mmol/L LA koşu hızı değerleri ise 100 m'lik dairesel parkurda uygulanan modifiye mekik testi süresince solunum gazlarının toplanması ve testin her

### ABSTRACT

The aim of this study was to compare recovery speed of selected physiological variables following to the supramaximal exercise in soccer players with respect to their playing positions. Totally 37 young soccer players voluntarily participated to the study (13-defenders, 13-midfielders, 11-forwards). Oxygen consumption ( $VO_2$ ) and heart rate (HR) values of the subjects were measured at rest, during the Wingate test and 20-minutes recovery period following the test. Furthermore, blood lactate (LA) concentrations were determined before, at the end and in 3 minutes intervals following the test. Maximal oxygen consumption ( $VO_{2max}$ ) and 4 mmol/L LA running speed were determined by administering modified-shuttle-run test in a 100m circular environment during which respiratory gases and blood samples were collected. Recovery percentages of  $VO_2$  and HR were determined by

hız aşamasının sonunda alınan kan örnekleri yardımıyla belirlenmiştir.  $VO_2$  ve KAH değerlerine ilişkin toparlanma yüzdesi aşağıdaki eşitlik yardımıyla belirlenmiştir. [(Test Ortalaması - Dinlenik Ortalama) - (Toparlanma Dakikasındaki Ortalama - Dinlenik Ortalama) x 100 / (Test Ortalaması - Dinlenik Ortalama)]. LA eliminasyon hızının göstergesi olarak ise test sonrasında ulaşılan zirve LA konsantrasyonunun yarılanma süresi ( $LA_{ys}$ ) kabul edilmiştir. İncelenen değişkenler açısından mevkiler arasında fark olup olmadığı tek yönlü varyans analizi ile test edilmiştir. Defans, orta saha ve forvet mevkilerinde oynayan futbolcuların  $VO_{2maks}$  ve 4 mmol/L LA koşu hızı değerleri benzer bulunmuştur ( $p>0.05$ ). Aynı şekilde,  $VO_2$  ve KAH değerleri açısından toparlanmanın ilk 3 dakikası içerisinde (hızlı toparlanma periyodu) ve sonrasında (yavaş toparlanma periyodu) toparlanma hızlarının mevkiler arasında benzer olduğu saptanmıştır ( $p>0.05$ ). Ayrıca,  $LA_{ys}$  değerleri açısından da mevkiler arasındaki fark anlamlı bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Bu sonuçlar, aerobik antrenmanlılığı düzeyi benzer olan müsabaka dönemindeki genç futbolcularda supramaksimum bir yüklenme ardından toparlanma dinamiklerinin mevkiler arasında benzer olduğunu göstermektedir.

#### Anahtar Kelimeler

*Toparlanma, Oksijen tüketimi, Kalp atım hızı, Kan laktatı*

## GİRİŞ

Özellikle yüksek şiddette olmak üzere; fiziksel aktivite, organizmanın homeostatik dengesi üzerinde olumsuz etki yaratarak yorgunluk belirtilerinin gelişmesini tetiklemektedir. Egzersiz sonrasında ise metabolik artıkların uzaklaştırılması, enerji maddelerinin yeniden sentezlenmesi, su elektrolit dengesinin sağlanması, vücut sıcaklığının ve oksijen tüketiminin düşürülmesi gibi birçok faktöre bağlı olarak toparlanma gerçekleşmektedir. Yüksek şiddetteki yüklenmeler sonrasında toparlanma oranı interval çalışmalarındaki performans devamlılığının sağlanması açısından önem taşımaktadır (Stupnicki ve diğ., 2010).

Futbol, oyun yapısı açısından uzun süreli, değişik şiddetlerde, ani yön değiştirmeli koşuların olduğu, teknik ve taktik becerilerin, kuvvet, çeviklik ve dayanıklılık gibi fiziksel özelliklerin ön plana çıktığı bir spor dalıdır (Hazza ve diğ., 2001). Araş-

using following equation [(Test average - resting average) - (recovery minute average - resting average) x 100 / (test average - resting average)]. Index of LA elimination speed was accepted as the half-life of peak LA ( $LA_{hr}$ ) arrived following to the test. One way ANOVA was used in order to test differences among positions.  $VO_{2max}$  and running speed at 4 mmol/L LA were found similar among positions ( $p>0.05$ ). In addition, recovery speed of  $VO_2$  and HR within the first three minutes and in the later periods of recovery were similar among playing positions ( $p>0.05$ ). Also, there were no significant difference among positions in terms of  $LA_{hr}$ . These results indicated that recovery dynamics following to the supramaximal exercise is similar among positions played in the field in young soccer players with similar aerobic training status.

#### Key Words

*Recovery, Oxygen consumption, Heart rate, Blood lactate*

tırma sonuçlarına göre, futbolcuların maç sırasındaki performans düzeylerinin değerlendirilmesinde kullanılan en önemli kriterlerden birisi yüksek şiddette kat edilen mesafe değerleridir (Bangsbo, 1994; Mohr ve diğ., 2003). Futbolcular, mevkiler arasında farklılaşmakla birlikte bir maç süresince yaklaşık her 90 sn'de bir sprint atmaktadırlar (Stolen ve diğ., 2005). Ayrıca, oyun içerisinde yüksek şiddette yapılan hareketlerin düşük şiddette yapılan hareketlere göre yaklaşık 7 kat daha az olduğu bildirilmektedir (Bangsbo, 1994). Dolayısıyla, futbolcular 90 dakikalık bir maç süresince düzensiz aralıklar ile yüksek şiddette yüklenmeler sergilemekte ve takip eden dönemde ise bu yüklenmelerin yarattığı yorgunluk düzeyinin azaltılması için düşük şiddetli hareket etmektedirler. Çeşitli çalışmalarda, yüksek şiddetli yüklenme sonrası oluşan yorgunluk belirtilerinin dinlenik düzeylerine dönüş hızının, yapılacak olan benzer şiddetteki yük-

lenmelerin kalitesinde etken olduğu bildirilmiştir (Fitzsimons ve diğ., 1993; Kuzon ve diğ., 1990). Dolayısı ile futbolda oyunun akıcılığı ve oyun kalitesinin devamlılığı açısından, yüksek şiddette yapılan yüklenmeler sonrasındaki toparlanma hızı önemlidir. İlgili literatürde, yüksek şiddetli yüklenmeler sonrası farklı fizyolojik değişkenlerin toparlanma dinamiğini oyun mevkilerine göre ele alan çalışma bulunmamaktadır.

Buradan hareketle bu çalışmanın amacı, laboratuvar ortamında uygulanan supramaksimum şiddette yüklenmeyi takiben  $VO_2$ , KAH ve  $LA_{ys}$  değişkenlerine ilişkin toparlanma hızının oyun mevkilerine göre karşılaştırılarak incelenmesidir.

