

**Hacettepe Journal of Sport Sciences**

**Volume XXXIII, Issue 3, 2022**

# **SPOR BİLİMLERİ DERGİSİ**



**HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ**  
**SPOR BİLİMLERİ FAKÜLTESİ**  
**1989**

**Cilt XXXIII, Sayı 3, 2022**

**e-ISSN 2667-6672**

# SPOR BİLİMLERİ DERGİSİ

## Hacettepe Journal of Sport Sciences

2022, Cilt 33, Sayı 3 / 2022, Volume 33, Issue 3  
Basım Tarihi (Publishing Date) / Yeri: 28 Ekim (September) 2022 / Ankara  
e-ISSN 2667-6672

Yayın hakkı © 2019 Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi  
H.J.S.S. is published quarterly  
Spor Bilimleri Dergisi yılda 4 kez yayımlanan hakemli süreli bir yayındır.  
<http://www.sbd.hacettepe.edu.tr>

**H.Ü. Spor Bilimleri Fakültesi Adına Sahibi**  
*Owner*

**Sorumlu Yazı İşleri Müdürü**  
*Editor*

**Yardımcı Yayın Yönetmenleri**  
*Associated Editors*

: Serdar ARITAN (Hacettepe Üni. Spor Bil. Fak.)  
F. Hülya AŞCI (Fenerbahçe Üni. Spor Bil. Fak.)  
Tolga AYDOĞ (Acıbadem Sağlık Grubu)  
Nefise BULGU (Uşak Üni. Spor Bil. Fak.)  
Alpan CİNEMRE (Hacettepe Üni. Spor Bil. Fak.)  
A. Haydar DEMİREL (Hacettepe Üni. Spor Bil. Fak.)  
Ayşe KİN İŞLER (Hacettepe Üni. Spor Bil. Fak.)

Deniz HÜNÜK (Hacettepe Üni. Spor Bil. Fak.)  
Ayda KARACA (Hacettepe Üni. Spor Bil. Fak.)  
Ziya KORUÇ (Hacettepe Üni. Spor Bil. Fak.)  
Ş. Nazan KOŞAR (Hacettepe Üni. Spor Bil. Fak.)  
Tennur YERLİSU LAPA (Akdeniz Üni. Spor Bil. Fak.)  
H. Hüsrev TURNAGÖL (Hacettepe Üni. Spor Bil. Fak.)

**Bilimsel Danışma Kurulu**  
*Scientific Advisory Board*

: Caner AÇIKADA (Lefke Avrupa Üni. BESYO)  
Gazanfer DOĞU (İstanbul Aydın Üni. Spor Bil. Fak.)  
Gıyasetin DEMİRHAN (Hacettepe Üni. Spor Bil. Fak.)  
M. Nedim DORAL (Ufuk Üni. Tıp Fak.)  
Robert C. EKLUND (Florida State Üni. Eğitim Fak.)  
Atilla ERDEMLİ (İstanbul Üni. Felsefe Bölümü)  
Emin ERGEN (Haliç Üni. BESYO)  
Adnan ERKUŞ (Üsküdar Üni. Psikoloji Bölümü)  
Selahattin GELBAL (Hacettepe Üni. Eğitim Fak.)  
Hakan GÜR (Uludağ Üni. Tıp Fak.)  
Zafer HAŞCELİK (Hacettepe Üni. Tıp Fak.)  
M. Levent İNCE (ODTÜ Beden Eğitimi ve Spor Böl.)  
Çetin İŞLEĞEN (Ege Üni. Tıp Fak.)  
Suat KARAKÜÇÜK (Gazi Üni. Spor Bil. Fak.)

Oğuz KARAMIZRAK (Ege Üni. Tıp Fak.)  
Hasan KASAP (İstanbul Bilgi Üni. Spor Bil. Fak.)  
Canan KOCA (Hacettepe Üni. Spor Bil. Fak.)  
Feza KORKUSUZ (Hacettepe Üni. Tıp Fak.)  
S. Sadi KURDAK (Çukurova Üni. Tıp Fak.)  
Magnus LINDWALL (Gothenburg Üni. Psikoloji Böl.)  
Hisashi NAITO (Juntendo Üni. Sağlık ve Spor Bil. Enst.)  
Kamil ÖZER (Fenerbahçe Üni. Spor Bil. Fak.)  
Xavier SANCHEZ (Halmstad Üni. Sağlık Fak.)  
Veysel SÖNMEZ (Hacettepe Üni. Eğitim Fak.)  
Şefik TİRYAKİ (Mersin Üni. BESYO)  
Fatih YAŞAR (Hacettepe Üni. Fizik Müh. Böl.)  
İbrahim YILDIRAN (Gazi Üni. Spor Bil. Fak.)

**Yayın Koordinatörü**  
*Publishing Coordinator*

**Yazım Kontrol Grubu**  
*Editing Scout*

Nihat Ş. ÖZGÖREN  
Ferhat ESATBEYOĞLU  
Yunus Emre EKİNCİ  
Necip DEMİRCİ

Emre BİLGİN  
Özgür Y. AKYAR  
M. Gören KÖSE  
Evrinm ÜNVER

**Ağ Sistemi Yöneticisi**  
*Webmaster*

**Yayının Türü**  
*Type of Publication*

**Dizgi-Sayfa Düzeni**  
*Graphic Layout*

**Yayın İdare Merkezi**  
*Corresponding Address*

Süleyman BULUT  
Hacettepe Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi 06800, Beytepe, Ankara  
Tel: 0 312 2976890 Fax: 0 312 2992167  
E-posta: [sbd.hacettepe@gmail.com](mailto:sbd.hacettepe@gmail.com)



2022, Cilt 33, Sayı 3 / 2022, Volume 33, Issue 3

## İÇİNDEKİLER/CONTENTS

### DERLEME / REVIEW

**Ergen Sporcularda Spora Bağlılık İle İlişkili Bireysel ve Sosyal Faktörler: Sistemik Derleme**

Individual and Social Factors Related to Sport Commitment in Adolescent Athletes: A Systematic Review

*Halis Egemen MERDAN, Emine ÇAĞLAR* ..... 120

### ARAŞTIRMA / RESEARCH

**Solunumsal Yanıtlara Dayalı Yeni Bir Eşik Belirleme Yöntemi Olarak Respirasyon Eşiği ve Kritik Gücü Göstermedeki Başarısı**

Respiratory Threshold as A New Threshold Determination Method based on Respiratory Responses and It's Success to Indicate Critical Power

*Hakan AS, Görkem Aybars BALCI, Engin YILDIZTEPE, Özgür ÖZKAYA* ..... 149

### ARAŞTIRMA / RESEARCH

**Marketing Strategies For Creating And Capturing Values: A Case Study Of Real Madrid Football Club**

Değer Yaratma Ve Yakalama Stratejileri: Real Madrid Futbol Kulübü Örneği

*Merve ALTUN EKİNCİ, Pablo GARCÍA MANÍZ, Álvaro FERNÁNDEZ LUNA, Canan KOCA, Settar KOÇAK*

..... 163

### ARAŞTIRMA / RESEARCH

**Reliability of and Correlation Among Electromyographic Normalization Procedures for Biceps Brachii Muscle: A Comparison of Maximal and Submaximal Isometric Voluntary Contractions**

Biceps Brachii Kası için Maksimal ve Sabit Yük Altında Submaksimal Kasılmalara Göre Elektromiyografik Normalizasyon Yöntemlerinin Güvenilirliği ve Korelasyonu

*Pınar ARPINAR AVŞAR, Hüseyin ÇELİK* ..... 180

## Ergen Sporcularda Spora Bağlılık İle İlişkili Bireysel ve Sosyal Faktörler: Sistemik Derleme

### Individual and Social Factors Related to Sport Commitment in Adolescent Athletes: A Systematic Review

<sup>1</sup>Halis Egemen MERDAN

ORCID No: 0000-0002-9654-8665

<sup>2</sup>Emine ÇAĞLAR

ORCID No: 0000-0001-6771-8955

<sup>1</sup>İstanbul Gelişim Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Egzersiz ve Spor Bilimleri Bölümü, İstanbul/TÜRKİYE

<sup>2</sup>Hacettepe Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği Bölümü,

