



Futbolda farklı saha zeminlerinin kas hasarı üzerine etkisi

Aydın KARABULAK¹ , Cem Sinan ASLAN² 

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Rektörlük

²Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi

Araştırma Makalesi/Research Article	DOI:10.5281/zenodo.8054557
Gönderi Tarihi/Received: 21.12.2022	Kabul Tarih/Accepted: 15.05.2023
	Online Yayın Tarihi/Published: 20.06.2023

Özet

Bu çalışmanın amacı, futbolda farklı saha zeminlerinin kas hasarı üzerine olan etkisinin incelenmesidir. Çalışmaya, ortalama yaşları 21,63 yıl olan 19 erkek futbolcu katılmıştır. Çim ve sentetik zeminde antrenman yaptırılan sporculardan antrenman öncesi, antrenmanın hemen sonrası, antrenmanın 24 ve 72 saat sonrası olmak üzere toplamda sekiz kez kan alınarak zemin değişkenine göre antrenmanda oluşan kas hasarı değerlendirilmiştir. Kas hasarının tespitinde, kreatin kinaz (CK), laktat dehidrogenaz (LDH), aspartat aminotransferaz (AST) ve troponin T (TnT) belirteçleri kullanılmıştır. Ölçümlerden elde edilen verilerin karşılaştırılması için Friedman ve Wilcoxon testleri kullanılmıştır. Tüm istatistiksel hesaplamalarda SPSS 26 programı kullanılmış ve yanılma düzeyi 0,05 olarak kabul edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, LDH, AST, CK ve TnT seviyelerinde kendi içinde hem çim hem de sentetik zeminde zaman aralıklarında anlamlı fark gözlenmiştir. Zeminler, zaman aralıkları içinde, birbirleriyle karşılaştırıldıklarında LDH'nin 24 saat sonraki değerlerinde ve TnT için antrenman öncesi ve 72 saat sonraki değerlerinde anlamlı bir farklılık gözlenmişken ($p < 0,05$), diğer zamanlar arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p > 0,05$). Sonuç olarak; çim ya da sentetik sahada yapılan antrenmanların her ikisinin de kas hasarına neden olduğunu ancak LDH, CK ve AST için sentetik zeminde yapılan antrenman sonrasında toparlanmanın çim zemine göre daha çabuk gerçekleştiği, TnT için ise çimde yapılan antrenmaların daha avantajlı olabileceğini görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Futbol, kas hasarı, saha zeminleri

The effect of different field grounds on muscle damage in soccer

Abstract

The aim of this study is to examine the effect of natural and artificial turf fields on muscle damage. A total of 19 male football players with a mean age of 21.63 years participated in the study. A total of eight blood samples were taken from the athletes trained on grass and synthetic ground, before training, immediately after training, 24 and 72 hours after training, and muscle damage after training was evaluated according to the field floor variable. In the detection of muscle damage, creatine kinase (CK), lactate dehydrogenase (LDH), aspartate aminotransferase (AST) and troponin T (TnT) markers were used. Friedman and Wilcoxon tests were used for comparisons of the data obtained from the measurements. All statistical calculations were made using the SPSS 26 package program and the error level was accepted as 0.05. According to the results obtained, significant differences were observed in the LDH, AST, CK and TnT levels in time intervals both on turf and synthetic ground ($p < 0.05$). When the field grounds were compared with each other in time intervals, a significant difference was observed in the values of LDH after 24 hours and for TnT before and 72 hours after training ($p < 0.05$), but no significant difference was observed between other times. In conclusion; the analyzes of the obtained data show that both trainings on turf and synthetic field cause muscle damage, but for LDH, CK and AST, which are indicators of muscle damage, recovery occurs faster after training on synthetic ground than on turf. And also, at the point of recovery for TnT, training on grass ground can be claim to be advantageous than synthetic field.

Keywords: Football, muscle injury, field grounds

Sorumlu Yazar/Corresponded Author: Aydın KARABULAK, **E-posta/e-mail:** aydinkarabulak@sdu.edu.tr

Bu makale; Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü bünyesinde, danışmanlığını Doç. Dr. Cem Sinan Aslan'ın yaptığı Aydın Karabulak'a ait aynı adlı doktora tezinden üretilmiştir.

The Extended English Abstract is located the end of the Article.

GİRİŞ

Futbolcuların yıl içerisinde yaptıkları antrenman ve maçlar oldukça yüksek sayılara ulaşmaktadır. Bu durum ise yüksek antrenman şiddetleri ve volümleri ile birleşerek futbolcuların zorlanmasına neden olmakta ve genellikle çeşitli spor yaralanmaları yaşamalarına yol açmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri'nde yer alan Ulusal Sporcu Sakatlıkları Kayıt Sistemi (NAIRS) spor yaralanmasını, yaralanmaya maruz kalan sporcunun yaralanma yaşadktan sonraki gün müsabaka ya da antrenmana katılamama durumu olarak tanımlar (McGuine ve ark., 2011). Maçlar sırasında, ani durmalar ve hareket yönündeki ani değişiklikler gibi birçok aktivite, oyuncular arasındaki fiziksel temasla birlikte kas hasarına ve lokal enflamasyona neden olabilir ve bunun sonucunda oyuncular sıklıkla maçtan sonraki günlerde belirgin kas ağrıları ve performans düşüklüğü yaşayabilirler (Thompson ve ark., 1999; Krstrup ve ark., 2006; Thorlund ve ark., 2009).

Antrenman ve maçlardan sonra egzersize bağlı kas hasarı (EIMD) ve gecikmiş kas ağrısı (DOMS) meydana gelmektedir. EIMD, yüksek eksantrik bileşenli aktiviteleri takiben sık görülen bir durumdur (Douglas ve ark., 2017). Özellikle, sprintlerden sonra veya bir şutun sonlanması sırasındaki yavaşlamalar ve durmalar bacak kaslarına zarar verebilir (Phomsoupha ve ark., 2018). EIMD hem antrenman hem de bir maçtan sonra 14 güne kadar ortaya çıkan semptomlarla karakterizedir ve bu durum sporcu için fonksiyonel kapasite kaybı, iskelet kası fonksiyonu kaybı ve ağrı ile sonuçlanır (Byrne ve ark., 2001). Sporcu için EIMD'nin sonuçları, egzersiz kapasitesinin düşmesi ve kuvvet üretimi konusunda sıkıntı yaşanmasıyla beraber (Marcora & Bosio, 2007; Twist & Eston, 2009) rahatsız edici bir duruma yol açar. Bu semptomların büyüklüğü, zaman süreci ve bunların performans üzerinde sonradan meydana gelen etkileri değişkendir (Douglas ve ark., 2017). Kas fonksiyonundaki EIMD ile ilişkili kayıplar ve kas ağrısındaki artışlar performans düşürme potansiyeli nedeniyle sporcular için önemlidir (Owens ve ark., 2019).

Genelde kasta artan laktat konsantrasyonunun sebep olduğu DOMS, antrenman yapmayı engelleyen kas ağrısı, sertlik ve gerginlik yaratarak sporcuların verimini düşürebilir. Kas ağrıları, vücudun belirli bir faaliyete katılımını sınırlandırması ve buna bağlı olarak performansı sınırlandırması için negatif bir geri besleme döngüsünü temsil edebilir (Knicker ve ark., 2011). Kas fizyologları, yorgunluğu genellikle kas kuvvetinin azalması olarak tanımlamış ve bunun bir sporcunun yavaşlamasına neden olduğu sonucuna varmışlardır. Buna karşılık, egzersiz bilimciler ise müsabaka sırasındaki yorgunluğu, bütünsel olarak performans azaltılmış bir egzersiz bozukluğu olarak tanımlarlar (Knicker ve ark., 2011).