## YÖNTEM

**Araştırma Grubu:** Çalışmaya A genç takımlarda oynayan, 2 ile 5 yıl arasında haftada 5 gün, günde yaklaşık 2 saat antrenman yapan 13 defans, 13 orta saha ve 11 forvet olmak üzere toplam 37 futbolcu katılmıştır. Araştırma grubundaki oyuncuların tanımlayıcı bilgileri Tablo 1’de gösterilmiştir. Araştırma kapsamındaki tüm ölçümler müsabaka döneminde yapılmıştır. Veri toplama işlemine geçilmeden önce Hacettepe Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi, Cerrahi ve İlaç Araştırmaları Etik Kurulundan etik kurul izni alınmıştır. Ayrıca, çalışmaya katılan futbolculara, ailelerine ve antrenörlerine çalışmanın amaçları, yöntemi, sağlayacağı katkılar ve çalışma sırasında oluşabilecek olası riskler konusunda ayrıntılı bilgi verilerek çalışmaya gönüllü olarak katılmak isteyen futbolculara “Bilgilendirilmiş Olur Alma Formu” okutulmuş ve imzalatılmıştır.

### Veri Toplama Araçları

**Stadiometre ve Baskül:** Araştırma grubundaki futbolcuların boy ölçümleri  $\pm 1$  mm hassasiyette Holtain marka stadiometre (Holtain Ltd., UK), vücut ağırlığı ölçümleri ise  $\pm 100$  gr hassasiyetli baskül (Seca, France) ile ölçülmüştür.

**Bisiklet Ergometresi:** Wingate testi için Monark bisiklet ergometresi (Monark 834E, Varberg, Sweden) kullanılmıştır.

**Termometre ve Nem Ölçer:** Dayanıklılık testleri sırasında ortam sıcaklığının ve nem oranının

belirlenmesi için % 0.1 hassasiyette ölçüm yapabilen elektronik bir higrometre (Hanna Instruments, HI 8564, Italy) kullanılmıştır.

**Sinyal Adaptörü:**  $VO_{2maks}$  ve 4 mmol/L LA koşu hızının belirlendiği saha testinde koşu hızının ve süresinin ayarlanmasında sinyal üreten elektronik bir cihaz (Prospert, Tümer Elektronik, Ankara, Türkiye) kullanılmıştır.

**Telemetrik Kalp Atım Hızı Monitörü:** Wingate testi öncesinde, test süresince ve takip eden 20 dakika boyunca araştırma grubundaki sporcuların KAH değerleri 5 sn aralıklarla telemetrik olarak Polar S610i KAH monitörü (S610i, Polar Electro Oy, Kempele, Finland) ile ölçülmüştür. Sistem, elastik bir band ile deneğin üzerine sabitlenen verici ünite ve deneğin koluna takılan telemetrik monitörden oluşmaktadır.

**Kan Laktat Analizörü:** Alınan kan örneklerindeki laktik asit analizleri YSI 1500 laktat analizörü (Yellow Springs Inst., Yellow Springs, Ohio, USA) ile yapılmıştır. Analizörün kalibrasyonu, üretici firmadan sağlanan 5 mmol/L ve 30 mmol/L standart konsantrasyonlu laktat solüsyonları ile membran ve solüsyon değişimlerinden sonra, testlere başlamadan önce ve her bir denek için yapılmıştır. YSI laktat analizörü  $\pm 0,01$  mmol/L hata ile ölçüm yapabilmekte ve 15 mmol/L LA konsantrasyonlarına kadar doğrusallığını koruyabilmektedir (YSI, 2003).

**Gaz Analizörü:** Yüklenme öncesi, sırası ve sonrasında solunum gazlarının analizi, Cosmed K4b<sup>2</sup> portatif gaz analiz sistemi (Cosmed, Rome, Italy) ile yapılmıştır. Bu sistem; portatif ünite, test sırasında güç kaynağı olarak kullanılan bataryalar ve şarj ünitesi, yüz maskesine bağlanan ve hava akımını ölçen tribün (akım metre), veri transfer modülü, ekspirasyon havasının toplanmasını sağlayan değişik ebatlardaki elastik yüz maskeleri ve maskelerin yüze sabitlenmesinde kullanılan ayarlanabilir özellikteki filelerden oluşmaktadır. K4b<sup>2</sup> sisteminin referans gaz kalibrasyonu [konsantrasyonu bilinen gaz karışımı kullanılarak ( $O_2 = \% 15.6$ ,  $CO_2 = \% 4.1$ , N= Balans)], türbin kalibrasyonu [standart 3L şırınga kullanılarak] ve delay kalibrasyonu üretici firmanın önerdiği şekilde ve belirtilen sıklıklarla yapılmıştır. Kalibrasyon ve ölçümlere başlamadan en az yarım saat önce sistem çalıştırıla-

rak polar grafik oksijen sensörünün ısınması sağlanmıştır.

### İşlem Yolu

**VO<sub>2maks</sub> ve 4 mmol/L LA Koşu Hızının Belirlenmesi:** VO<sub>2maks</sub> ve 4 mmol/L LA koşu hızları Modifiye Mekik testinin (Hazır, 2000) dairesel parkurda (her 20m'de işaretlerin bulunduğu 100 m'lik dairesel çim parkurda) uygulanması ile belirlenmiştir. Test süresince koşu dinamiğinin sürekli ileri koşu şeklinde olabilmesi için Modifiye Mekik testi dairesel parkurda uygulanmıştır. Dairesel parkurda uygulanan Modifiye Mekik testine verilen maksimum oksijen tüketimi VO<sub>2maks</sub> ve sabit laktat konsantrasyonlarındaki koşu hızı değerlerine ilişkin güvenilirlik çalışması (Güvenç, 2007) tarafından gösterilmiştir. Ayrıca, aynı submaksimum koşu hızlarında koşu bandında uygulanan testlerde saha testlerine göre daha düşük laktat cevapları gözlemlendiğinden (Aslan, 2007) saha testi tercih edilmiştir. Teste başlamadan önce en uygun maske seçilerek K4b<sup>2</sup> ve göğüs kayışı sporcu üzerine sabitlenmiştir. Sporcuya ilişkin yaş, cinsiyet, boy uzunluğu ve vücut ağırlığı değerlerinin yanı sıra çevresel nem oranı bilgileri K4b<sup>2</sup>'nin menüsüne girildikten sonra, atmosferik oksijen ile cihazın kalibrasyonu yapılmış ve veri toplanmaya başlanmıştır. Test 8 km/s koşu hızında başlamış ve 3 dakika sonra koşu hızı 10 km/s'e yükseltilmiştir. Daha sonra ise her 3 dakikada bir 1 km/s hız artışları ile sporcu yorgunluğa bağlı olarak istemli bir şekilde testi bırakana kadar veya 3 kez ard arda koşu temposunu yakalayamadığında test sonlandırılmıştır. Her hız artışından önce verilen 1 dakika dinlenme periyodunda sporcunun kulak memesinden 25-µL kapiler kan örneği alınmış ve YSI 1500 laktat analizöründe hemolize tam kan olarak analiz edilmiştir. Test süresince sinyal cihazı kullanılarak deneklerin koşu tempolarını ayarlamaları sağlanmıştır. Test sonrasında toplanan veriler RS 232 paralel bağlantı ile bilgisayardaki K4b<sup>2</sup> yazılımına aktarılmış (Cosmed, Data Management Software, Version 7.3a) ve 5 sn'lik ortalamalar halinde Microsoft Excel'e kaydedilmiştir. Daha sonra, her 3 dakikalık yüklenme aşamasının son 1 dakik

kalık ortalaması alınarak VO<sub>2maks</sub> değerleri saptanmıştır. Anaerobik eşik (4 mmol/L) koşu hızı ise Microsoft Excel'de koşu hızı - LA grafiği çizildikten sonra elde edilen regresyon denklemi yardımıyla belirlenmiştir.