**Yazışma Adresi**

**Corresponding Address:**

Halis Egemen MERDAN

İstanbul Gelişim Üniversitesi, Beden Eğitimi Spor Yüksekokulu, Egzersiz ve Spor Bilimleri Bölümü

**E-posta:** [hemerdan@gelisim.edu.tr](mailto:hemerdan@gelisim.edu.tr)

Geliş Tarihi (Received): 12.10.2021

Kabul Tarihi (Accepted): 28.05.2022

#### ÖZ

Spora katılım, devamlılık ve sporu bırakmayla ilişkili faktörlerin ortaya konmasında önemli bir yapı olan spora bağlılığın incelenmesi, ülkemizde bu kavramın daha kapsamlı bir şekilde anlaşılması, alan yazındaki boşlukları açığa çıkararak yeni araştırma soruları ortaya konmasını sağlaması açısından önemlidir. Spora bağlılığı daha iyi anlamak, fiziksel olarak daha aktif bir topluma sahip olmak için önemli bir fırsat sunabilir. Bu bağlamda bu çalışmanın amacı alan yazındaki spora bağlılık ile ilişkili psikososyal faktörleri sistemik derleme metodu ile ortaya koymaktır. Derleme PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) yönergelerine uygun olarak, PubMed, Google Scholar, SPORTDiscus ve Taylor-Francis Online veri tabanlarında, "sport commitment" anahtar kelimeleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tarama sonucunda toplam 1132 çalışmaya ulaşılmıştır. Ön incelemeler sonrası spora bağlılık (Sport Commitment) modelini (Scanlan ve diğ., 1993) temel alan, hakemli dergide yayınlanan, örneklem grubunun yaş aralığı 10-18 yaş (erken ve orta ergenlik) arasında olan, spora bağlılık ile ilişkili faktörleri inceleyen çalışmalar gibi dâhil etme kriterleri, İngilizce dilinde yazılmama, nitel araştırma yöntemi kullanma gibi dışlama kriterleri göz önünde bulundurularak 20 çalışma sistemik derlemeye dâhil edilmiştir. Dâhil edilen çalışmalarda yanlılık riski ve çalışmaların kalitesini değerlendirmek için Karma Yöntem Değerlendirme Aracı (Mixed Methods Appraisal Tool) kullanılmıştır. Çalışmalar spora bağlılıkla ilişkili "bireysel" ve "sosyal" faktörler olarak iki başlık altında toplanmıştır. Bulgular, spora bağlılıkla ilişkili bireysel faktörler arasında güdülenme kavramının önemli bir faktör olarak ön plana çıktığını göstermiştir. Sosyal faktörlerde ise antrenörlerin oluşturduğu ortam/i İklimin sporcuların spora bağlılığı için oldukça kritik bir rolü olduğu görülmüştür. Sonuç olarak ergen sporcuların spora katılım ve devamlılığına ilişkin stratejilerin geliştirilmesinde bu faktörlerin dikkate alınması önerilir.

**Anahtar Kelimeler:** Spora bağlılık, Bireysel faktörler, Sosyal faktörler, Ergenler

#### ABSTRACT

Examining sport commitment, which is a crucial structure in revealing the psychosocial factors that affect sport participation, persistence, and dropping out of sports, is important in terms of providing a more comprehensive understanding of this concept in our country, revealing the gaps in the literature and providing new research questions. A better understanding of sport commitment may provide an important opportunity for a more physically active society. In this context, this study aimed to systematically review the psychosocial factors related to sport commitment in the literature to date. A systematic review of articles published in English across PubMed, Google Scholar, SPORTDiscus, and Taylor-Francis Online databases was undertaken using Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) guidelines by the "sport commitment" keyword. Inclusion criteria such as studies published in peer-reviewed journals based on the Sport Commitment model (Scanlan et al., 1993), the age range of the sample group between 10-18 years (early and middle adolescence), and examining factors related to sport commitment, were taken into account. In addition, exclusion criteria such as not being written in English and using a qualitative research method were taken into during the initial search. Totally 20 articles met inclusion criteria after the full-text articles were screened for eligibility. We used the Mixed Methods Appraisal Tool to assess the risk of bias and the quality of the studies included in the review. The studies were grouped under two headings as "individual" and "social" factors related to sport commitment. The findings showed that the concept of motivation stands out as an important factor among the individual factors related to sport commitment. In the part of the social factor, it has been seen that the motivational environment/climate created by the coaches has a critical role in sport commitment. Consequently, it is recommended to consider these factors in developing strategies for sport participation of athletes and persistence in sports.

**Keywords:** Sport commitment, Individual factors, Social factors, Adolescents

## GİRİŞ

Toplum, ekonomi, eğitim gibi birçok farklı alanı etkileyen spor ve egzersizin halk sağlığı üzerindeki olumlu etkileri bilinmektedir. Spora katılım, fiziksel olarak aktif bir yaşam sürmenin önemli yollarından biridir ve bu sayede halk sağlığına pozitif katkı sunar. Çocuklukta fiziksel olarak yeterli seviyede aktif olmak, kemik-kas gelişimi ve motor beceri gelişimi için kritik bir öneme sahiptir (World Health Organization (WHO), 2010)). Buna ek olarak, fiziksel olarak aktif olmak, çocuk ve ergenlerde, fiziksel sağlık, akademik başarı, yürütücü bilişsel işlevler ve zihinsel sağlık üzerinde olumlu etkilere sahiptir (WHO, 2020). Spora uzun yıllar katılım gösteren genç yetişkin bireylerin, daha düşük kaygı seviyelerine sahip olduğu görülmüştür (Ashdown-Franks ve diğ., 2017). Bir diğer boyutuyla okul sporlarına katılım gösteren ergenlerin, genç yetişkinlikte daha az depresif belirtilere ve daha düşük stres seviyelerine sahip olduğu bulunmuştur (Jewett ve diğ., 2014). Spora katılımın, yüksek benlik saygısı, psikolojik dayanıklılık ve akademik başarı ile ilişkili olduğu da ortaya konmuştur (Bradley ve diğ., 2012; Eime ve diğ., 2013; Sevarsson ve diğ., 2017; Gagliardi ve diğ., 2020). Belirtilen tüm yararlarına karşın gerçekleştirilen uluslararası araştırmalarda, 5-17 yaş arasındaki erkeklerin yalnızca %9'unun ve kızların %2'sinin, günlük 60 dakika veya daha fazla orta-şiddetli fiziksel aktivitede bulunduğu görülmüştür (Shores ve diğ., 2015). Ayrıca hazırlanan raporlar, Avrupa ülkelerindeki 11-15 yaş grubu arasında fiziksel inaktivitenin giderek arttığını göstermiştir. Öyle ki, Avrupa'daki 15 yaş grubu kızların %14'ünden daha az bir kısmının fiziksel olarak yeterince aktif olduğu kabul edilmektedir (WHO, 2016).

Toplum üzerindeki faydaları sebebiyle ulusal hükümetler ve uluslararası kuruluşlar tarafından teşvik edilen spora katılım ve devam etme motivasyonu, spor psikolojisinde en kapsamlı çalışılan alanlardan biri olmuştur (Weiss ve Ferrer-Caja, 2002). Eğlenmek, deneyim, rekabet, sağlıklı yaşam gibi sebepler gösterilse de (Kilpatrick, Hebert ve Bartholomew, 2005) bireylerin spora katılımının zaman içindeki ısrarı altında yatan psikolojik durumu ifade etmek için spora bağlılık kavramı ortaya konmuştur (Scanlan, ve diğ., 2016). Bu psikolojik durum, sporcuları seçtikleri spora bağlayan motivasyonel bir gücü yansıtır. Spora bağlılık kavramı, spora katılımın arkasındaki güdülerin daha iyi anlaşılmasına önemli bir katkı sağlamıştır (Berki ve diğ., 2020). Scanlan ve diğerleri (1993) spora bağlılık kavramını temel alarak spora katılım ve sporu bırakmanın daha kapsamlı bir şekilde anlaşılmasına katkıda bulunmak için spora bağlılık modelini geliştirmiştir.