Maçlar sırasında, oyuncular arasındaki fiziksel temasa ek olarak gerçekleşen ani duruşlar ve farklı yöndeki ani hareket değişiklikleri, vb. birçok aktivitenin kas hasarı ve lokal enflamasyon yaratabilmesinin nedeni, bu tip aktivitelerin yeterince yüksek eksantrik bir bileşene sahip olması ile açıklanabilir. Genel olarak eksantrik kasılmanın konsantrik kasılmaya göre daha fazla kas hasarına neden olduğu kabul edilmektedir. Örneğin Armstrong ve arkadaşları (1983), eksantrik kasılmanın neden olduğu zararın diğer kasılmalardan daha fazla olması ve özellikle iskelet kası liflerinde lokal yaralanmaya neden olmasının muhtemel olduğunu söylemektedir.

Egzersiz yapıldıktan sonra kas hücrelerinde küçük de olsa hasar oluşmaktadır ve oluşan bu durum fizyolojide mikro travma, mikro yaralanma ve kas hasarı olarak ifade edilmektedir (Smith & Miles, 2000). Yüksek şiddette veya alışılmadık türde bir egzersizin sonrasında iskelet kası hasarı meydana gelir (Demirel, 2002) ve konsantrik ya da eksantrik kasılmayı içeren aktiviteler, kas hasarı bakımından farklı sonuçlar ortaya çıkarır (Schoenfeld, 2016). Hasarın oluşum anında egzersiz süresi, kas boyunun uzama hızı ve zirve kuvvet gibi kasılmayı etkileyen bazı kasılma özellikleri hasarın boyutunu belirlemek için ön bilgiler verir (Donnelly ve ark., 1992). Egzersizin türü, kapsamı ve yoğunluğu, sporcunun fiziksel yapısı, antrenmanlı olup olmaması ve yaşı, o anki hava koşulları, içinde bulunulan iklim şartları, zemin, sporcunun aşırı zorlanması ya da yorgunluğu, ısınmanın amaca göre ve yeterli şekilde yapılmaması ise spor yaralanmalarının meydana gelmesine neden olan faktörlerdir (Heipertz, 1985).

Kas hasarının belirlenmesi için, temel olarak “Direkt ve indirekt yöntemler” olmak üzere iki yöntem kullanılır. İskelet kas biyopsisi ve Manyetik Rezonans görüntüleme (MRI) teknikleri direkt yöntemlerdir ve tatbik edilmesi zordur. Direkt yöntemlere nazaran indirekt yöntemler daha düşük maliyetli olup aynı zamanda kas hasarı ile ilgili önemli bilgiler verir. İndirekt yöntemlere örnek olarak, kasa ait spesifik bazı enzim ve proteinlerin kandaki seviyelerinin analizleri verilebilir (Stupka ve ark., 2001; Clarkson & Hubal, 2002). İskelet kasında oluşan hasarın değerlendirilmesinde Laktat Dehidrojenaz (LDH), Kreatin Kinaz (CK), Aspartat Aminotransferaz (AST) gibi enzimlerin yanı sıra Troponin (TnT) ve Miyogloblin (Myb) gibi proteinlerin serum içeriğindeki değişiklikleri de değerlendirilmektedir (Clarkson & Hubal, 2002; Totsuka ve ark., 2002). Kas ağrısı, azalmış güç, artmış kreatin kinaz, miyogloblin, aspartat aminotransferaz ve laktat dehidrojenaz seviyeleri kas hasarının en önemli göstergeleridir (Nybo ve ark., 2013).

Egzersize bağlı kas hasarını ve gecikmiş kas ağrısını azaltmak için antrenman yöntemleri kadar saha zeminleri de önemlidir. Sentetik çim zeminlerle ilgili yapılan ilk çalışmalar, birinci

ve ikinci nesil sentetik zeminlerde zorlama nedeniyle meydana gelen spor yaralanmalarının kayda değer olduğunu işaret ediyorken, üçüncü nesil sentetik çim zeminlerde yer alan şok emici özellik sayesinde bu tip yaralanmaların azalması ön görülse de daha sonraki çalışmalarda elde edilen sonuçlar incelendiğinde, bu konuda kayda değer ilerlemelerin gerçekleşmediği görülmüştür. Futbol sahalarında meydana gelen ve özellikle sürtünmeye bağlı yaralanmalar sentetik çim zeminlerde daha çok yaşanmaktadır. Meyers ve Barnhill (2004), çalışmaları sonucunda; sentetik çim zeminin sprint sırasında veya oyuncu teması olmadan koşarken daha yüksek bir yaralanma oranı gösterdiğini belirlemişlerdir. Son zamanlarda sentetik zeminlerdeki iyileştirmeler yaralanma sayısını azaltsa da hangi zeminin daha az hasar bıraktığı tartışması sürmektedir. Doğal çim zeminlerinin yapımı ve bakım masrafları düşünüldüğünde sentetik zeminler çok iyi bir alternatif olarak görülmektedir ve de iklim şartları ve bakım masrafları nedeni ile sentetik zeminlerin kullanım sıklığı daha da artmaktadır. Ancak, maddi avantajlara ek olarak sporcu sağlığı ve egzersize bağlı kas hasarı açısından da zemin etkileri değerlendirilmelidir. Doğal çim ve sentetik çim zeminlerde gerçekleştirilen antrenmanlar ile ne tip hasarlar ve kas ağrılarının oluştuğunu bilmek hangi zeminde hangi antrenman ya da yüklenme çeşitlerinin yapılması gerektiği konusunda antrenörleri yönlendirecektir. Buradan yola çıkarak, bu çalışmanın amacı; futbolda farklı saha zeminlerinin futbolcularda meydana gelen kas hasarı üzerine olan etkilerini incelemektir.

YÖNTEM

Araştırma modeli

Bu araştırma tanımlayıcı modelde tasarlanmış ve kesitsel özellik taşımaktadır.

Araştırma grubu

Başlangıç aşamasında, bu araştırmaya aktif olarak amatör seviyede futbol oynayan 21 erkek futbolcu katılmıştır. Ölçümler alınmadan önce, çalışmaya dâhil edilen bireylere onam formları imzalatılmıştır. Herhangi bir akut veya kronik hastalığı olan ve bunlara bağlı düzenli olarak ilaç kullanan bireyler çalışmaya dahil edilmemiştir. Araştırma, Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan izin alındıktan sonra (Karar numarası: 2020 ve 18/263) yapılmıştır. Çalışma başladıktan sonra Covid-19 pozitif olan 1 futbolcu ve testlerin bir kısmına katılmamasından dolayı 1 futbolcu daha çalışmadan çıkartılmış ve çalışma 19 futbolcu ile tamamlanabilmiştir.