### Wingate Testi ve Toparlanma Sürecinde Alınan Veriler:

**Wingate Testi Öncesi:** Sporcuların vücut ağırlıkları ve boy uzunlukları son öğünden en az 2 saat sonra, spor kıyafetler ile (şort, atlet ve ayakkabısız) ve belirtilen prosedüre (Lohman, 1991) uygun olarak ölçülmüş ve formlarına kaydedilmiştir. Daha sonra en uygun maske seçilerek K4b<sup>2</sup> ve göğüs kayışı sporcu üzerine sabitlenmiştir. Sporcuya ilişkin yaş, cinsiyet, boy uzunluğu ve vücut ağırlığı değerlerinin yanı sıra çevresel nem oranı bilgileri K4b<sup>2</sup>'nin menüsüne girildikten sonra atmosferik oksijen ile cihazın kalibrasyonu yapılmış ve veri toplanmaya başlanmıştır. Ayrıca, telemetrik KAH cihazı sporcu üzerine sabitlenerek KAH kaydedilmeye başlanmıştır. Sporcu bisiklet ergometresine çıkmadan önce oturur pozisyonda 3 dk boyunca dinlenik metabolik değerleri kaydedilmiş ve bu süre zarfında kulak memesinden kan alınarak dinlenik LA değeri elde edilmiştir.

**Wingate Testinin Uygulanması:** Test optik tur sayaçlı, kefeli tip Monark bisiklet ergometresi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Her bir sporcu için bisikletin sele yüksekliği ayarlandıktan sonra 60-70 rpm pedal hızında 3 dk ısındırılmış ve bu esnada sporcunun verileri bilgisayara girilerek uygulanacak dış direnç hesaplanmıştır (75gr/kg). Hesaplanan yük kefeye yerleştirilmiş ve denekten 3 - 4sn içerisinde maksimum pedal devir sayısına ulaşması istenmiştir. Sporcunun maksimum pedal devir hızına ulaştığı hissedildiğinde kefe bırakılarak ağırlıktan doğan direnç tekerleğe uygulanmış ve sporcudan ulaştığı pedal hızını 30sn boyunca mümkün olduğunca koruması istenmiştir. Test süresince sporcular sözel olarak motive edilmişlerdir (Inbar ve diğ., 1996).

**Toparlanma Periyodunda Toplanan Veriler:** Wingate testinin tamamlanmasının hemen ardından ve takip eden her 3 dakikada bir sporcunun

kulak memesinden 25 µL kapiler kan örneği alınmıştır. Alınan kan örneğinin analizi YSI 1500 Laktat Analizöründe hemolize tam kan olarak yapılmıştır. Elde edilen en yüksek LA konsantrasyonunun yarısı elde edilene kadar kan alımı işlemine 3 dakika aralıklar ile devam edilmiştir. Test sonrasında 20 dakika boyunca solunum gazlarının ve KAH değerlerine ilişkin veriler toplanmaya devam edilmiştir.

**Toplanan Verilerin Değerlendirilmesi:** K4b<sup>2</sup> gaz analizörü ile toplanan veriler RS 232 paralel bağlantı ve K4b<sup>2</sup> yazılımı kullanılarak bilgisayara aktarılmıştır. Daha sonra 5 sn'lik ortalamaları alınarak veriler Microsoft Excel'e kaydedilmiştir. Test sırasında yapılan işaretlemeler yardımıyla sporcuların dinlenik, Wingate testi süresince ve testi takip eden 20 dakikanın her 1 dakikalık bölümü için VO<sub>2</sub> ve KAH değerlerinin ortalamaları hesaplanmıştır. Toparlanma yüzdesinin değerlendirilmesi için Wingate testi süresince elde edilen ortalama değerlerden dinlenik değerler çıkarılarak, VO<sub>2</sub> ve KAH değerlerinde teste bağlı olarak gerçekleşen artış tespit edilmiştir. Toparlanma periyodunun her 1 dakikalık bölümüne ait toparlanma yüzdesi aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır. [(Test Ortalaması - Dinlenik Ortalama) - (Toparlanma Dakikasındaki Ortalama - Dinlenik Ortalama) x 100 / (Test Ortalaması - Dinlenik Ortalama)]. Wingate testi sonrasında LA eliminasyon hızının göstergesi olarak test sonrasında ulaşılan zirve kan LA konsantrasyonunun yarılanma süresi kabul edilmiştir. Bu hesaplamaların yapılabilmesi için her bir birey için Microsoft Excel programında zamana karşı

LA grafiği çizildikten sonra elde edilen regresyon eşitliği kullanılmıştır (Gupta ve diğ., 1996; Karlı ve diğ., 2007). Regresyon eşitliği "y = a + bx" [y: zaman (dakika), a: regresyon doğrusunun kesim noktası, b: regresyon doğrusunun eğimi, x: LA'nın yarı ömrü (mmol/L)] şeklinde oluşturulmuştur.

### Verilerin Analizi

Tüm verilere ilişkin ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır. İncelenen değişkenler açısından mevkiler arasındaki fark tek yönlü varyans analizi ile test edilmiştir. F anlamlı bulunduğu ikişerli grup karşılaştırmaları için Tukey testi kullanılmıştır. İncelenen değişkenler arasındaki ilişkiler ise Pearson Korelasyon Katsayısı (r) kullanılarak test edilmiştir. Tüm istatistik işlemler SPSS 11.5 paket programında yapılmış ve anlamlılık düzeyi 0.05 olarak kabul edilmiştir.