**Spora Bağlılık Modeli (Sport Commitment Model):** Spora bağlılık modeli bireylerin spora katılımı ve bunu sürdürme kararlılığının öncüllerini incelemektedir (Scanlan ve diğ., 2003). Bu modelde spora bağlılık, "spor katılımına devam etme arzusunu ve kararlılığını temsil eden psikolojik bir yapı" olarak tanımlanmaktadır (Scanlan, ve diğ., 2016). Spora bağlılık modeli sosyal değişim kuramından (Kelley ve Thibaut, 1978), Kelley'in (1983) kişilerarası ilişkiler modelinden ve yatırım modelinden (Rusbult ve diğ., 1988) uyarlanmıştır. Sosyal psikoloji perspektifinde bağlılık, bir kişinin ısrarlı hareket tarzını açıklamaya yardımcı olan koşullarla (Becker, 1960, akt. Scanlan ve diğ., 1993) ve ilişkilerin istikrarı, kalıcılığı (Kelley, 1983) ile ilişkilendirilmiştir.

Rusbult'un (1980) yatırım bağlılığı modeli, spora bağlılık modeli için ilk deneysel temeli sağlamıştır. Modelde bir ilişkiye veya bir faaliyete bağlılık, memnuniyet, alternatifler ve yatırımların bir ürünü olarak konumlandırılır. Model, romantik ilişkilere (Rusbult ve diğ., 1986), arkadaşlıklara (Rusbult, 1980), çalışma ortamlarına (Rusbult ve Farrell, 1983) bağlılığı tahmin etmede etkili olmuştur. Scanlan ve diğerleri (2003), önceki kuramlara dayanarak, spora bağlılığı artırabilecek veya azaltabilecek beş doğrudan yordayıcıya sahip olan (spordan zevk alma, katılım fırsatları, kişisel yatırımlar, sosyal kısıtlamalar ve katılım alternatifleri) spora bağlılık modelini oluşturmuştur.

Spora bağlılık modelinin, üç önemli özelliğe sahip olduğu belirtilmiştir (Scanlan ve diğ., 1993): (1) Spora bağlılık, bir aktiviteye psikolojik bağlılığı ele alır; (2) Spora bağlılık hem bilişsel (örneğin, düşünme) hem de duygusal (örneğin, duygular) faktörlerin bir ürünüdür ve (3) Spora bağlılık modeli, eşit düzeyde bağlılık ortaya koyan katılımcıların farklı yordayıcılarını ayırt edebilir. Model, bireylerin katıldıkları faaliyetler için taşıdıkları bağlılığın altında yatan anlama odaklanır.

Oluşturulan modelde özetle spora bağlılık, bir bireyin spora katılımdan keyif alma (spora katılımdan zevk), kişisel kaynaklara yatırım yapma (kişisel yatırımlar), sporun değerli fırsatlar sağladığını algılama (değerli fırsatlar) ve kişinin katılımında diğerleri tarafından önemli ölçüde desteklenme (sosyal destek) derecesinin etkisi olarak açıklanmıştır (Scanlan ve diğ., 2013). Nicel yöntemler ile yapılan çalışmalar spordan zevk alma, kişisel yatırımlar ve katılım fırsatlarının, spora bağlılık modelinin olumlu yordayıcıları olduğunu, sosyal kısıtlamalar ve diğer önceliklerin spora bağlılık ile negatif ilişkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur (Scanlan ve diğ., 2003). Ayrıca araştırmalar spordan zevk alma alt boyutunun (spora karşı olumlu duygusal tepkiler), bağlılığın en güçlü yordayıcısı olduğunu göstermiştir (Sousa ve diğ., 2007; Weiss, ve diğ., 2001).

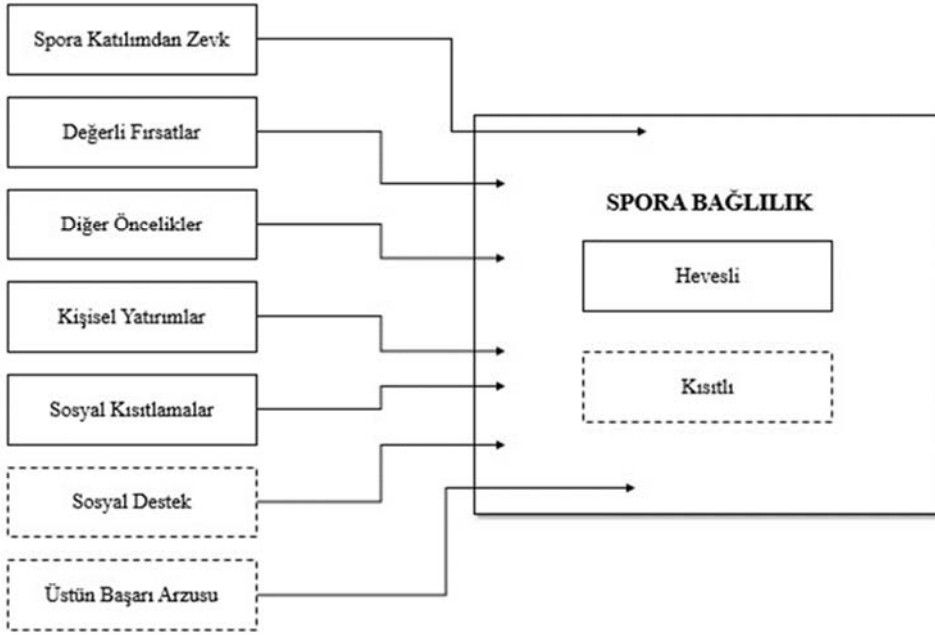
Gerçekleştirilen nitel çalışmalar sonrasında takım geleneği, takım üyeliği, sosyal destek, üstün başarı arzusu gibi farklı olası yeni belirleyiciler test edilmiştir (Scanlan ve diğ., 2013). Ayrıca araştırmacılar bir sporunun zorunlu bir şekilde spora bağlılık duyabileceğini de savunmuştur (Gabriele ve diğ., 2011). Yani bireylerin, "yapmak istedikleri" ve "mecbur oldukları" için eyleme geçme çabasında ısrar edebileceği, faaliyete bağımsız ya da zorunlu olarak katılımında davranışsal ve psikolojik sonuçların farklı olabileceği belirtilmiştir (Scanlan ve diğ., 2016). Bu nedenle, bazı araştırmalar spora bağlılığın aynı zamanda iki tür bağlılık içerdiğini ve hem "istemek" hem de "yapmak zorunda" boyutlarını içeren yapıya sahip olduğunu ileri sürmüştür (Weiss ve Weiss, 2006; Wilson ve diğ., 2004). Bu nedenle Scanlan ve diğerleri (2016), spora bağlılık modeline hem hevesli (bağlanmak isteyen) hem de kısıtlı (bağlanmak zorunda) yönlerini eklemiştir. Yenilenen model, spora bağlılığın iki boyutu (hevesli ve kısıtlı) arasında ayrım yapmıştır.

Güncellenen modeli temel alan Spora Bağlılık Ölçeği-2 iki ana boyutun (Hevesli ve Kısıtlı Bağlılık) altında toplanan; spora katılımdan alınan zevk (sport enjoyment), değerli fırsatlar (valuable opportunities), diğer öncelikler (other priorities), kişisel yatırımlar-kayıp (personal investments-loss), kişisel yatırımlar-miktar (personal investments-quantity), sosyal kısıtlamalar (social constraints), sosyal destek-bilgisel (social support-informational), sosyal destek-duygusal (social support-emotional), üstün başarı arzusu-ustalık (desire to excel-mastery achievement), üstün başarı arzusu – sosyal (desire to excel-social achievement) olmak üzere 10 alt boyuttan oluşmuştur (Scanlan ve diğ., 2016).