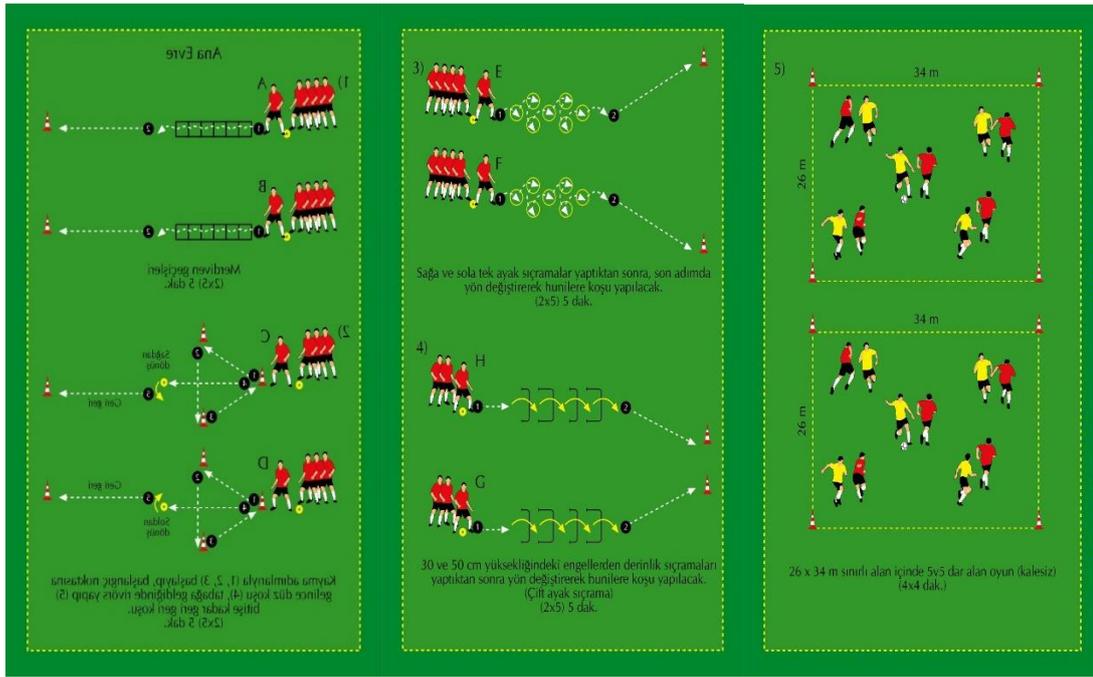
Veri toplama araçları

Futbolcular, FIFA'nın belirlediği standartlara uyan, aynı çevresel (İklim, sıcaklık, nem, rakım, vb.) şartlarda yer alan, doğal çim zemin ve sentetik çim zemine sahip olan iki ayrı futbol

sahasında gerçekleştirilen, egzersiz şiddeti, süresi, sıklığı ve volümü açısından aynı içerikteki 1'er adet antrenmana maruz bırakılmıştır. Antrenman öncesi, antrenmanın bitiminden hemen sonra, antrenman bitiminden 24 ve 72 saat sonra olmak üzere katılımcılardan toplamda sekiz kez kan alınarak, antrenman ile oluşan kas hasarı saha zemini değişkenine göre değerlendirilmiştir.

Katılımcılardan alınan kanlar spora dizilip, özel olarak kan taşımak için üretilmiş çantalarda laboratuvara ulaştırılmıştır. Numuneler, oda ısısında 30 dk pıhtılaşmada kaldıktan sonra laboratuvara ulaştırılmış ve direkt olarak santrifüj edilmiştir. Bir hemşire tarafından bazal düzeylerin belirlenmesi amacıyla, katılımcıların kol veninden 10 ml kan numunesi alınmıştır. Her bir serum örneği ependorflara yedeklenerek (5 yedek) çalışılıncaya kadar -80°C 'de saklanmıştır. Alınan kan numunelerinden Kreatin Kinaz (CK), Laktat Dehidrogenaz (LDH), Aspartat Amino Transferaz (AST) ve Troponin T (TnT) değerlerine bakılmıştır. Parametreler SDÜ Tıp Fakültesi Tıbbi Biyokimya Laboratuvarında Biyokimya otoanalizöründe spektrofotometrik yöntemle çalışılmıştır. Serum Aspartat Aminotransferaz (AST), Kreatin Kinaz (CK), Kreatin kinaz-MB (CKMB), Laktat Dehidrogenaz düzeyleri Beckmann Coulter AU 5800 otoanalizörü (Beckmann Coulter, Amerika) ile cihaza uyumlu ticari kit kullanılarak spektrofotometrik yöntemle ölçülmüştür. Serum hs Troponin T düzeyleri Roche Cobas 6000 e601 (Hitachi High Technologies Corporation, Tokyo, Japonya) cihazıyla cihaza uygun ticari kitler kullanılarak elektrokemilüminesans (ECL) yöntemiyle çalışılmıştır.

Çim ve sentetik sahalarda farklı günlerde yapılan antrenmanlar günün aynı saat dilimi içerisinde gerçekleştirilmiştir. Her iki antrenmanda da yüklenme şiddeti, kapsamı, yoğunluğu ve süresi eşit olarak uygulanmıştır. Kalp atım hızı açısından yüklenme şiddetinin benzer olmasını sağlamak için, kalp atım hızını belirleyen WIMU Fit (İspanya) marka sporcu takip sistemi cihazı kullanılmıştır. Her iki zeminde antrenman yapan 19 futbolcunun kalp atım hızları çim saha için ortalama 140,21 atım/dk ve sentetik zemin için ortalama 139,94 atım/dk olarak belirlenmiştir.



Şekil 1. Uygulanan birim antrenman programı

Verilerin analizi

Elde edilen verilerin analizinde SPSS (Ver. 26) paket programında yer alan tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma testleri kullanılmıştır. Shapiro-Wilk testi sonuçlarına göre ölçümlerden elde edilen veriler normal dağılım göstermediğinden, verilerin karşılaştırılması için non-parametrik testler tercih edilerek Friedman ve Wilcoxon testleri kullanılmıştır. Güven aralığı %95 olarak seçilmiş, 0,05 ve altındaki değerler istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

BULGULAR

Çalışmaya 19 amatör erkek futbolcu katılmıştır. Katılımcıların yaş ortalamaları $21,63 \pm 1,11$ yıl, boy uzunlukları $179,26 \pm 5,78$ cm, vücut ağırlıkları $73,73 \pm 9,14$ kg ve antrenman yaşları $9,47 \pm 1,89$ yıl olarak belirlenmiştir. Ayrıca, antrenman boyunca takip edilen KAH ortalaması çim saha için 140,21 atım/dk, sentetik zemin için ise 139,94 atım/dk'dır ve iki zeminde tespit edilen KAH değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($Z = -1,680$; $p = 0,093$). Katılımcılardan elde edilen diğer tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları tablo halinde verilmiştir.

Tablo 1. Çalışmaya katılan futbolcuların çim zeminde 4 farklı zamandaki ldh, ck, ast ve tnt değerlerinin karşılaştırma sonuçları (friedman testi)

Değişken	Ölçüm zamanı	N	Sıralar Ortalaması	χ^2	p
LDH (UI/L ⁻¹)	AÖ	19	1,63	12,032	0,007*
	AS		2,95		
	24h		2,79		
	72h		2,63		
CK (UI/L ⁻¹)	AÖ	19	1,53	24,411	0,000*
	AS		2,74		
	24h		3,53		
	72h		2,21		
AST (UI/L ⁻¹)	AÖ	19	1,68	10,200	0,017*
	AS		2,84		
	24h		2,74		
	72h		2,74		
TnT (ng/ml ⁻¹)	AÖ	19	2,66	17,396	0,001*
	AS		3,16		
	24h		2,61		
	72h		1,58		

*p<0,05

AÖ=Antrenman Öncesi, AS=Antrenman Sonrası, 24h=Antrenmandan yirmi dört saat sonra, 72h=Antrenmandan yetmiş iki saat sonra.