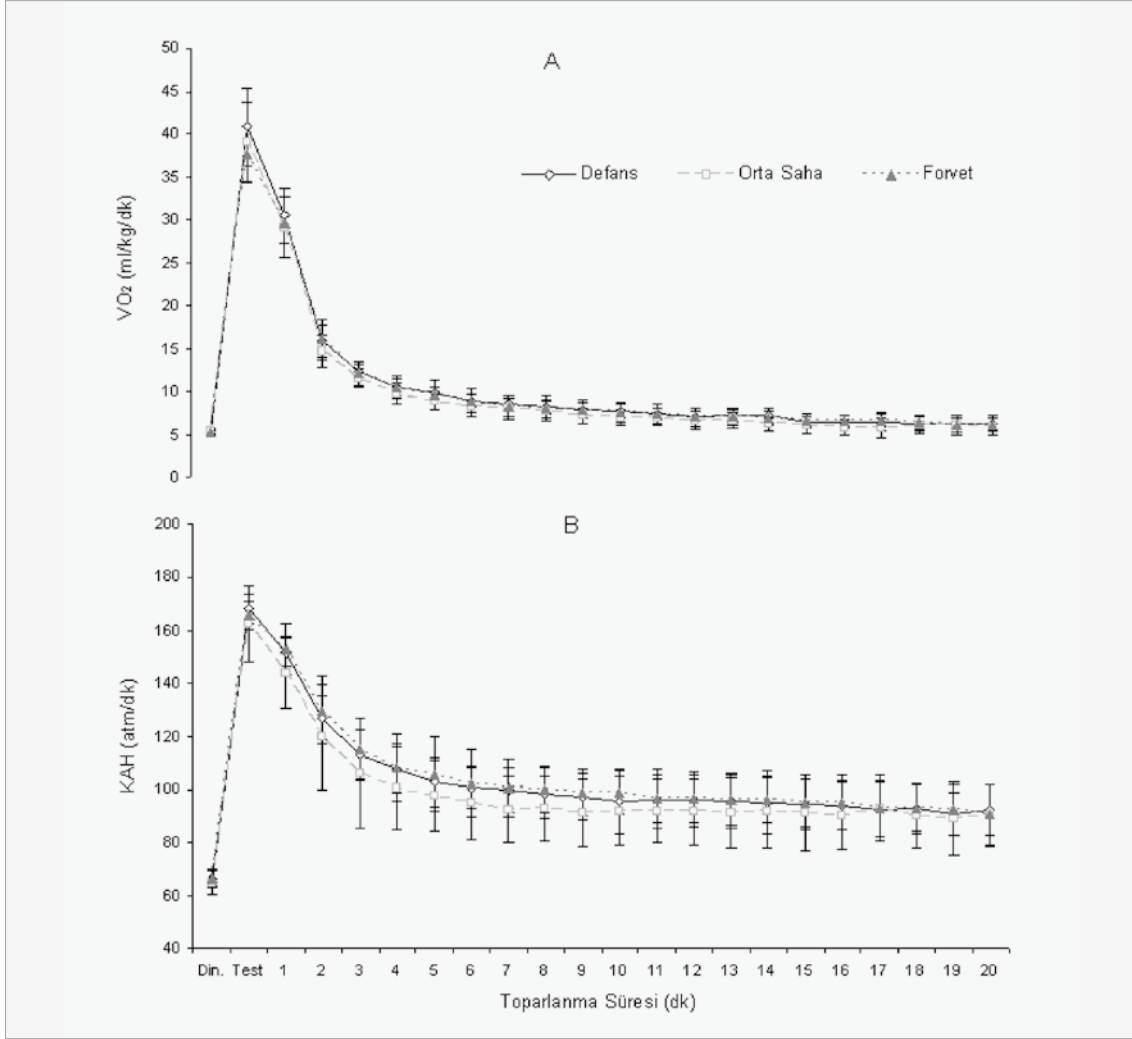
### BULGULAR

Araştırma grubuna ilişkin tanımlayıcı değerler Tablo 1'de verilmiştir. Buna göre, araştırma grubunu oluşturan defans, orta saha ve forvet oyuncularının yaş, boy uzunluğu ve vücut ağırlığı değerleri benzerdir (p>0.05). Defans ve orta saha oyuncularının VO<sub>2maks</sub> ve 4 mmol/L LA koşu hızı değerleri forvet oyuncularından bir miktar yüksek olmakla birlikte, bu değişkenler açısından mevkiler arasındaki fark anlamlı değildir (p>0.05).

Supramaksimum şiddette yüklenmeyi (Wingate testi) takiben VO<sub>2</sub> ve KAH'daki mevkiler arası değişim Şekil 1'de, toparlanma yüzdeleri ise Şe-

**Tablo 1.** Araştırma grubundaki futbolculara ilişkin bazı tanımlayıcı değişkenler

	Defans	Orta Saha	Forvet	F
Yaş (yıl)	17.55 ± 0.69	17.73 ± 0.59	17.50 ± 0.55	0.41
Boy (cm)	176.9 ± 6.87	176.8 ± 5.56	179.8 ± 3.62	0.71
Vücut Ağırlığı (kg)	66.5 ± 6.43	67.2 ± 5.94	71.1 ± 1.70	1.01
VO <sub>2maks</sub> (ml/kg/dk)	52.7 ± 4.43	51.62 ± 4.90	48.61 ± 2.40	1.97
4 mmol/L LA Koşu Hızı (m/sn)	3.87 ± 0.18	3.99 ± 0.26	3.74 ± 0.31	2.27



**Şekil 1.** Wingate testi öncesi, test ortalaması ve toparlanma döneminde VO<sub>2</sub> ve KAH değerlerinin değişimi, A: Oksijen tüketimi, B: Kalp atım Hızı, (Defans =13, Orta Saha = 13, Forvet = 11).