Şekil 1’de görülen modelde, Hevesli Bağlılık (Enthusiastic Commitment) sporcuların “bir sporda zaman içinde ısrar etme arzusu ve kararlılığını” temsil ederken, kısıtlı bağlılık (constrained commitment), sporcuların “bir spora devam etme zorunluluğu algılarını” temsil etmektedir (Scanlan ve diğ., 2016). Model kapsamında bu iki ana boyutun altında toplanan alt boyutlardan spora katılımdan alınan zevk (sport enjoyment), spor deneyimi sonucunda oluşan sevinç duygularını yansıtan, olumlu duygusal tepkidir. Değerli Fırsatlar (Valuable Opportunities), spora sürekli katılım yoluyla elde edilebilen önemli fırsatları kapsar. Diğer Öncelikler (Other Priorities), sürekli spor katılımı ile çelişen, çekici ve farklı alternatiflerle ilgilidir (Scanlan ve diğ., 1993). Kişisel Yatırımlar-Kayıp (Personal Investments-Loss), bir spora katılım yolu ile kazanılan kişisel kaynakların, katılımın kesilmesi durumunda geri kazanılamayacak olması ile ilgilidir. Kişisel Yatırımlar-Miktar (Personal Investments-Quantity), bir spora aktarılan kişisel kaynak miktarını temsil eder. Sosyal Kısıtlamalar (Social Constraints), bir spora katılma yükümlülüğü algısını yaratan sosyal beklentiler veya normlardır. Sosyal Destek-Bilgisel (Social Support-Informational), bir spordaki önemli kişilerden alınan faydalı bilgi, rehberlik veya

tavsiyelerdir. Sosyal Destek-Duygusal (Social Support-Emotional), bir sporda önemli kişilerden alınan cesaret, ilgi ve empati ile ilgilidir. Üstün Başarı Arzusu-Ustalık (Desire to Excel-Mastery Achievement), bir sporda ustalaşmayı ve gelişmeyi istemeyi ve/veya çabalamayı ifade eder. Üstün Başarı Arzusu – Sosyal (Desire to Excel-Social Achievement), bir sporda rakiplere üstünlük sağlamak ve kazanmak için çabalamak ve/veya istemektir (Scanlan ve diğ., 2016).

Şekil 1

*Spora Bağlılık Modeli*

Yapılan araştırmalar spordan alınan zevk, değerli fırsatlar ve üstün başarı arzusunun hevesli bağlılığın en önemli yordayıcıları olduğunu göstermiştir (Scanlan diğ., 1993, 2016). Katıldıkları spordan daha fazla keyif alan ve sporu bıraktıklarında kendilerine sunulan önemli fırsatları kaçıracağını düşünen sporcuların, katılımı sürdürme arzusunun yüksek olması beklenecektir. Sosyal kısıtlamalar ve diğer öncelikler ise kısıtlı bağlılığın önemli yordayıcıları olarak bulunmuştur (Weiss ve Weiss, 2003, 2006; Wilson ve diğ., 2004). Bu yordayıcılardan bazılarının her iki bağlılık türü ile ilişkili olduğu görülmüştür. Örneğin diğer öncelikler, spor katılımına karşı çekici alternatiflerin mevcudiyeti sebebiyle, sporcuların ısrar etme arzusunun ve kararlılığını azaltarak hevesli bağlılığı negatif etkilemektedir. Spordan alınan zevk ve değerli fırsatların ise hevesli bağlılığı artırmakla kalmayıp, aynı zamanda kısıtlı bağlılığı da önemli ölçüde azalttığı belirtilmiştir (Scanlan ve diğ., 2016).

Spora bağlılığı ölçmek için Scanlan ve diğerleri (1993) kavramsal çerçeveye uygun olarak Spora Bağlılık Ölçeğini (Sport Commitment Scale) geliştirmiştir. Ölçek spora bağlılık modelinin ilk halindeki gibi beş yapı üzerinden oluşturulmuştur (Scanlan ve diğ., 1993). Ölçek, spora bağlılık ölçümü için araştırmalarda sıklıkla kullanılmıştır (Guillet ve diğ., 2002; Hagiwara ve Isogai, 2014; Scanlan ve diğ., 2008; Weiss ve Weiss, 2007). Modele eklenen yeni yapılardan sonra güncellenen Spora Bağlılık Ölçeği 2’de 7 alt boyut (Spora katılımdan zevk, değerli fırsatlar, diğer öncelikler, kişisel yatırımlar, sosyal kısıtlamalar, sosyal destek, üstün başarı arzusu) bulunmaktadır ve 5’li Likert tipindedir (Scanlan ve diğ., 2016).

Fiziksel olarak aktif bir yaşam sürmenin yaşam boyu faydaları her geçen gün daha da önem kazanmaktadır. Bu bağlamda spora bağlılık kavramı üzerinden fiziksel aktiviteye katılımın arkasındaki güdülerin daha iyi anlaşılması önemlidir (Berki ve diğ., 2020). Buradan hareketle spora katılımı sürdürme ve sporu bırakmayla ilişkili psikososyal faktörlerin ortaya konmasında önemli bir yapı olan spora bağlılığın incelenmesi, ülkemizde bu kavramın daha kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını, alan yazındaki boşlukları açığa çıkararak yeni araştırma soruları ortaya konmasını sağlayabilir. Spora bağlılığı daha iyi anlamak, fiziksel olarak daha aktif bir topluma sahip olmak için önemli bir fırsat sunabilir. Bu nedenle, bu çalışmanın amacı alan yazındaki spora bağlılık ile ilişkili psikososyal faktörleri sistematiik derleme metodu ile ortaya koymaktır. Bu derlemede şu sorular ele alınmıştır:

1. Ergen sporcularda spora bağlılık ile ilişkisi incelenen bireysel faktörler nelerdir?
2. Ergen sporcularda spora bağlılık ile ilişkisi incelenen sosyal faktörler nelerdir?

## YÖNTEM

Bu çalışma spora bağlılık ile ilişkili faktörleri belirlemek amacıyla yapılmış bir sistematiik derlemedir. Sistematiik alan yazın taraması, PRISMA yönergelerine uygun olarak gerçekleştirilmiştir (Page ve diğ., 2021).

**Veri Kaynakları ve Tarama Stratejisi:** Herhangi bir tarih kısıtlaması olmaksızın, Pubmed, Google Scholar, SPORTDiscus ve Taylor-Francis Online veri tabanlarında, “sport commitment” anahtar kelimeleri kullanılarak kapsamlı bir alan yazın taraması gerçekleştirilmiştir. Tarama sırasında anahtar kelimeler başlıkta aranmıştır (Örneğin, Google Scholar’da; allintitle seçeneği).

**Çalışmaya Dâhil Etme ve Dışlama Kriterleri:** Aşağıdaki kriterleri karşılayan çalışmalar bu derlemeye dâhil edilmiştir: (a) Ampirik araştırmalar (nicel kanıt); (b) sporcularda “spora bağlılık (Sport Commitment)” araştıran çalışmalar (c) “Spora Bağlılık (Sport Commitment)” modelini temel alan çalışmalar (Scanlan ve diğ., 1993) (d) Hakemli dergide yayımlanan çalışmalar. (e) örneklem grubunun yaş aralığı 10-18 yaş (erken ve orta ergenlik) arasında olan çalışmalar f) spora bağlılıkla ilişkili faktörleri inceleyen çalışmalar.

Tam metnine ulaşılan çalışmalardan, spora bağlılık modelini temel alan ölçüm aracını kullanmayan, nitel araştırma metoduna sahip, spora bağlılıkla ilişkili faktörleri incelemeyen, hakemli dergide makale olarak yayınlanmayan veya rapor olan, tezler ve İngilizce dilinde yazılmayan çalışmalar bu derlemeye dâhil edilmemiştir.

**Tarama Süreci:** Bu kriterler çerçevesinde spora bağlılık modelinin (Scanlan ve diğ., 1993) ortaya konduğu 1993 yılından bu yana spora bağlılık ile ilgili yapılan tüm çalışmalara ulaşılmaya çalışılmıştır.