Çim saha için 4 farklı ölçüm zamanında elde edilen LDH değerleri karşılaştırıldığında, değerler arasında anlamlı fark bulunduğu görülmüştür. Farkın hangi ölçüm zamanından kaynaklandığını anlamak için yapılan Wilcoxon Testi sonuçlarına göre; AÖ ile AS arasında ($Z=-2,575$; $p=0,010$) AS lehine, AÖ ile 24h arasında ($Z=-2,575$; $p=0,010$) 24h lehine, AÖ ile 72h arasında ($Z=-2,696$; $p=0,007$) 72H lehine anlamlı fark çıkmıştır. AS ile 24h, AS ile 72h ve 24h ile 72h arasında ise anlamlı bir fark çıkmamıştır.

Dört farklı zamanda elde edilen CK değerleri karşılaştırıldığında, değerler arasında anlamlı fark bulunmuştur. Wilcoxon Testi sonuçlarına göre; AÖ ile AS arasında ($Z=-3,662$; $p=,000$) AS lehine, AÖ ile 24h arasında ($Z=-3,139$; $p=0,002$) 24h lehine, AÖ ile 72h arasında ($Z=-1,972$; $p=0,049$) 72H lehine anlamlı fark çıkmıştır. Ayrıca AS ile 24h arasında ($Z=-2,173$; $p=0,030$) 24h lehine ve 24h ile 72h arasında ($Z=-2,455$; $p=0,014$) 24h lehine anlamlı fark çıkarırken, AS ile 72h arasında anlamlı bir fark çıkmamıştır.

AST için 4 farklı ölçüm zamanı arasında anlamlı fark çıkmıştır. Wilcoxon Testi sonuçlarına göre; AÖ ile AS arasında ($Z=-2,535$; $p=0,011$) AS lehine, AÖ ile 24h arasında ($Z=-2,294$; $p=0,022$) 24h lehine, AÖ ile 72h arasında ($Z=-2,374$; $p=0,018$) 72h lehine anlamlı fark

çıkmiştir. AS ile 24h arasında, AS ile 72h arasında ve 24h ile 72h arasında ise anlamlı bir fark çıkmamıştır.

TnT için de ölçüm zamanları arasında anlamlı fark çıkmıştır. 4 farklı zamanda elde edilen değerler karşılaştırıldığında; AÖ ile AS arasında ve AÖ ile 24h arasında anlamlı bir fark çıkmazken, AÖ ile 72h arasında ($Z= -2,499$; $p=0,012$) 72h lehine, AS ile 24h arasında ($Z= -2,058$; $p=0,040$) AS lehine, AS ile 72h arasında ($Z=-3,429$; $p=0,001$) AS lehine ve 24h ile 72h arasında ($Z= -2,504$; $p=0,012$) ise 24h lehine anlamlı fark çıkmıştır.

Tablo 2. Çalışmaya katılan futbolcuların sentetik zeminde 4 farklı zamandaki LDH, CK, AST ve TnT değerlerinin karşılaştırma sonuçları (Friedman testi)

Değişken	Ölçüm zamanı	N	Sıralar Ortalaması	χ^2	p
LDH (U/L ⁻¹)	AÖ	19	1,89	21,000	0,000*
	AS		3,58		
	24h		1,95		
	72h		2,58		
CK (U/L ⁻¹)	AÖ	19	1,58	24,032	0,000*
	AS		3,21		
	24h		3,21		
	72h		2,00		
AST (U/L ⁻¹)	AÖ	19	1,53	21,253	0,000*
	AS		3,26		
	24h		3,00		
	72h		2,21		
TnT (ng/ml ⁻¹)	AÖ	19	1,61	30,653	0,000*
	AS		3,74		
	24h		2,24		
	72h		1,42		

* $p<0,05$

AÖ=Antrenman Öncesi, AS=Antrenman Sonrası, 24h=Antrenmandan yirmi dört saat sonra, 72h=Antrenmandan yetmiş iki saat sonra.

Sentetik saha için 4 farklı ölçüm zamanında elde edilen LDH değerleri karşılaştırıldığında, değerler arasında anlamlı fark bulunduğu görülmüştür. Farkın hangi ölçüm zamanından kaynaklandığını anlamak için yapılan Wilcoxon Testi sonuçlarına göre; AÖ ile 24h arasında, AÖ ile 72h arasında ve 24h ile 72h arasında anlamlı bir fark çıkmazken, AÖ ile AS arasında ($Z= -3,058$; $p=0,002$) AS lehine, AS ile 24h arasında ($Z= -3,219$; $p=0,001$) AS lehine ve AS ile 72h arasında ($Z= -2,616$; $p=0,009$) AS lehine anlamlı fark çıkmıştır.

Dört farklı zamanda elde edilen CK değerleri karşılaştırıldığında, değerler arasında anlamlı fark bulunmuştur. Wilcoxon Testi sonuçlarına göre; AÖ ile AS arasında ($Z= -3,582$; $p=0,000$) AS lehine ve AÖ ile 24h arasında ($Z= -3,140$; $p=0,002$) 24h lehine anlamlı fark çıkarken AÖ ile 72h arasında fark çıkmamıştır. Ayrıca, AS ile 24h arasında fark çıkmazken AS

ile 72h arasında ($Z= -2,777$; $p=0,005$) AS lehine ve 24h ile 72h arasında ($Z= -2,213$; $p=0,027$) 24h lehine anlamlı fark çıkmıştır.

AST için 4 farklı ölçüm zamanı arasında anlamlı fark çıkmıştır. Wilcoxon Testi sonuçlarına göre; AÖ ile AS arasında ($Z= -3,582$; $p=0,000$) AS lehine, AÖ ile 24h arasında ($Z= -3,581$; $p=0,000$) 24h lehine ve AS ile 72h arasında ($Z= -2,294$; $p=0,022$) AS lehine anlamlı fark çıkmıştır. AÖ ile 72h, AS ile 24h ve 24h ile 72h arasında ise anlamlı bir fark çıkmamıştır.

TnT için de ölçüm zamanları arasında anlamlı fark çıkmıştır. TnT için 4 farklı zamanda elde edilen değerler karşılaştırıldığında; AÖ ile 24h arasında ve 24h ile 72h arasında anlamlı bir fark çıkmazken, AÖ ile AS arasında ($Z= -3,846$; $p=0,000$) AS lehine, AÖ ile 72h arasında ($Z= -2,024$; $p=0,043$) 72h lehine, AS ile 24h arasında ($Z= -3,615$; $p=0,000$) AS lehine ve AS ile 72h arasında ($Z= -3,271$; $p=0,001$) AS lehine anlamlı fark çıkmıştır.