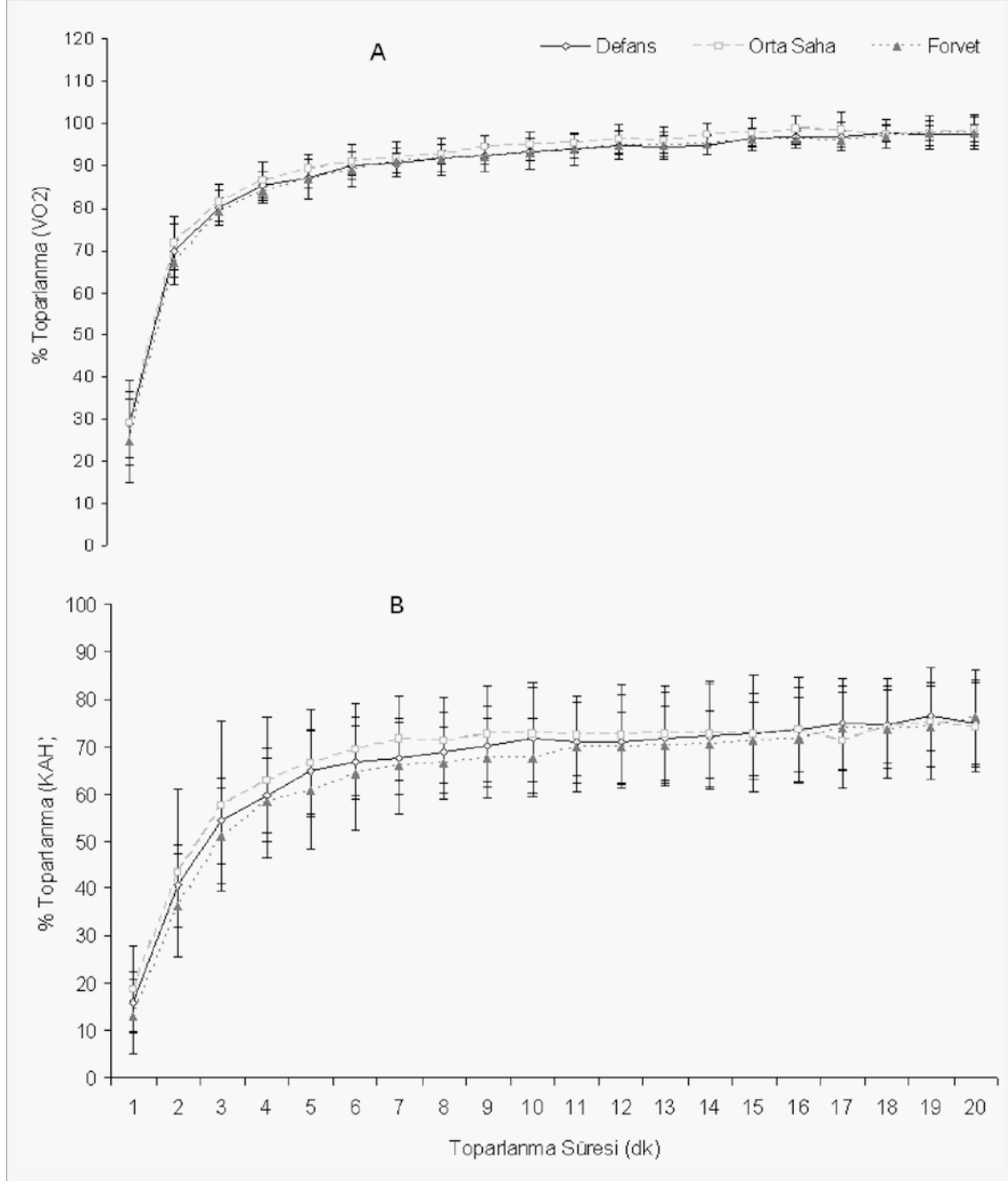
kil 2'de gösterilmiştir. Şekil 1-A'da görüldüğü gibi, tüm mevkilerdeki oyuncuların dinlenik VO<sub>2</sub>'leri benzer düzeydedir. Wingate testi süresince ortalama VO<sub>2</sub> değerleri arasında da anlamlı fark yoktur ( $p>0.05$ ). VO<sub>2</sub> açısından toparlanma periyodunun birinci dakikasında defans, orta saha ve forvet mevkilerindeki oyuncuların toparlanma yüzdeleri sırasıyla %28.7, %29.2 ve %25 olarak tespit edilirken, ikinci dakikada bu değerler sırasıyla %69.8, %71.6 ve %67.2, üçüncü dakikada ise sırasıyla %80.1, %81.3 ve %79.2 olarak belirlenmiştir (Şekil 2-A). İlk üç dakikadaki toparlanma değerlerine göre defans ve orta saha oyuncularının toparlanma hızı forvet oyuncularından bir miktar

yüksek olmakla birlikte bu farklar istatistiki açıdan anlamlı bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Daha sonraki periyotlarda ise toparlanma hızı açısından tüm mevkilerdeki oyuncuların değerleri yaklaşık olarak benzer bulunmuştur ( $p>0.05$ ).

Şekil 1-B ise, dinlenik, test süresince ve test sonrası toparlanma periyodunun her bir dakikası için ortalama KAH değerlerini göstermektedir. Dinlenik KAH değerleri açısından mevkiler arasında anlamlı fark yoktur ( $p>0.05$ ). Test süresince belirlenen ortalama KAH değerleri açısından ise defans ve forvet oyuncularının değerleri orta saha oyuncularından sırasıyla 6 atm/dk ve 3 atm/dk yüksek olmakla beraber mevkiler arasındaki fark anlamlı bulunmamıştır

( $p>0.05$ ). Yüklendikten birinci dakika sonunda defans, orta saha ve forvet oyuncularının KAH değerleri açısından toparlanma yüzdeleri sırasıyla %16.0, %18.6 ve %13.0 iken ikinci dakika sonunda toparlanmanın sırasıyla %40.6, %43.3 ve %36.4'ü gerçekleşmiştir. Üçüncü dakika sonunda ise bu de-

ğerler sırasıyla %54.4, %57.5 ve %51 olarak belirlenmiştir. Toparlanma yüzde değerleri açısından ise mevkiiler arasındaki fark önemsiz, ancak toparlanmanın yaklaşık 10. dakikasına kadar orta saha oyuncularının değerleri defans ve forvet oyuncularından bir miktar yüksektir ( $p>0.05$ ) (Şekil 2-B).



**Şekil 2.** Wingate testi sonrasında VO<sub>2</sub> ve KAH değerlerine ilişkin toparlanma yüzdesi, A: Oksijen tüketimi, B: Kalp atım hızı, (Defans =13, Orta Saha = 13, Forvet = 11).

Şekil 3'de görüldüğü gibi dinlenik LA konsantrasyonları tüm mevkilerdeki oyunculara 1 mmol/L düzeyinde olup, mevkiler arası fark anlamsızdır ( $p>0.05$ ). Test sonu LA ortalaması açısından da mevkiler arasında anlamlı fark saptanmamıştır ( $p>0.05$ ). Toparlanma periyodunun 3. ve 6. dakikasında elde edilen LA konsantrasyonları tüm mevkilerdeki oyunculara test sonu LA'ya göre yükseliş göstermekle birlikte, 9. dakikadan itibaren düşüş sergilemektedir. Ayrıca, elde edilen zirve LA düzeyinin yarılanma süresi açısından defans, orta saha ve forvet oyuncularını arasındaki fark anlamlı değildir ( $p>0.05$ ; sırasıyla  $25.0 \pm 4.13$  dk,  $25.2 \pm 3.00$  dk ve  $26.3 \pm 3.96$  dk).

İstatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte ( $p>0.05$ ),  $VO_{2max}$  arttıkça  $LA_{ys}$  azalma eğilimi göstermektedir.  $LA_{ys}$  ile toparlanmanın birinci dakikasındaki  $VO_2$  zayıf ancak anlamlı negatif ilişkilidir ( $p<0.05$ ). Toparlanmanın farklı dakikalarındaki  $VO_2$  değerleri arasında orta seviyede, KAH değerleri arasında ise yüksek düzeyde ilişki bulunmuştur ( $p<0.01$ ).