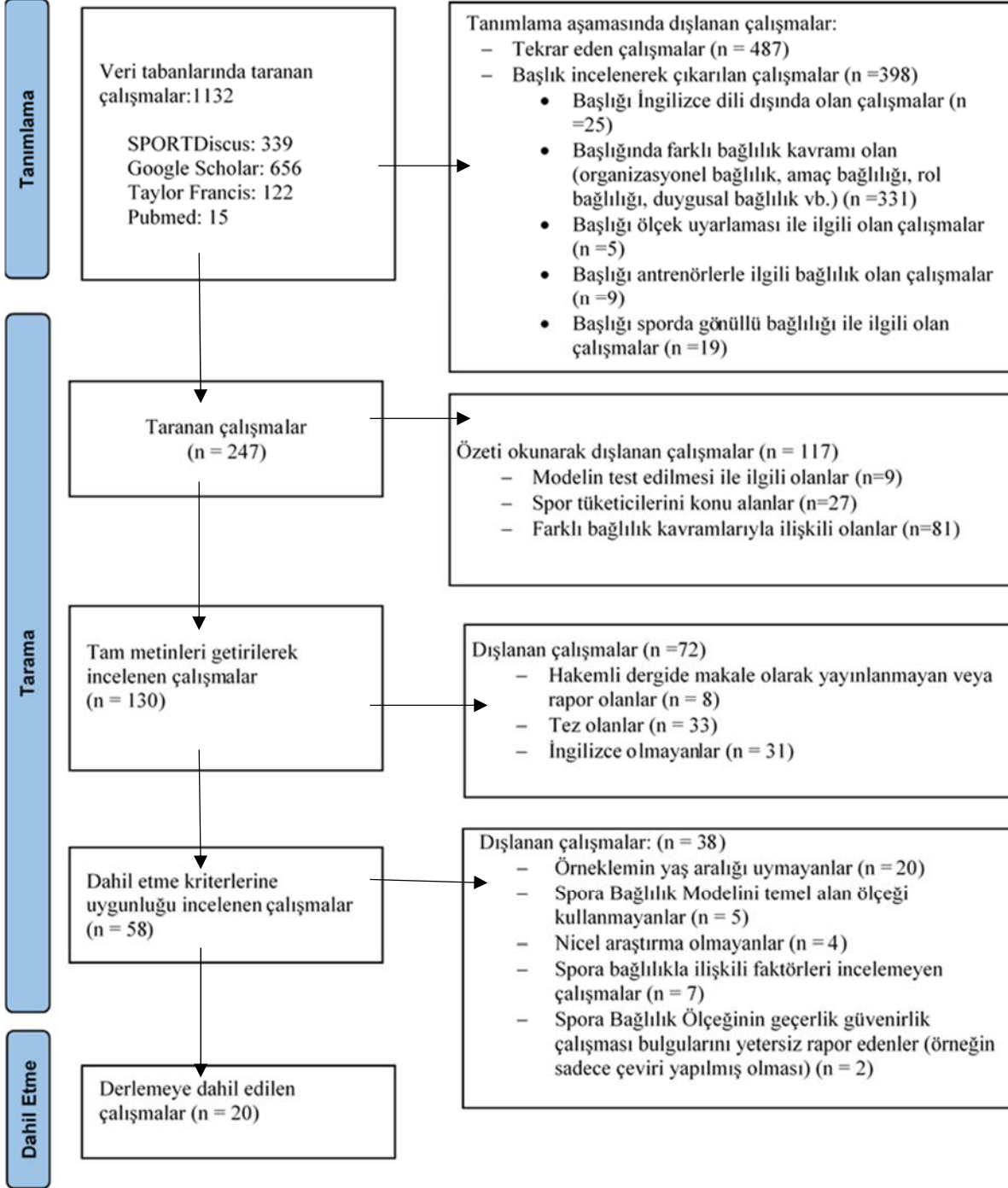
Anahtar sözcükler kullanılarak yapılan tarama sonucunda ulaşılan makalelerde ilk olarak, birinci ve ikinci yazar bağımsız olarak tüm başlıkları ve özetleri incelemiştir. Bu tarama sürecinin sonuçlarını tartışmak ve herhangi bir uyumsuzluk olup olmadığını belirlemek için bir toplantı yapılmıştır. Bu aşamada başlıklarında farklı bağlılık kavramı çalışılan, ölçek uyarlaması ile ilgili olan, İngilizce dili dışında yazılan ve sporcu bağlılığı olmayan çalışmaların dışlanmasında görüş birliğine varılmıştır. Bu çalışmalar dışlandıktan sonra her iki yazar, kalan çalışmaların özetlerini incelemiş ve bu sistematiik derlemedeki araştırma sorularının cevabını karşılamayan çalışmaların dışlanmasına karar vermişlerdir. Bu aşamadaki dışlanma nedenleri; örneklemin sporculardan oluşmaması, bağlılık modelini test etmesi ve farklı bağlılık kavramlarının (örneğin organizasyonel bağlılık gibi) çalışılmış olmasını içermektedir. Bu aşamadan sonra kalan çalışmaların tam metinleri indirilerek incelenmiş ve hakemli olmayan dergide ya da rapor olarak yayımlananlar, tez olanlar ve tam metinleri İngilizce dilinde olmayan çalışmalar dışlanmıştır. Veri tabanı taramasında çıkmama olasılığı



dikkate alınarak kalan çalışmaların tam metinlerinin kaynakları da incelenmiş ancak taramada ulaşılan çalışmalardan farklı bir çalışmaya ulaşılamamıştır. Kalan çalışmaların tam metinleri dâhil edilme ve dışlanma kriterleri çerçevesinde incelenerek derlemeye dâhil edilen çalışmaların son hali verilmiştir. Tarama sürecinin detayları ve sonuçları Şekil 2’de sunulmuştur.

Şekil 2

## PRISMA Akış Şeması



(Page ve diğ., 2020)

### Çalışma Kalite Değerlendirmesi:

Tablo 1

#### MMAT Yanlılık Riski ve Çalışmaların Kalitesini Değerlendirme Özeti

Makaleler	Desen	MMAT soruları						
		1	2	3	4	5	6	7
<i>Andreu ve Hernandez (2018)</i>	Kesitsel	Evet	Evet	Evet	Hayır	Evet	Evet	Evet
<i>Berki ve diğ., (2019)</i>	Kesitsel	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet
<i>Berki ve diğ., (2020)</i>	Kesitsel	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet
<i>Carpenter ve Scanlan (1998)</i>	Boylamsal	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet
<i>DeJonge ve diğ., (2019)</i>	Boylamsal	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet
<i>Dunn ve diğ., (2016)</i>	Kesitsel	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet
<i>Garcia-Mas ve diğ., (2010)</i>	Kesitsel	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet
<i>Garn (2016)</i>	Kesitsel	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet
<i>Hall ve diğ., (2017)</i>	Kesitsel	Evet	Evet	Cevaplanamıyor	Evet	Evet	Evet	Evet
<i>Hernandez ve diğ., (2021)</i>	Kesitsel	Evet	Evet	Cevaplanamıyor	Evet	Evet	Evet	Evet
<i>Izad ve diğ., (2016)</i>	Kesitsel	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet
<i>Leo ve diğ., (2009)</i>	Kesitsel	Evet	Evet	Cevaplanamıyor	Evet	Evet	Evet	Evet
<i>Martin ve diğ., (2017)</i>	Kesitsel	Evet	Evet	Cevaplanamıyor	Evet	Evet	Evet	Evet
<i>McDonough ve Crocker (2005)</i>	Kesitsel	Evet	Evet	Cevaplanamıyor	Evet	Evet	Evet	Evet
<i>Pons ve diğ., (2018)</i>	Kesitsel	Evet	Evet	Cevaplanamıyor	Evet	Evet	Evet	Evet
<i>Pulido ve diğ., (2018)</i>	Kesitsel	Evet	Evet	Cevaplanamıyor	Evet	Evet	Evet	Evet
<i>Tamminen ve diğ., (2016)</i>	Kesitsel	Evet	Evet	Cevaplanamıyor	Evet	Evet	Evet	Evet
<i>Weiss ve Weiss (2007)</i>	Kesitsel	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet
<i>Weiss (2015)</i>	Kesitsel	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet
<i>Zahariadis ve diğ., (2006)</i>	Kesitsel	Evet	Evet	Evet	Cevaplanamıyor	Evet	Evet	Evet

Derlemeye dahil edilen çalışmalarda yanlılık riski ve çalışmaların kalitesini değerlendirmek için Karma Yöntem Değerlendirme Aracı (Mixed Methods Appraisal Tool (MMAT)) kullanılmıştır (Hong ve diğ., 2018). Yanlılık riski ve kalite tüm araştırma türleri için ortak iki kriter sorusu ve nicel araştırmalar için 5 kriter sorusundan oluşan toplam 7 sorunun cevabıyla oluşturulmaktadır (MMAT- 2018). Bu sorular aşağıda sunulmuştur:

1. Net bir araştırma sorusu mevcut mu?
2. Elde edilen veri ile araştırma sorusuna cevap verilebiliyor mu?
3. Örneklem yöntemi araştırma sorusu için uygun mu?
4. Araştırma grubu hedef kitleyi temsil ediyor mu?
5. Uygulanan ölçümler uygun mu?
6. Cevaplanmama yanlılığı riski düşük mü?
7. İstatistiksel analizler araştırma sorusunun cevabı için uygun mu?