Tablo 3. Çalışmaya katılan futbolcuların çim zemin ve sentetik zemindeki LDH, AST, CK ve TnT değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri ve karşılaştırma sonuçları (Wilcoxon Testi)

Değişkenler	Ölçüm Zamanı	Çim zemin Ortalama \pm ss	Sentetik zemin Ortalama \pm ss	Z	p
LDH(UI/L^{-1})	AÖ	169,58 \pm 23,88	164,96 \pm 26,74	-1,771	0,077
	AS	187,33 \pm 53,60	197,94 \pm 26,82	-1,248	0,212
	24h	191,24 \pm 53,52	165,91 \pm 24,90	-3,139	0,002*
	72h	190,83 \pm 42,57	173,40 \pm 24,15	-1,650	0,099
CK (UI/L^{-1})	AÖ	185,26 \pm 120,07	260,30 \pm 316,53	-,765	0,445
	AS	307,26 \pm 254,35	518,87 \pm 684,08	-,805	0,421
	24h	819,12 \pm 1826,58	412,98 \pm 322,46	-1,690	0,091
	72h	316,63 \pm 368,74	253,08 \pm 259,00	-,724	0,469
AST (UI/L^{-1})	AÖ	23,25 \pm 5,98	22,41 \pm 5,63	-1,610	0,107
	AS	25,83 \pm 6,19	28,55 \pm 7,24	-1,248	0,212
	24h	38,09 \pm 41,57	27,46 \pm 6,59	-,885	0,376
	72h	28,52 \pm 14,52	24,43 \pm 7,09	-1,046	0,295
TnT (ng/ml^{-1})	AÖ	,0055 \pm ,0022	,0042 \pm ,0020	-2,582	0,010*
	AS	,0068 \pm ,0033	,0072 \pm ,0025	-,679	0,497
	24h	,0050 \pm ,0008	,0046 \pm ,0013	-1,201	0,230
	72h	,0038 \pm ,0013	,0048 \pm ,0022	-2,658	0,008*

* $p<0,05$

AÖ=Antrenman Öncesi, AS=Antrenman Sonrası, 24h=Antrenmandan yirmi dört saat sonra, 72h=Antrenmandan yetmiş iki saat sonra.

Çim zemin ve sentetik zeminde yaptırılan antrenmanlar sonucunda elde edilen kan değerleri karşılaştırıldığında; antrenman öncesi, antrenman sonrası ve 72 saat sonrasında LDH değerleri açısından iki zemin arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$) fakat 24 saat sonrasında çim ve sentetik zeminlerden elde edilen değerler arasında çim

zemin lehine anlamlı bir fark çıkmıştır ($p < 0,05$). CK kan seviyeleri için 4 zaman aralığı arasında da anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p > 0,05$). Tüm zaman aralıklarında iki zemin arasında AST kan seviyeleri açısından anlamlı bir fark oluşmamıştır ($p > 0,05$). Yaptırılan antrenmanlar sonucunda, antrenman öncesi çim zemin lehine ve 72 saat sonrası sentetik zemin lehine TnT kan seviyeleri arasında anlamlı bir fark çıkarken ($p < 0,05$), antrenman sonrası ve 24 saat sonrası zaman aralığında TnT kan seviyeleri arasında anlamlı bir fark oluşmamıştır ($p > 0,05$).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Futbolda yüklenme kaynaklı kas hasarı atletik performansta düşüşe neden olur. Bu düşüş antrenörlerin istemediği bir durumdur. Özellikle ağır antrenmanlar sonucunda tekrar yüklenme yapabilmek için kas ağrısı, güç seviyeleri ve kuvvet düzeylerinin istenilen seviyede olması beklenmektedir. Futbol antrenmanı ve maçları esnasında dönüş, yön değiştirme, ani hızlanma ve ani duruşlar sıkça olmaktadır. Eksantrik ve konsantrik kas kasılmalarının beraber meydana geldiği durumlar sonradan ortaya çıkan kas ağrısına (DOMS) sebep olmaktadır. Özellikle de eksantrik kas kasılması mikro düzeyde egzersize bağlı kas hasarına (EIMD) sebep olmaktadır. Bu kas hasarı sonucunda da kas hasarının göstergelerinden, CK, AST, LDH ve TnT gibi biyokimyasal maddeler ve hormonlar kanda artmaktadır.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar incelendiğinde, futbol antrenmanı sırasında ve sonrasında inflamatuvar yanıtta sorumlu biyobelirteçlerde geçici bir artış olduğu görülmüştür. Sağlıklı sporculardaki bu artış, doku hasarının göstergelerinden ziyade yoğun fiziksel egzersize fizyolojik bir yanıt olarak açıklansa da futbolcularda bir kas hasarı oluşturmuştur. Analiz edilen 4 biyobelirteç, antrenmandan sonra ve iyileşme döneminde önemli değişiklikler göstermiştir. Bu değişiklikler incelendiğinde, çim ve sentetik zeminin her ikisinde de yapılan antrenmanlar sonucunda futbolcularda kas hasarı olduğu belirlenmiştir. Bu sonuca göre; uygulanan antrenmanların çim ya da sentetik zeminde yapılıyor olması futbolcularda kas hasarına yol açma açısından fark yaratmamaktadır. Hazar, Emre ve Gökdemir (2006), çalışmalarında; kuvvet antrenmanı sonrası kas ağrılarında anlamlı ölçüde artış olduğu ve bu artışların kas hasarı ile ilişkili olduğunu tespit etmişlerdir. Koç (2016), 24 erkek futbolcu üzerinde yaptığı çalışmada, egzersizden sonra kas hasarının olduğunu bildirmiştir. Clarkson ve Hubal (2002), çalışmaları sonucunda; eksantrik kasılmaların kas liflerine zarar verdiğini, kaslarda uzun süreli kuvvet kaybı, kasılma elemanlarının hasar görmesi, uyarma-kasılma bağlantısının bozulması ve iltihaplanma problemlerinin olduğunu bildirmişlerdir. Literatürde yer alan çalışmalarda elde edilen sonuçlara bakıldığında, bizim çalışmamızda elde edilen sonuçlarla benzerlik taşıyor denilebilir.

Futbolculardan iki farklı zeminde yapılan antrenmanlar ile dört farklı zaman diliminde elde edilen veriler incelendiğinde, kas hasarının belirteçleri olarak kabul LDH, CK, AST ve TnT’de antrenman öncesine göre farklılıklar meydana geldiği görülmüştür. LDH değerleri, çim zeminde yapılan antrenmandan sonra yükselmeye başlamış ve 72 saat sonrasında hala antrenman öncesi seviyeye dönememiştir. Sentetik zeminde ise antrenmandan hemen sonra en yüksek seviyesine ulaşmış ve 24 saat sonrasında antrenman öncesi seviyeye gerilemiştir. Literatürde yer alan benzer çalışmalarda, antrenman veya müsabakalardan sonra LDH seviyelerinin yükseldiğini ve bunun 2. günde de devam ettiğini ve 48 saat sonra azalmaya başladığını belirtilmiştir (Arakawa ve ark., 2016; Tokinoya ve ark., 2020). Literatürdeki benzer çalışma sonuçları bu çalışmada sentetik sahada elde edilen sonuçlara benzerlik gösterirken çim saha da elde edilen sonuçlara benzememektedir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, çim zeminde yapılan antrenmanlara göre sentetik zeminde yapılan antrenmanların, LDH değerlerinin antrenman öncesi seviyelere geri dönmesinde daha avantajlı olduğunu göstermektedir.

Çalışmamızda, AST değerlerinin her iki zeminde de antrenmandan hemen sonra artışı belirlenmiştir. Literatürde farklı spor branşlarında kas hasarı ile ilgili yapılan çalışmalarda, AST değerlerinde müsabaka sonrasında anlamlı artışların olduğu belirlenmiştir (Belli ve ark., 2018; Kaplan, 2019; Kılıç, 2010). Bu açıdan çalışmamızda elde edilen sonuçlar literatürle uyumludur. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar, AST değerinin çim zeminde 24 saat sonrasında en büyük seviyeye ulaştığını, 72 saat sonrasında bile antrenman öncesi seviyeye düşmediğini fakat sentetik zeminde antrenmandan hemen sonra en yüksek seviyeye ulaştığını, sonrasında düştüğünü ve 72 saat sonrasında ise antrenman öncesi seviyeye döndüğü belirlenmiştir. Buradan yola çıkarak; çim zeminde yapılan antrenmanlara göre sentetik zeminde yapılan antrenmanların, AST değerlerinin antrenman öncesi seviyelere geri dönmesi açısından daha avantajlı olduğunu göstermektedir.