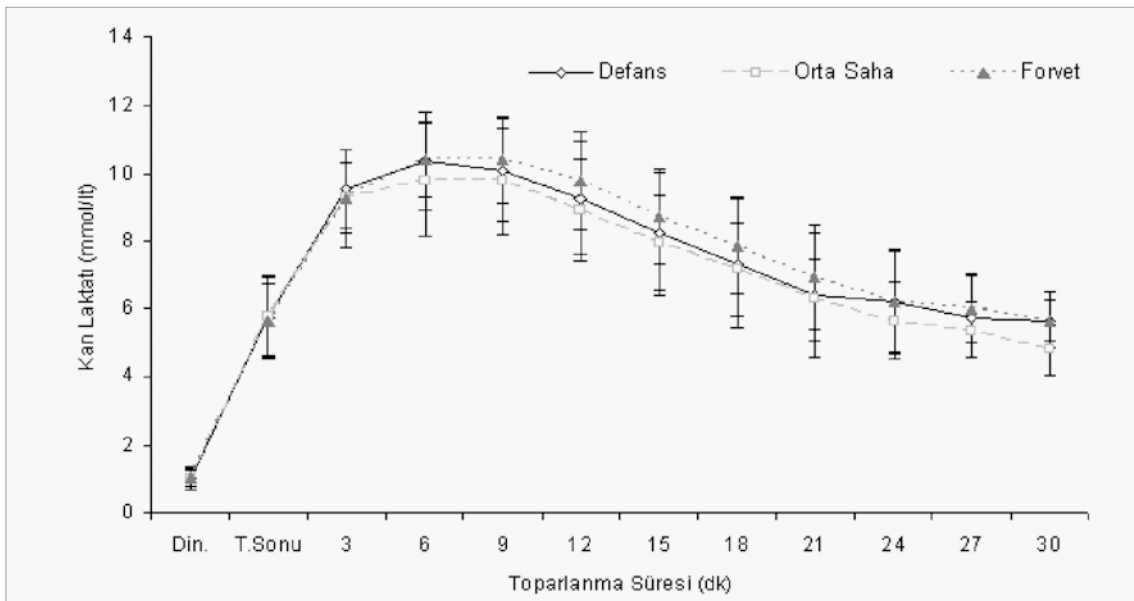
## TARTIŞMA

Bu çalışma genç futbolcularda 30 sn süren supramaksimum şiddette bir yüklenme ardından yüklenmeye bağlı olarak artış gösteren

$VO_2$ , KAH değişkenlerindeki toparlanma düzeyinin, pasif toparlanma esnasında kandan LA'nın uzaklaştırılma hızının ve aerobik kapasitenin defans, orta saha ve forvet mevkilerinde oynayan oyuncular için benzer olduğunu göstermiştir.

Değişik süreli maksimum sprint egzersizlerinde enerji sistemlerinin katkısı birçok çalışmada araştırılmıştır. 30 saniye Wingate testinde aerobik, anaerobik glikoliz ve fosfojen sistemin katkısı sırasıyla % 38, % 45 ve % 17 olarak ölçülmüştür (Spencer ve diğ., 2005). Değişik çalışmalarda Wingate testinde toplam enerji üretimine aerobik sistemin katkısının % 13 ile % 44 arasında değiştiği saptanmıştır (Gastin, 2001). Bu nedenle 30 saniye test süresince  $VO_2$  değerinde önemli artışlar meydana gelmektedir. Bu çalışmada genç futbolcularda Wingate testi süresince ortalama  $VO_2$  değeri mevkilerden bağımsız olarak  $39.27 \pm 4.29$  ml/kg/dk bulunurken, Colantonio ve diğ. (2003) elit yüzücü ve su topu oyuncularında ortalama  $VO_2$  değerini  $55.66 \pm 6.85$  ml/kg/dk olarak ölçmüşlerdir.

Genç futbolcularda bisiklet ergometresinde maksimum eforlu 30 saniye sprint sonrasında pasif toparlanma esnasında oksijen kinetiği, KAH ve laktik asitin kandan uzaklaştırılma hızının oynanan mevkiye göre değişmediği saptanmıştır ( $p>0.05$ ) (Şekil 2 ve 3). Benzer şekilde genç oyuncuların



Şekil 3. Dinlenik, test sonu ve toparlanma periyodunun her üç dakikalık bölümünde LA cevapları



**Tablo 2.** LA<sub>ys</sub>, VO<sub>2maks</sub> ve toparlanma periyodunun ilk üç dakikasında VO<sub>2</sub> ve KAH değişkenleri arasındaki ilişkiler.

	Metabolik Değişkenler	VO <sub>2maks</sub>	4mmol/L Koşu Hızı	LA <sub>ys</sub>	VO <sub>2</sub> toparlanma			KAH toparlanma	
					1.dak	2.dak	3.dak	1.dak	2.dak
VO <sub>2</sub> toparlanma	LA <sub>ys</sub>	-0,286	-0.005						
	1.dak	0,147	0.150	-0,419*					
	2.dak	0,018	0.137	-0,253	0.640**				
KAH toparlanma	3.dak	0.105	0.214	-0,286	0.380*	0.727**			
	1.dak	0.049	-0.005	-0.304	0.315	0.449**	0.377*		
	2.dak	0.113	0.139	-0.164	0.253	0.530**	0.607**	0.825**	
	3.dak	0.170	0.208	-0.141	0.167	0.342*	0.408*	0.745**	0.925**

VO<sub>2maks</sub>: Maksimum oksijen tüketimi, LA<sub>ys</sub>: laktat yarılanma süresi, VO<sub>2</sub>: oksijen tüketimi, KAH: kalp atım hızı, \* p<0.05, \*\* p<0.01

mevkiye bağlı olarak VO<sub>2maks</sub> değerleri arasında da anlamlı fark saptanmamıştır. Çeşitli çalışmalarda VO<sub>2maks</sub>'ın submaksimumdan supramaksimuma kadar olan değişik şiddetlerde yüklenmelerin ardından, toparlanma hızını etkileyen bir faktör olduğu belirtilmektedir (Tomlin ve Wenger, 2001; Ostajic ve diğ., 2011). Maksimal bir egzersizin ardından pasif toparlanma (sırt üstü yatar pozisyonda) periyodunun 1. dakikasındaki KAH cevaplarına VO<sub>2maks</sub>'ın etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, VO<sub>2maks</sub> değerleri 60 ml/kg/dk ve üzerinde olan bireylerde toparlanma hızı, VO<sub>2maks</sub> değeri 50 ml/kg/dk ve daha düşük olanlara göre daha yüksek bulunmuştur (Ostajic ve diğ., 2011). Kevin ve diğ. (1997), antrenmanlı ve antrenmansız bireyleri inceledikleri çalışmada, VO<sub>2maks</sub> değerleri daha yüksek olan antrenmanlı grubun submaksimum egzersizi takip eden hızlı toparlanma periyodunda VO<sub>2</sub> ve KAH değerlerindeki düşüş hızının daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Diğer bir çalışmada ise, 9 hafta aerobik antrenman programı uygulanan sedanter bireylerde antrenman periyodu sonunda elde edilen egzersiz sonrası VO<sub>2</sub>, KAH ve pulmoner ventilasyondaki toparlanma hızı, antrenman öncesi döneme göre yüksek bulunmuştur (Hagberg ve diğ., 1980). Bu çalışmada VO<sub>2maks</sub> değerleri açısından mevkiiler arasında fark saptanmamış olması toparlanma hızlarının benzer olmasının nedeni olarak gör-

rülebilir. Diğer taraftan VO<sub>2</sub> ve KAH değişkenleri açısından özellikle toparlanmanın erken dönemlerinde elde edilen yüksek standart sapma değerleri ve toparlanma periyodunun ilk 3 dakikasındaki VO<sub>2</sub> ve KAH değerlerinin kendi içinde birbirleriyle orta-yüksek ilişki sergilemeleri toparlanma hızında mevki farklarından çok başlıca aerobik dayanıklılık olmak üzere bireysel farkların göz önüne alınması gerektiğini göstermektedir.