MMAT-2018 formatında genel puan hesaplaması yerine, sorulara üç farklı cevap verilmektedir (evet, hayır, söylenemez). MMAT-2018'in egzersiz ve spor psikolojisindeki diğer sistematik derlemelerde de başarı ile uygulandığı (Gröpel ve Mesagno, 2019, Goddard ve diğ., 2021) göz önüne alınarak bu çalışma için kullanılması uygun görülmüştür. Tüm çalışmalar iki yazar tarafından bağımsız olarak değerlendirilmiştir. Değerlendiriciler arası güvenilirlik katsayısı yüksek düzeyde bir anlaşmaya işaret etmektedir ( $\kappa = .82$ ). MMAT-2018 kullanılarak gerçekleştirilen yanlılık ve kalite değerlendirmesinin özeti Tablo 1'de sunulmuştur.

## BULGULAR

Tarama sürecinde gerçekleştirilen işlemler sonrası dâhil etme kriterlerini karşılayan 20 araştırmaya ulaşılmıştır (bkz. Şekil 2). Dâhil edilen çalışmalara karar verildikten sonra birinci yazar, bu çalışmalardan yazar isimleri, yayın tarihleri, örneklem bilgisi (örneklem büyüklüğü, yaş ortalaması, cinsiyet), incelenen ana değişkenleri, kullanılan ölçüm araçları ve çalışmaların sonuçlarına ilişkin verileri çıkarmıştır (Tablo 2 ve 3).

**Örneklem ve Çalışma Özellikleri:** Derlemeye dâhil edilen çalışmaların toplam katılımcı sayısı 5963 (kız 2916, erkek 2477), ( $\bar{x}$ yaş =15.37,  $S_s=1.37$ )'tür. Araştırmaların gerçekleştirildiği ülkeler; Amerika Birleşik Devletleri (n= 7, %35), İspanya (n= 6, %30), Kanada (n= 2, %10), Macaristan (n= 2, %10), İngiltere (n=1, %5), İran (n=1, %5), Yunanistan (n=1, %5) olarak dağılım göstermektedir. Çalışmalar 1998-2021 yılları arasında yayımlanmıştır ve %65'i 2016 yılı sonrası basılmıştır. Çalışmaya dâhil edilen araştırmaların 18'i kesitsel (%90), 2'si ise boylamsal (%10) desene sahiptir.

**Spora Bağlılık ile İlişkili Faktörler:** Tarama sonucunda dâhil etme kriterlerini karşılayan makaleler detaylı olarak incelenmiş ve çalışmalar spora bağlılık ve bireysel faktörler, spora bağlılık ve sosyal faktörler olmak üzere iki başlık altında toplanmıştır.

**Spora bağlılık ve bireysel faktörler:** Alan yazında spora bağlılık ile ilişkili bireysel faktörleri ele alan çalışmalara ilişkin özet bilgiler Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2

*Spora Bağlılık ile Bireysel Faktörlerin İlişisini Ele Alan Çalışmalar*

Yazar/Yazarlar	Ülke	Araştırma Deseni	Örneklem Sayısı	Yaş Ortalaması	Spora bağlılık ile ilgili incelenen değişken	Ölçüm Aracı	Elde Edilen Sonuç
Carpenter ve Scanlan (1998)	Amerika Birleşik Devletleri	Boylamsal	103 (68 erkek, 35 kız)	14-18 yıl ( $\bar{x}_{yaş} = 15.98$ SS = 1.1)	Spora bağlılığın zaman içinde değişimi	Spora Bağlılık Ölçeği (Scanlan ve diğ., 1993)	Spora Bağlılık alt boyutlarına dair ölçümler, sezonda 3 haftalık hazırlık dönemi, 10 haftalık normal sezon ve 3 haftalık play-off dönemi boyunca gerçekleştirilmiştir. İlk ölçümler 3 ve 5. haftalarda son ikinci ölçümler 10. haftada yapılmıştır. Zaman içerisinde çoğunlukla değerli fırsatlar ve spora katılımdan alınan zevk alt boyutlarında artış olduğu görülmüştür. Spordan alınan zevk puanları azalanlarda, spora bağlılığın da azaldığı görülmüştür. Aynı şekilde değerli fırsatlar arttıkça, bağlılığın da arttığı görülmüştür.
McDonough ve Crocker (2005)	Amerika Birleşik Devletleri	Kesitsel	227 kız	11 - 14 yıl. (% 15, 11 yaş, % 35 12 yaş, %30 13 yaş ve % 20 14 yaş)	Öz değer, spora bağlılık	Benlik Algısı Profili Harter (1985), Spora Bağlılık Ölçeği (Scanlan ve diğ., 1993)	Öz değer ve spora bağlılık arasında zayıf pozitif ilişki olduğu ve öz değerın spora bağlılığın düşük düzeyde anlamlı pozitif yordayıcısı olduğu ortaya konmuştur (4%).
Zahariadis ve diğ., (2006)	Yunanistan	Kesitsel	243 ergen	( $\bar{x}_{yaş} = 13.5$ SS = 1.1)	Güdülenme, spora bağlılık	Spora Bağlılık Ölçeği (Scanlan ve diğ., 1993), Sporda Güdülenme Ölçeği (SMS) (Pelletier ve diğ., 1995)	Spora bağlılık ile içsel güdülenme arasında anlamlı pozitif bir ilişki bulunmuştur. Güdülenmeme ve spora bağlılık arasında negatif ve anlamlı bir ilişki olduğu ortaya konarken, spora katılımdan alınan zevk ile içsel güdülenme arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu görülmüştür.

Tablo 2

(Devamı)

Yazar/Yazarlar	Ülke	Araştırma Deseni	Örneklem Sayısı	Yaş Ortalaması	Spora bağlılık ile ilgili incelenen değişken	Ölçüm Aracı	Elde Edilen Sonuç
Weiss ve Weiss (2007)	Amerika Birleşik Devletleri	Korelasyonel	304 (kız)	8-18 yıl ( $\bar{x}_{yaş} = 12.4$ Ss = 2.3)	Yaş grubu (8-11, 11-14.5 ve 14.5-18 yıl). Sportif deneyim: -5-6 grubu: spora başlangıç seviyesi -8-10 grubu: ileri düzey spora katılım ve yarışma düzeyi Spora bağlılık	Spora Bağlılık Ölçeği (Scanlan ve diğ., 1993)	En genç yaş grubundaki sporcuların (8-11 yaş), daha ileri yaş gruplarına göre spora katılımdan alınan zevk seviyelerinin daha yüksek olduğu bulunmuştur. Daha düşük sportif deneyime sahip sporcular (seviye 5-6), yüksek deneyim seviyesindeki (seviye 8-10) sporculara kıyasla daha fazla spora katılımdan alınan zevk ve katılım fırsatları puanlarına sahip olduğu görülmüştür. Yüksek deneyim seviyesindeki (seviye 8-10) sporcuların ise daha yüksek diğer öncelikler puanlarına sahip olduğu ortaya konmuştur.
Garcia-Mas ve diğ. (2010)	İspanya	Kesitsel	454 (erkek)	14-16 yıl ( $\bar{x}_{yaş} = 15.6$ SS = .24)	Güdülenme, spora bağlılık	Sporda Güdülenme Ölçeği (SMS) (Pelletier ve diğ., 1995) Spora Bağlılık Ölçeği (Scanlan ve diğ., 1993)	İçsel güdülenmenin spora bağlılık ile yüksek düzeyde pozitif, spora katılımdan alınan zevk ile orta düzeyde pozitif ilişkisi varken, dışsal güdülenmenin spora bağlılık ve spora katılımdan alınan zevk ile orta düzeyde pozitif ilişkisi olduğu görülmüştür. Güdülenmemenin diğer öncelikler ile orta düzeyde pozitif ilişkisi varken, spora bağlılık ve spora katılımdan alınan zevk ile orta düzeyde negatif ilişkisi olduğu ortaya konmuştur. İçsel ve dışsal güdülenme spora bağlılık ve spora katılımdan alınan zevkin pozitif yordayıcısı iken güdülenmeme diğer önceliklerin pozitif yordayıcısı olduğu görülmüştür.