Çalışmamızda, antrenmanlardan sonra CK seviyelerinin önemli ölçüde arttığını gözlemledik. Literatürde antrenman veya müsabaka öncesi ve sonrasında CK seviyelerini inceleyen araştırmalarda CK seviyelerinin ilk değerlerine göre arttığını ve buna bağlı kas hasarı yaşandığını belirtmişlerdir (Moreno ve ark., 2020; Nieman ve ark., 2005; Thorpe & Sunderland, 2012; Bok & Jukić, 2019; Carmona ve ark., 2019; Clarkson & Hubal, 2002). Elde edilen sonuçlar literatürle uyumludur. Çalışmamızda, CK seviyesinin çim zeminde en yüksek değere 24 saatte ulaştığını, sentetik zeminde ise antrenmandan hemen sonra en yüksek değere ulaştığını gözlemledik. Bu değerler antrenmandan 24 saat sonra azalmaya başlıyor olsa da çim zeminde

72 saat sonrasında bile antrenman öncesi değerlerden yüksek olduğu sentetik zeminde ise ancak antrenmandan 72 saat sonra antrenman öncesi seviyelere döndüğü görülmektedir. CK değerleri için toparlanma süresinin çim zemine göre sentetik zeminde yapılan antrenmanlarda daha kısa olduğu söylenebilir.

Çalışmamızda, her iki zeminde de troponin (TnT) seviyelerinin, antrenman öncesine göre istatistiksel olarak ancak 72 saat sonrasında farklı hale geldiği görülse de antrenmandan hemen sonra rakamsal olarak önemli ölçüde arttığını ve maksimum seviyesine ulaştığını gözlemledik. Literatürde, antrenmandan sonra yükselen TnT değerlerinin takip eden dört gün sonrasında başlangıç değerlerine düştüğü (Hottenrott ve ark., 2016; Urhausen ve ark., 2004; Mair ve ark., 1992; Paana ve ark., 2019; Middleton ve ark., 2008) bilgisi yer almaktadır ve bu anlamda bizim çalışmamızda elde edilen sonuçlar ile diğer çalışma sonuçları uyumludur. TnT değerleri çim zeminde antrenman öncesi, antrenman sonrası (maksimum seviyeye ulaşmış olsa da) ve 24. saatte istatistiksel karşılaştırma sonuçlarına göre benzer seviyelerde iken 72. saatte anlamlı düşüşe uğramış ve antrenman öncesi seviyenin altına inmiştir, sentetik zeminde ise; antrenman öncesi değerlere göre antrenman sonrası değerlerde anlamlı artış görülürken 24. saatte değerler antrenman öncesi değerlere yaklaşmış ve 72. saatte antrenman öncesine göre tekrar anlamlı derecede yükselmiştir. Bu sonuçlara göre; TnT açısından sentetik zeminde, çim zemine göre hem görülen değerler daha yüksek hem de antrenman sonrası toparlanma süresi daha uzundur. Bu durumda, TnT değerleri açısından çim zeminde yapılan antrenmanlar sentetik zemine göre daha avantajlıdır denilebilir.

Çim ve sentetik zeminde gerçekleştirilen antrenmanlardan elde edilen verilerin zaman aralıklarına göre karşılaştırılması yapıldığında; antrenman sonrasında LDH değerinin, istatistiksel olarak anlamlı olmasa da sentetik zeminde çim zeminden daha fazla arttığı belirlenmiştir. Yirmi dört saat sonraki değerlerde ise; çim zeminde elde edilen değerlerin sentetik zemine göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazla olduğu görülmüştür. Yetmiş iki saat sonraki değerlerde; istatistiksel olarak anlamlı olmasa da çim zemindeki LDH değerinin daha yüksek olduğunu görülmüştür. Bu sonuç, çim zeminde yapılan antrenmana göre sentetik zeminde yapılan antrenmanın LDH değerleri açısından, futbolcuların antrenman sonrası toparlanma sürelerini kısalttığını düşündürmektedir.

CK değerleri için çim ve sentetik zeminde gerçekleştirilen antrenmanlardan elde edilen verilerin zaman aralıklarına göre karşılaştırılması sonucunda iki zemin arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmasa da çim zemine göre sentetik zeminde antrenman sonrası CK seviyesindeki artış daha fazla olsa da düşüş de daha çabuk olmaktadır ve 72 saat sonunda CK

seviyeleri rakamsal olarak sentetik zeminde daha düşüktür ve antrenman öncesi seviyenin altına inmiştir. Bu da CK için sentetik zeminde toparlanmanın daha çabuk gerçekleştiğini akla getirmektedir.

AST değerlerinde hiçbir zaman aralığı için çim ve sentetik zeminler arasında istatistiksel olarak fark çıkmamıştır ancak antrenmanın hemen sonrasında sentetik zeminde yapılan antrenmanlar için rakamsal olarak artış çim zemine göre daha yüksekken, 24 saat sonrası değerlerde AST artışı çim zemin için çok daha fazladır. Bu sonuç AST için toparlanma açısından sentetik zeminde yapılan antrenmanların daha avantajlı olabileceğine işaret etmektedir.

TnT açısından karşılaştırma sonuçları incelendiğinde ise diğer 3 belirtecin aksine çim zeminde yapılan antrenmanlardan sonra TnT için toparlanmanın sentetik zemine göre daha çabuk gerçekleştiği görülmüştür.

Sonuç olarak; elde edilen verilerin analizleri, çim ya da sentetik sahada yapılan antrenmanların her ikisinin de kas hasarına neden olduğunu ancak kas hasarının göstergelerinden LDH, CK ve AST için sentetik zeminde yapılan antrenman sonrasında toparlanmanın çim zemine göre daha çabuk gerçekleştiği, TnT için ise çim zeminde yapılan antrenmaların daha avantajlı olabileceğini göstermiştir.

Öneriler

Bu sonuçlar ışığında; LDH, CK ve AST değerlerinin antrenman öncesindeki seviyeye dönmesi, sentetik zemine göre çim zeminde daha uzun sürdüğünden, toparlanmanın daha çabuk olabilmesi açısından, yapılacak yüksek şiddetli antrenmanlar için çim zemin yerine sentetik zeminler tercih edilebilir.

EXTENDED ABSTRACT

INTRODUCTION

After exercise, some of damage occurs in muscle cells. The resulting situation is expressed as micro-trauma, micro-injury and muscle damage in physiology (Smith & Miles, 2000). Skeletal muscle damage occurs after a high-intensity or unusual type of exercise (Demirel, 2002).

Basically, two methods, “direct and indirect methods”, are used to determine muscle damage. Skeletal muscle biopsy and Magnetic Resonance imaging (MRI) techniques are direct methods and difficult to apply. As indirect methods in the evaluation of skeletal muscle damage, changes in serum content of proteins such as troponin (TnT) and myoglobin (Myb) as well as enzymes such as lactate dehydrogenase (LDH), creatine kinase (CK), aspartate aminotransferase (AST) are also evaluated (Clarkson & Hubal, 2002; Totsuka et al., 2002). Muscle pain, decreased strength, increased creatine

kinase, myoglobin, aspartate aminotransferase and lactate dehydrogenase levels are the most important indicators of muscle damage (Nybo et al., 2013).

Field floors are as important as training methods to reduce exercise-induced muscle damage and delayed muscle soreness.