30 saniye maksimal eforlu sprint egzersizleri sonrasında ATP depolarının % 45'e kadar, kreatin fosfat depolarının % 60-80 oranında boşaldığı saptanmıştır (Spencer ve diğ., 2005). Egzersiz sonrası toparlanma süreci VO<sub>2</sub>'deki düşüşe bağlı olarak yavaş ve hızlı toparlanma fazları olmak üzere iki bölüm altında incelenmektedir (Powers ve Howley, 1997). Hızlı toparlanma fazı egzersizin sonlanmasını takiben 2 - 3 dakika içerisinde VO<sub>2</sub>'de gözlenen hızlı düşüşü içermektedir. Hızlı toparlanma periyodunda kastaki kreatin fosfat depolarının büyük bir bölümünün yenilendiği, kreatin fosfat'taki bu yenilenmenin biekspansiyel matematik modellemelerde bifazik olarak (hızlı ve yavaş) gerçekleştiği saptanmıştır (Bogdanis ve diğ., 1995). Kreatin fosfat depolarının tekrarlı olarak hızla yenilenmesi futbol gibi aktif ve pasif toparlanma ile ayrılan tekrarlı yüksek şiddetli aktiviteler içeren spor dallarında önemli bir özelliktir. Bu çalışmada, genç futbolcularda egzer-

siz sonrası ilk üç dakikadaki  $VO_2$  toparlanma hızı ile  $VO_{2maks}$  arasında anlamlı ilişki saptanmamıştır (Tablo 2). Yüksek şiddette egzersizi takiben, kreatin fosfat depolarının yenilenmesinde aerobik kapasitenin önemine ait bulgular çelişkili olmakla beraber, bir çok çalışmada kreatin fosfat'ın yenilenmesinin aerobik metabolizmaya bağlı olduğu gösterilmiştir (Quistorff ve diğ., 1993). Kreatin fosfat depolarının aerobik metabolizmaya bağlı olarak yenilenmesinin yanı sıra, artan vücut sıcaklığı, LA'nın gluconeogenesis yoluyla glikoza çevrilmesi ve egzersiz sırasında artan kan epinefrin ve norepinefrin konsantrasyonlarında egzersiz sonrasında  $VO_2$ 'nin dinlenik değerin üzerinde seyretmesinde temel nedenler olduğu kabul edilmektedir (Powers ve Howley, 1997). Bu çalışmada  $VO_2$  ve KAH değişkenlerine ilişkin toparlanma yüklenmenin ardından 20 dakika süresince takip edilmiş ve mevki farkından bağımsız olarak toparlanma döneminin ilk 3 dakikası içinde  $VO_2$ 'deki toparlanmanın  $80.2 \pm 3.93$  ve KAH'daki toparlanmanın  $54.5 \pm 12.98$ 'inin gerçekleştiği saptanmıştır. Toparlanmanın geri kalan 17 dakikalık bölümünde incelenen tüm değişkenlerin dinlenik duruma dönüş hızları yavaşlamış olmakla beraber,  $VO_2$  ve KAH değerlerinin 20. dakikanın sonunda halen dinlenik durumdan daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Literatürde, egzersiz süresince artan  $VO_2$  değerinin egzersiz sonrasında dinlenik duruma dönüş süresinin uygulanan egzersizin şiddeti ve süresine bağlı olarak 1 - 2 saatten 36 saate kadar uzayabildiği bildirilmektedir (Kevin ve diğ., 1997; Gore ve Withers, 1990).

Bu çalışma 30 sn süreli supramaksimum yüklenme ardından elde edilen zirve LA konsantrasyonunun mevkiler arasında benzer olduğunu göstermiştir. Bunun yanında, yüklenme sonrasında pasif toparlanma döneminde defans, orta saha ve forvet oyuncularının  $LA_{ys}$  değerleri arasındaki fark da anlamlı bulunmamıştır (sırasıyla  $25.0 \pm 4.13$  dk,  $25.2 \pm 3.00$  dk ve  $26.3 \pm 3.96$  dk).  $VO_{2maks}$  ve 4 mmol/L LA konsantrasyonundaki koşu hızı değerleri açısından da mevkiler arasındaki farkların anlamlı olmaması, benzer LA eliminasyon hızını açıklayabilir. Thomas ve diğ. (2004), LA'nın kandan uzaklaştırılma oranının kasların oksidatif kapasitesi ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir. Ancak, bu çalışmada olduğu gibi diğer bir çalışmada da  $VO_{2maks}$  LA eliminasyon hızı ile ilişkili bulunmamıştır (Tomlin ve Wenger, 2001).

Bu çalışmada iki değişkenin ilişkili bulunmamasında araştırma grubundaki sporcuların aerobik antrenmanlılık düzeylerinin birbirlerine çok yakın olması rol oynamış olabilir. Diğer taraftan, bu çalışmada pasif toparlanma protokolü uygulanmış olması da sonuçlar üzerinde etkili olmuş olabilir. Aerobik antrenmanlılık düzeyi, LA toparlanma hızı üzerine etki eden bir faktör olmasına rağmen dayanıklılık ve sprint sporcularının pasif toparlanmada LA eliminasyon hızları benzer bulunmuştur (Tautou ve diğ., 1996). Tomlin ve Wenger (2001) ise, 4 mmol/L LA konsantrasyonundaki  $VO_2$  değeri ile toparlanma hızı arasında kuvvetli ilişki ( $r = 0.94$ ) olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada ise, 4 mmol/L LA koşu hızı değerleri ile  $LA_{ys}$  arasındaki ilişkili anlamlı değildir. Wingate testi sonrası LA eliminasyon hızını farklı mevkilerdeki futbolcular arasında karşılaştıran bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak, bu çalışmada futbolculardan elde edilen  $LA_{ys}$ , Karlı ve diğ. (2007)' nin elit güç sporcularından elde ettikleri değerden daha kısa (30.6 dakika), Gupta ve diğ. (1996) dayanıklılık sporcularında elde ettikleri değerlerinden ise daha uzun bulunmuştur (21.5 dakika).