Tablo 2

(Devamı)

Yazar/Yazarlar	Ülke	Araştırma Deseni	Örneklem Sayısı	Yaş Ortalaması	Spora bağlılık ile ilgili incelenen değişken	Ölçüm Aracı	Elde Edilen Sonuç
Weiss (2015)	Amerika Birleşik Devletleri	Kesitsel	491 (247 erkek, 244 kız)	14-19 yıl ( $\bar{x}_{yaş} = 16.54$ SS = 1.22)	Spora katılım düzeyi, (müsabakada rol alma düzeyine göre sporcular üç gruba ayrılmıştır: 1.düzenli olarak maçta oynayanlar, 2. geçen sezonda %50 veya üzerinde maça çıkanlar, 3. geçen sezonda %50 veya altında maça çıkanlar), spora bağlılık	Spora Bağlılık Ölçeği (Scanlan ve diğ., 1993)	Araştırma sonuçları geçen sezonda %50 veya altında maça çıkanların diğer iki gruba göre spora bağlılık ve spora katılımdan alınan zevk seviyelerinin daha düşük olduğunu gösterirken, bu grubun daha yüksek Diğer Öncelikler seviyelerine sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca düzenli olarak maçta oynayanların, diğerlerine göre anlamlı bir şekilde daha yüksek Kişisel Yatırım seviyesine sahip olduğu görülmüştür.

Tablo 2

(Devamı)

Yazar/Yazarlar	Ülke	Araştırma Deseni	Örneklem Sayısı	Yaş Ortalaması	Spora bağlılık ile ilgili incelenen değişken	Ölçüm Aracı	Elde Edilen Sonuç
Tamminen ve diğ., (2016)	Kanada	Kesitsel	451 (247 erkek, 204 kız)	$\bar{X}_{yaş} = 16.3$ SS = 1.02)	Kişisel duygu düzenleme, spora bağlılık	Diğerlerinin ve Kendinin Duygu Düzenlemesi (Emotion Regulation of Others and Self scale; EROS) (Niven ve diğ., 2011), Spora Bağlılık Ölçeği (Scanlan ve diğ., 1993)	Kişi düzeyinde (intrinsic subscales), kendini geliştiren duygusal düzenleme (self-improving) spordan alınan zevk ile pozitif yönde ilişkiliyken, kendini kötüleştiren duygusal düzenleme (self-worsening), spordan zevk alma ile olumsuz yönde ilişkiye sahip olduğu bulunmuştur. Diğerleriyle ilgili, diğerlerini geliştiren duygusal düzenlemenin (other-improving), hem spora katılımdan alınan zevk hem de spora bağlılık ile pozitif ilişkiye sahip olduğu görülmüştür. Kendini kötüleştiren (self worsening) duygusal düzenlemenin spora katılımdan alınan zevk ile negatif ilişkisi vardır. Benzer şekilde diğerleriyle ilgili, diğerlerini kötüleştiren (other-worsening) duygusal düzenlemenin spora bağlılık ve spora katılımdan alınan zevk ile negatif ilişkiye sahip olduğu ortaya konmuştur.
Andreu ve Hernandez (2018)	İspanya	Kesitsel	205 ergen	(90 U11, 34 U14 ve 81 U16)	Spora bağlılık, sporda yarışmacılık düzeyi- (U11 ilk yıl, ikinci yıl, üçüncü yıl – U14 ilk yıl ve ikinci yıl, U16 ilk yıl ve ikinci yıl)	Spora Bağlılık Ölçeği (Scanlan ve diğ., 1993)	En yüksek spora bağlılık seviyelerinin, U11 ve U14 ilk yıl gruplarında olduğu görülmüştür. Ayrıca katılım fırsatları alt boyutunun tüm gruplar için yıl ilerledikçe arttığı görülmüştür. Örneğin U11 ilk yıl, ikinci yıldan daha düşük katılım fırsatları seviyesine sahipken, ikinci yıl da üçüncü yıla göre daha düşük puanlara sahip olduğu ortaya konmuştur.

Tablo 2

(Devamı)

Yazar/Yazarlar	Ülke	Araştırma Deseni	Örneklem Sayısı	Yaş Ortalaması	Spora bağlılık ile ilgili incelenen değişken	Ölçüm Aracı	Elde Edilen Sonuç
Pons ve diğ., (2018)	İspanya	Kesitsel	500 (36.8% kız, 63,2% erkek)	13-21 yıl ( $\bar{X}_{yaş} = 16.42$ SS = 1.54)	Kaygı ve stresle başa çıkma stratejileri, spora bağlılık	Sporda Kaygı Ölçeği – 2 (SAS-2, Smith, Smoll ve diğ., 2006), Sporda Stresle Başa Çıkma Stratejileri Envanteri (ISCCS), ; (Gaudreau ve Blondin, 2002) Spora Bağlılık Ölçeği (Scanlan ve diğ., 1993)	Oluşturulan modelde kaygının başa çıkma stratejileri üzerinden spora bağlılıkla ilişkisi incelenmiştir. Kaygı alt boyutlarından somatik kaygı ve endişenin, görev yönelimli başa çıkma ile olumlu ilişkisi olduğu, konsantrasyon bozulması ile negatif ilişkisi olduğu görülmüştür. Konsantrasyon bozulmasının çekilme yönelimli başa çıkma ile olumlu ilişkisi olduğu görülmüşken, endişenin, doğrudan spora bağlılık ile pozitif ilişkili olduğu ortaya konmuştur. Görev odaklı başa çıkmanın spora bağlılık olumlu ilişkisi olduğu görülürken, çekilme yönelimli başa çıkmanın olumsuz ilişkiye sahip olduğu görülmüştür.
Pulido ve diğ., (2018)	İspanya	Kesitsel	430 erkek	12-18 yıl ( $\bar{X}_{yaş} = 14.21$ SS = 1.67)	Temel psikolojik ihtiyaçların tatmini güdülenme spora bağlılık	Egzersizde Temel Psikolojik İhtiyaçlar Ölçeği (Sanchez ve Nunez 2007), Sporda Güdülenme Ölçeği (Pulido 2015) Spora Bağlılık Ölçeği (Scanlan ve diğ., 1993)	İçsel ve özerk güdülenme spora bağlılıkla pozitif ilişkiyken, güdülenmemenin negatif ilişkiye sahip olduğu bulunmuştur. Özerk güdülenme spora bağlılığın yüksek derecede anlamlı pozitif yordayıcısıyken, güdülenmemenin, spora bağlılığın negatif yordayıcısı olduğu görülmüştür. İhtiyaç tatmini spora bağlılığın pozitif yordayıcısıyken, ihtiyaç engellenmesinin spora bağlılığın negatif yordayıcısı olduğu ortaya konmuştur.



Tablo 2

(Devamı)

Yazar/Yazarlar	Ülke	Araştırma Deseni	Örneklem Sayısı	Yaş Ortalaması	Spora bağlılık ile ilgili incelenen değişken	Ölçüm Aracı	Elde Edilen Sonuç
DeJonge ve diğ., (2019)	Kanada	Boylamsal	518 kız, 11-18 yıl	$\bar{X}_{yaş} = 14.02$ SS = 1.38)	Fiziksel benlik algısı, spora bağlılık	Fiziksel Kendini Tanımlama Ölçeği Kısa Form (Marsh ve diğ., 2010) Spora Bağlılık Ölçeği (Scanlan ve diğ., 1993)	Araştırma için katılımcılara 2 farklı zamanda ölçüm yapılmıştır. İlk ölçümle ikinci arasında 24 aylık bir zaman bırakılmıştır. Katılımcılar başlangıçta fiziksel benlik algısı ve spora bağlılıkta orta ile yüksek puanlar bildirirken, zaman içerisinde hem fiziksel benlik algısı hem de spora bağlılık puanlarında düşüş gerçekleşmiştir. Oluşturan modele göre, başlangıçtaki fiziksel benlik algısının 24 ay sonraki spora bağlılık düzeyleri ile anlamlı derecede pozitif ilişkiye sahip olduğu görülmüştür.
Berki ve diğ., (2019)	Macaristan	Kesitsel	214 ergen (66 erkek, 148 kız)	$\bar{X}_{yaş} = 16.84$ SS = 1.38)	Güdülenme, spora bağlılık	Spora Bağlılık Ölçeği-2 (Scanlan ve diğ., 2016), Sporda Güdülenme Ölçeği (Pelletier ve diğ., 2013)	İçsel güdülenme, özümseme ve özdeşim, hevesli bağlılığın pozitif yordayıcısı, güdülenmeme negatif yordayıcısı olarak bulunmuştur. İçsel güdülenme kısıtlı bağlılığı negatif yordarken, dışsal düzenleme ve güdülenmemenin pozitif yordadığı görülmüştür.