Field floors are as important as training methods to reduce exercise-induced muscle damage and delayed muscle soreness. Although recent improvements to synthetic floors have reduced the number of injuries, the debate over which floor does less damage continues. Knowing what types of damages and muscle pains occur with the trainings performed on natural grass and synthetic grass floors will guide the trainers about which types of training or loading on which ground. From this point of view, the aim of this study is to examine the effects of different pitch (Natural and artificial turf fields) surfaces on muscle damage in football players.

METHOD

A total of 19 male football players with a mean age of 21.63 years participated in the study. Before the measurements were taken, consent forms were signed by the individuals included in the study. The study was conducted after obtaining permission from the Süleyman Demirel University Faculty of Medicine Clinical Research Ethics Committee (Decision number: 2020 and 18/263).

Participants were made exercises in two separate football fields (natural grass and synthetic grass ground), which comply with the standards set by FIFA, are located in the same environmental conditions (climate, temperature, humidity, altitude, etc.). Loading intensity, volume, duration were applied equally in both trainings. In order to ensure that the intensity of the load is similar in terms of heart rate, WIMU Fit (Spain) brand athlete monitoring devices that determine the heart rate were used. The average heart rate of players was determined as 140.21 beats/min for the grass field and 139.94 beats/min for the synthetic ground.

A total of eight blood samples were taken from the athletes trained on grass and synthetic ground, before training, immediately after training, 24 and 72 hours after training, and muscle damage after training was evaluated according to the field floor variable. In the detection of muscle damage, CK, LDH, AST and TnT markers were used. A 10 ml blood sample was taken from the arm vein of the participants by a nurse to determine baseline levels. After the samples were kept in coagulation for 30 minutes at room temperature, they were transported to the laboratory and centrifuged directly. Each serum sample was backed up in eppendorfs (5 backups) and stored at -800C until studied. Parameters were studied by spectrophotometric method in a biochemistry autoanalyzer. AST, CK, Creatine kinase-MB and Lactate Dehydrogenase levels were measured by spectrophotometric method using Beckmann Coulter AU 5800 autoanalyzer (Beckmann Coulter, USA) and a commercial kit compatible with the

device. Serum hs TnT levels were studied with the Roche Cobas 6000 e601 (Hitachi, Japan) device by electrochemiluminescence (ECL) method using commercial kits suitable for the device.

Since the data obtained from the measurements did not show normal distribution according to the Shapiro-Wilk test, Friedman and Wilcoxon tests were used for comparisons. All statistical calculations were made using the SPSS 26 package program and the error level was accepted as 0.05.

RESULT

19 amateur male football players participated in the study. The mean age of the participants was 21.63 ± 1.11 years, their height was 179.26 ± 5.78 cm, their body weight was 73.73 ± 9.14 kg, and their training age was 9.47 ± 1.89 years. In addition, the mean HR followed during the training is 140.21 beats/min for grass field and 139.94 beats/min for synthetic ground, and there is no statistically significant difference between the HR values detected on the two grounds ($p=0.093$). Other descriptive statistics and comparison results were given in tables.

When the LDH, CK, AST and TnT values obtained at 4 different measurement times both for the grass field and the synthetic ground were compared, there was a significant difference between the values. In addition, when the blood values obtained from grass and synthetic ground were compared; There was no statistically significant difference between the two grounds in terms of LDH values for "before, after and 72 hours after" training, but there was a significant difference between the values for "the after 24 hours". No significant difference was observed between the 4 time intervals for CK blood levels. There was no significant difference in AST blood levels between the two grounds at all time intervals. As a result of the loadings, there was a significant difference between TnT blood levels "before training" and "after 72 hours", while there was no significant difference between TnT blood levels between the "post-training" and "after 24 hours".

DISCUSSION AND CONCLUSION

When the results obtained in this study were examined, it was observed that there was a temporary increase in biomarkers responsible for the inflammatory response during and after football training. Although this increase in healthy athletes is explained as a physiological response to intense physical exercise rather than indicators of tissue damage, it has created a muscle damage in football players. The 4 biomarkers analyzed showed significant changes after training and during the recovery period. When these changes were examined, it was determined that muscle damage occurred in football players as a result of training on both grass and synthetic ground. According to this result; the fact that the training is done on grass or synthetic ground does not mostly make a difference in terms of causing muscle damage in football players. According to the results obtained, significant differences were observed in the LDH, AST, CK and TnT levels in time intervals both on turf and synthetic ground.

When the field grounds were compared with each other according to time interval variables, a significant difference was observed in the values of LDH after 24 hours and for TnT before and 72 hours after training but no significant difference was observed between other times.

In conclusion; the analyzes of the obtained data show that both trainings on turf and synthetic field cause muscle damage, but for LDH, CK and AST, which are indicators of muscle damage, recovery occurs faster after training on synthetic ground than on turf. And also, at the point of recovery for TnT, training on grass ground can be claim to be advantageous than synthetic field.

As a suggestion in the light of these results; Since it takes longer for the LDH, CK and AST values to return to the pre-training level on grass ground than on synthetic ground, synthetic ground may be preferred for high-intensity training to be performed in order to ensure faster recovery.

KAYNAKLAR

- Arakawa, K., Hosono, A., Shibata, K., Ghadimi, R., Fuku, M., Goto, C., ... et al. (2016). Changes in blood biochemical markers before, during, and after a 2-day ultramarathon. *Open Access Journal of Sports Medicine*, (7), 43.
- Armstrong, R. B., Ogilvie, R. W., & Schwane, J. A. (1983). Eccentric exercise-induced injury to rat skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology*, 54(1), 80-93.
- Belli, T., Macedo, D. V., Araujo, G. G., Dos, R. I. G. M., Scariot, P. P. M., Lazarim, F. L., ... et al. (2018). Mountain ultramarathon induces early increases of muscle damage, inflammation, and risk for acute renal injury. *Frontiers in Physiology*, (9), 1368.
- Bok, D., & Jukić, I. (2019). Muscle damage during a soccer world cup preparatory and competition period. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(4), 496-502.
- Byrne, C., Eston, R. G., & Edwards, R. H. T. (2001). Characteristics of isometric and dynamic strength loss following eccentric exercise-induced muscle damage. *Scandinavian Journal of Medicine & Science In Sports*, 11(3), 134-140.
- Carmona, G., Roca, E., Guerrero, M., Cussó, R., Bàrcena, C., Mateu, M., ... et al. (2019). Fibre-type-specific and mitochondrial biomarkers of muscle damage after mountain races. *International Journal Of Sports Medicine*, 40(4), 253-262.
- Clarkson, P. M., & Hubal, M. J. (2002). Exercise-induced muscle damage in humans. *American Journal Of Physical Medicine & Rehabilitation*, 81(11), S52-S69.
- DiLorenzo, F. M., Drager, C. J., & Rankin, J. W. (2014). Docosahexaenoic acid affects markers of inflammation and muscle damage after eccentric exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(10), 2768-2774.
- Donnelly, A. E., Clarkson, P. M., & Maughan, R. J. (1992). Exercise-induced muscle damage: effects of light exercise on damaged muscle. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 64(4), 350-353.
- Douglas, J., Pearson, S., Ross, A., & Mcguigan, M. (2017). Chronic adaptations to eccentric training: A systematic review. *Sports Medicine*, 47(5), 917-941.
- Heipertz, W. (1985). *Spor hekimliği*, Arkadaş Tıp Yayınları.