Sonuç olarak, supramaksimum bir yüklenme sonrasında benzer aerobik antrenmanlılık düzeyine sahip defans, orta saha ve forvet oyuncularının  $VO_2$ , KAH ve  $LA_{ys}$  açısından toparlanma hızları benzer bulunmuştur. Bunun yanında, yüklenme periyodunu takip eden ilk 3 dakika içerisinde mevkiden bağımsız olarak KAH'ın aksine  $VO_2$  açısından toparlanmanın büyük bölümü tamamlanmıştır. Bu çalışmada elde edilen toparlanma hızının interval çalışmalarda performans ve yüklenme kalitesinin korunması açısından yeterli olup olmadığının incelenmemiş olması, çalışmanın temel sınırlılığını oluşturmaktadır. Supramaksimum yüklenmelerin ard arda yapıldığı bir çalışma dizaynında toparlanma hızı ve her bir tekrardaki performans devamlılığı ile aerobik kapasite arasındaki ilişkiler incelenebilir.

#### **Yazışma Adresi (Corresponding Address):**

Dr. Alper ASLAN  
Mustafa Kemal Üniversitesi,  
Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu,  
31000, Serinyol, Antakya  
Email: alperaslan72@gmail.com

## KAYNAKLAR

1. **Aslan A.** (2007). Futbolda Oyun Dinamiklerinin İncelenmesi ve Değerlendirilmesi. Yayımlanmamış Doktora Tezi. Hacettepe Üniversitesi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
2. **Bangsbo J.** (1994). The physiology of soccer: with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiologica Scandinavica*, 15 Suppl, 619, 1-156.
3. **Boçdanis GC, Nevill ME, Boobis LH, Lakomy HK, Nevill AM.** (1995). Recovery of power output and muscle metabolites following 30 s of maximal sprint cycling in man. *Journal of Physiology*, 482 (2), 467-480.
4. **Colantonio E, Barrozi RV, Kiss MAP.** (2003). Oxygen uptake during Wingate tests for arms and legs in swimmers and water polo players. *Revista Brasileira de Mediano do Esporte*, 9(3), 141-144.
5. **Fitzsimons M, Dawson B, Ward D.** (1993). Cycling and running test of repeated sprint ability. *Australian Journal Science Medicine and Sport*, 25, 82 - 87.
6. **Gastin PB.** (2001). Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Medicine*, 31(10), 725-741.
7. **Gore CJ, Withers RT.** (1990). Effects of exercise intensity and duration on postexercise metabolism. *Journal of Applied Physiology*, 68(6), 2362-2368.
8. **Gupta S, Goswami A, Sadhukhan AK, Mathur DN.** (1996). Comparative study of lactate removal in short term massage of extremities, active recovery and a passive recovery period after supramaximal exercise sessions. *International Journal of Sports Medicine*, 17(2), 106 -110.
9. **Güvenc A, Acıkada C, Aslan A, Ozer, K.** (2011). Daily physical activity and physical fitness in 11-to 15-year-old trained and untrained Turkish boys. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10, 502-514.
10. **Hagberg JM, Hickson RC, Ehsani AA, Holloszy JO.** (1980). Faster adjustment to and recovery from submaximal exercise in the trained state. *Journal of Applied Physiology*, 48, 218-224.
11. **Hazır T.** (2000). Aerobik Dayanıklılığın Değerlendirilmesinde Mekik Koşusunun Güvenirliği ve Geçerliliği. Yayımlanmamış Doktora Tezi. Hacettepe Üniversitesi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
12. **Al-Hazza HM, Almuzaini KS, Al-Refae SA, Sulaiman MA, Dafterdar MY, Al-Ghamedi A, Al-Khurajji KN.** (2001). Aerobic and anaerobic power characteristics of Saudi elite soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical. Fitness*, 41 (1), 54 - 61.
13. **Karlı U, Güvenc A, Aslan A, Hazır T, Açıkada C.** (2007). Influence of Ramadan fasting on anaerobic performance and recovery following short time high intensity exercise. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6, 490 - 497.
14. **Kevin RS, Darlene AS.** (1997). Excess postexercise oxygen consumption and recovery rate in trained and untrained subjects. *Journal of Applied Physiology*, 83, 153-159.
15. **Kuzon WM, Rosenblatt JD, Huebel SC, Leatt P, Plyley MJ, McKee NH ve diğ.** (1990). Skeletal muscle fiber type, fiber size, and capillary supply in elite soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 11, 99 - 102.
16. **Lohman TG, Roche AF, Martorell R.** (1991). *Anthropometric standardization reference manual*. Champaign, IL: Human Kinetics.
17. **Mohr M, Krustrup P, Bangsbo J.** (2003). Match performance of highstandart soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 21, 519 - 528.
18. **Inbar O, Bar-Or O, Skinner JS.** (1996). *The Wingate Anaerobic Test*, Human Kinetics, Champaign, IL.
19. **Ostajic SM, Stojanovic, MD, Calleja, GJ.** (2011). Ultra short-term heart rate recovery after maximal exercise: relations to aerobic power in sportsmen. *The Chinese Journal of Physiology*, 54(2), 105-110.
20. **Powers S, Howley E.** (1997). *Exercise Physiology*. Dubuque: Brown and Benchmark Publishers.
21. **Quistorff B, Johansen L, Sahlin K.** (1993). Absence of phosphocreatine resynthesis in human calf muscle during ischaemic recovery. *The Biochemical Journal*, 291(3), 681-686.
22. **Spencer M, Bishop D, Dawson B, Goodman C.** (2005). Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities specific to field-based team sports. *Sports Medicine*, 35(12), 1025 -1044.
23. **Stolen T, Chamari K, Castagna C, Wisloff U.** (2005). Physiology of soccer: An update. *Sports Medicine* 35(6), 501 - 536.
24. **Stupnicki R, Gabrys T, Szmatlan UG, Tomaszewski P.** (2010). Fitting a single-phase model to the post-exercise changes in heart rate and oxygen uptake. *Physiological Research*, 59, 357- 362.
25. **Taoutaou Z, Granier P, Mercier B, Mercier J, Ahmaidi S, Prefaut C.** (1996). Lactate kinetics during passive and partially active recovery in endurance and sprint athletes. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 73(5), 465-470.
26. **Thomas C, Sirvent P, Perrey S, Raynaud E, Mercier J.** (2004). Relationships between maximal muscle oxidative capacity and blood lactate removal after supramaximal exercise and fatigue indexes in humans. *Journal of Applied Physiology* 97(6), 2132-2138.
27. **Tomlin DL, Wenger HA.** (2001). The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports Medicine*, 31(1), 1-11.
28. **YSI Life Sciences.** (2003). YSI 1500 Sport Operating Manuals, Yellow Springs, Ohio 45387 USA.