- Hottenrott, K., Ludyga, S., Schulze, S., Gronwald, T., & Jäger, F. S. (2016). Does a run/walk strategy decrease cardiac stress during a marathon in non-elite runners? *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(1), 64-68.
- İmer, K. M. (2019). *İki farklı eksenrik hamstring egzersizinin kas hasarı cevapları* [Yüksek lisans tezi, Pamukkale Üniversitesi]. Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Kılıç, T. (2010). *Basketbol turnuvasının; kas hasarı ve toparlanma süresine etkileri* [Yayımlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi], Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Knicker, A. J., Renshaw, I., Oldham, A. R., & Cairns, S. P. (2011). Interactive processes link the multiple symptoms of fatigue in sport competition. *Sports Medicine*, 41(4), 307-328.
- Krustrup, P., Mohr, M., Steensberg, A., Bencke, J., Kjær, M., & Bangsbo, J. (2006). Muscle and blood metabolites during a soccer game: implications for sprint performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(6), 1165-1174.
- Mair, J., Dienstl, F., & Puschendorf, B. (1992). Cardiac troponin T in the diagnosis of myocardial injury. *Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences*, 29(1), 31-57.
- Marcora, S. M., & Bosio, A. (2007). Effect of exercise-induced muscle damage on endurance running performance in humans. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 17(6), 662-671.
- McGuine, T. A., Brooks, A., & Hetzel, S. (2011). The effect of lace-up ankle braces on injury rates in high school basketball players. *The American Journal of Sports Medicine*, 39(9), 1840-1848.
- Meyers, M. C., & Barnhill, B. S. (2004). Incidence, causes, and severity of high school football injuries on FieldTurf versus natural grass: A 5-year prospective study. *The American Journal of Sports Medicine*, 32(7), 1626-1638.
- Middleton, N., George, K., Whyte, G., Gaze, D., Collinson, P., & Shave, R. (2008). Cardiac troponin T release is stimulated by endurance exercise in healthy humans. *Journal of the American College of Cardiology*, 52(22), 1813-1814.
- Moreno, P. V., Gallo, S. C., Del, C. J., Ruiz, P. I., Lopez, V. A., Barbado, D., ... et al. (2020). The influence of a badminton competition with two matches in a day on muscle damage and physical performance in elite junior badminton players. *Biology of Sport*, 37(2), 195.
- Nieman, D. C., Dumke, C. L., Henson, D. A., Mcanulty, S. R., Gross, S. J., & Lind, R. H. (2005). Muscle damage is linked to cytokine changes following a 160-km race. *Brain, Behavior, and Immunity*, 19(5), 398-403.
- Nybo, L., Girard, O., Mohr, M., Knez, W., Voss, S., & Racinais, S. (2013). Markers of muscle damage and performance recovery after exercise in the heat. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 45(5), 860-868.
- Owens, D. J., Twist, C., Cobley, J. N., Howatson, G., & Close, G. L. (2019). Exercise-induced muscle damage: What is it, what causes it and what are the nutritional solutions? *European Journal of Sport Science*, 19(1), 71-85.
- Paana, T., Jaakkola, S., Bamberg, K., Saraste, A., Tuunainen, E., Wittfooth, S., ... et al. (2019). Cardiac troponin elevations in marathon runners. Role of coronary atherosclerosis and skeletal muscle injury. The MaraCat Study. *International Journal of Cardiology*, (295), 25-28.
- Phomsoupha, M., Berger, Q., & Laffaye, G. (2018). Multiple repeated sprint ability test for badminton players involving four changes of direction: validity and reliability. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(2), 423-431.

- Schoenfeld B. (2016). *Science and development of muscle hypertrophy*, Hardcover.
- Smith, L. L., & Miles, M. P. (2000). Exercise-induced muscle injury. *Exercise and Sport Science*, (401).
- Stupka, N., Tarnopolsky, M. A., Yardley, N. J., & Phillips, S. M. (2001). Cellular adaptation to repeated eccentric exercise-induced muscle damage. *Journal of Applied Physiology*, 91(4), 1669-1678.
- Thompson, J. K., Heinberg, L. J., Altabe, M., & Tantleff, D. S. (1999). *Exacting beauty: Theory, assessment, and treatment of body image disturbance*, American Psychological Association.
- Thorlund, J. B., Aagaard, P., & Madsen, K. (2009). Rapid muscle force capacity changes after soccer match play. *International Journal of Sports Medicine*, 30(04), 273-278.
- Thorpe, R., & Sunderland, C. (2012). Muscle damage, endocrine, and immune marker response to a soccer match. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(10), 2783-2790.
- Tokinoya, K., Ishikura, K., Yoshida, Y., Ra, S. G., Sugawara, T., Aoyagi, A., ... et al. (2020). LDH isoenzyme 5 is an index of early onset muscle soreness (EOMS) during prolonged running. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 60(7), 1020-1026.
- Totsuka, M., Nakaji, S., Suzuki, K., Sugawara, K., & Sato, K. (2002). Break point of serum creatine kinase release after endurance exercise. *Journal of Applied Physiology*, 93(4), 1280-1286.
- Twist, C., & Eston, R. G. (2009). The effect of exercise-induced muscle damage on perceived exertion and cycling endurance performance. *European Journal of Applied Physiology*, 105(4), 559-567.
- Urhausen, A., Scharhag, J., Herrmann, M., & Kindermann, W. (2004). Clinical significance of increased cardiac troponins T and I in participants of ultra-endurance events. *The American Journal of Cardiology*, 94(5), 696-698.

KATKI ORANI CONTRIBUTION RATE	AÇIKLAMA EXPLANATION	KATKIDA BULUNANLAR CONTRIBUTORS
Fikir ve Kavramsal Örgü <i>Idea or Notion</i>	Araştırma hipotezini veya fikrini oluşturmak <i>Form the research hypothesis or idea</i>	Aydın KARABULAK Cem Sinan ASLAN
Tasarım <i>Design</i>	Yöntem ve araştırma desenini tasarlamak <i>To design the method and research design.</i>	Aydın KARABULAK Cem Sinan ASLAN
Literatür Tarama <i>Literature Review</i>	Çalışma için gerekli literatürü taramak <i>Review the literature required for the study</i>	Aydın KARABULAK Cem Sinan ASLAN
Veri Toplama ve İşleme <i>Data Collecting and Processing</i>	Verileri toplamak, düzenlemek ve raporlaştırmak <i>Collecting, organizing and reporting data</i>	Aydın KARABULAK Cem Sinan ASLAN
Tartışma ve Yorum <i>Discussion and Commentary</i>	Elde edilen bulguların değerlendirilmesi <i>Evaluation of the obtained finding</i>	Aydın KARABULAK Cem Sinan ASLAN
Destek ve Teşekkür Beyanı/ Statement of Support and Acknowledgment		
Bu çalışmanın yazım sürecinde katkı ve/veya destek alınmamıştır. <i>No contribution and/or support was received during the writing process of this study.</i>		
Çatışma Beyanı/ Statement of Conflict		
Araştırmacıların araştırma ile ilgili diğer kişi ve kurumlarla herhangi bir kişisel ve finansal çıkar çatışması yoktur. <i>Researchers do not have any personal or financial conflicts of interest with other people and institutions related to the research.</i>		
Etik Kurul Beyanı/ Statement of Ethics Committee		
Bu araştırma, Süleyman Demirel Üniversitesi Etik Kurulunun 11.09.2020 tarihli ve 18/263 sayılı kararı ile yürütülmüştür. <i>This research was conducted with the decision of Süleyman Demirel University Ethics Committee dated 11.09.2020 and numbered 18/263.</i>		



Bu eser [Creative Commons Atıf-Gayri Ticari 4.0 Uluslararası Lisansı \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) ile lisanslanmıştır.