Tablo 2

(Devamı)

Yazar/Yazarlar	Ülke	Araştırma Deseni	Örneklem Sayısı	Yaş Ortalaması	Spora bağlılık ile ilgili incelenen değişken	Ölçüm Aracı	Elde Edilen Sonuç
Berki ve diğ., (2020)	Macaristan	Kesitsel	526 (275 erkek, 251 kız)	14-18 yıl ( $\bar{X}_{yaş} = 16.5$ SS = 1.3)	Yaşam tatmin, dışsal ve içsel yaşam hedefleri, sağlık tutumu, spora bağlılık	Spora Bağlılık Ölçeği-2, (Scanlan ve diğ., 2016), Yaşam Tatmini Ölçeği (Satisfaction with Life Scale; Diener ve diğ., 1985), İstek Ölçeği (The Aspiration Index, Kasser ve Ryan 1996), Sağlık Tutumları Ölçeği (The Health Attitudes Index, Frederick ve Ryan 1993)	K-ortalama kümeleme yöntemi ile Spora Bağlılık Ölçeği-2 alt boyutları temel alınarak 3 grup oluşturulmuş; zorunlu sporcular, bağlı olmayan sporcular, hevesli sporcular. İlk gruptaki zorunlu sporcular spora katılım konusunda zorunluluk algısına sahipken, spora bağlılık belirgin değildir. İkinci gruptakiler, sporun olumsuz bir deneyim olarak algılanmasıyla karakterize edilmiştir Üçüncü gruptakiler, sporu olumlu bir deneyim olarak ifade eden hevesli bağlılık gösteren sporcular olarak etiketlenmiştir. Zorunlu grubundaki sporcuların diğerlerine kıyasla daha yüksek dışsal hedef ve sağlık tutumu puanları olduğu görülürken, hevesli sporcuların daha yüksek iyi oluş, gelecek hedefi ve içsel hedefe sahip olduğu ortaya konmuştur.

Tablo 2

(Devamı)

Yazar/Yazarlar	Ülke	Araştırma Deseni	Örneklem Sayısı	Yaş Ortalaması	Spora bağlılık ile ilgili incelenen değişken	Ölçüm Aracı	Elde Edilen Sonuç
Hernandez ve diğ., (2021)	İspanya	Kesitsel	479 (250 erkek, 229 kız)	16-17 yıl $(\bar{X}_{yaş} = 16.60.27$ SS = 0.50)	Performans başarısızlık korkusu, tükenmişlik, spora bağlılık	Performans Başarısızlık Değerlendirme Envanteri (PFAI; Conroy ve diğ., 2002), Spora Bağlılık Ölçeği (Scanlan ve diğ., 1993), Maslach Tükenmişlik Envanteri (Maclach ve Jackson, 1981)	Araştırma sonuçları spora bağlılığın duygusal tükenme ve duyarsızlaşma ile negatif yönde anlamlı bir ilişkiye sahip olduğunu göstermiştir. Yüksek spora bağlılık seviyesine sahip sporcuların, daha düşük kişisel başarısızlık puanlarına sahip olduğu görülmüştür. Başarısızlık korkusunun, spora bağlılıkla negatif ilişkili olduğu ortaya konarken, oluşturulan model, başarısızlık korkusunun aracılığı ile duygusal tükenme ve duyarsızlaşmanın spora bağlılığı negatif yönde ilişkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Bireysel yapıların spora bağlılık ile ilişkili önemli faktörlerden olduğu görülmektedir. Alan yazın incelendiğinde, güdülenme kavramının spora bağlılık ile ilişkili bireysel faktörler arasında ön plana çıkan kavramlardan biri olduğu görülmektedir. Örneğin Garcia-Mas ve diğerleri (2010) gerçekleştirdikleri çalışmada gençlik sporlarında güdülenme ve spora bağlılık arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Araştırmanın sonuçları, içsel ve dışsal güdülenmenin spora bağlılık ve spora katılımdan alınan zevkle anlamlı ve olumlu bir ilişkisi olduğunu göstermiştir. Güdülenmenin ise diğer öncelikler alt boyutu ile pozitif, spora katılımdan zevk alma ve spora bağlılık ile negatif ilişkisi olduğu ortaya konmuştur. Dışsal güdülenmenin spora katılımdan alınan zevk ile yüksek bir pozitif ilişkiye sahip olduğu görülmüştür. İçsel güdülenme ile spora bağlılık arasındaki pozitif ilişki ve güdülenmeme ile spora bağlılık arasında negatif bir ilişki ortaya koyan diğer çalışmalar da bu kavramın önemini göstermiştir (Zahariadis ve diğ., 2006; Pulido ve diğ., 2018; Berki ve diğ., 2019). Bundan farklı olarak Zahariadis ve diğerleri (2006) araştırmalarında dışsal güdülenme puanları ile spora bağlılık arasında anlamlı bir ilişki ortaya koymamıştır. Yapılan çalışmalarda (Berki ve diğ.2019) içsel güdülenmeye ek olarak, özümseme ve özdeşimin de hevesli bağlılığı pozitif yordadığı görülmüştür. Pulido ve diğerleri (2018) özerk güdülenmenin spora bağlılığın anlamlı pozitif yordayıcısı olduğunu ortaya koyarken, ihtiyaç tatmininin (özerklik tatmini, yeterlik tatmini ve ilişki tatmini alt boyutlarıyla) spora bağlılığın pozitif yordayıcısı olduğu, ihtiyaç engellenmesinin (yeterlik, özerklik, ilişki engellenmesi alt boyutlarıyla) ise spora bağlılığın negatif yordayıcısı olduğunu göstermişlerdir.

Son yıllarda yapılan çalışmalarda kaygı, tükenmişlik, korku gibi yapıların da spora bağlılık ile ilişkili olduğu görülmektedir. Örneğin Pons ve diğerleri (2018) müsabaka kaygısı ve spora bağlılık kavramları arasındaki ilişkide stresle başa çıkmanın aracılık rolünü araştırmışlardır. Sonuçlar görev yönelimli başa çıkmanın spora bağlılık ile anlamlı pozitif bir ilişkisi olduğunu göstermiştir. Konsantrasyon bozulması spora bağlılıkla negatif ilişkiliyken, endişenin spora bağlılıkla olumlu ilişkiye sahip olduğu ortaya konmuştur. Endişenin genç sporcular tarafından “eldeki görevle ilgili sorumluluk duygusu” olarak görülebileceği belirtilmiştir. Bir diğer çalışmada Hernandez ve diğerleri (2021), performans başarısızlık korkusu, tükenmişlik ve spora bağlılık arasındaki ilişkiyi ele almıştır. Araştırma sonuçları spora bağlılığın duygusal tükenme ve duyarsızlaşma ile negatif yönde anlamlı bir ilişkiye sahip olduğunu göstermiştir. Yüksek spora bağlılık seviyesine sahip sporcuların, daha düşük kişisel başarısızlık puanlarına sahip olduğu görülmüştür. Başarısızlık korkusunun, spora bağlılıkla negatif ilişkisi olduğu ortaya konulurken, oluşturulan model, başarısızlık korkusunun aracılığı ile duygusal tükenme ve duyarsızlaşmanın da spora bağlılıkla negatif ilişkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Spora bağlılıkla ilişkili bir diğer önemli bireysel faktörün ise sportif deneyim ve yaş olduğu görülmektedir. Örneğin Weiss ve Weiss (2007) tarafından gerçekleştirilen korelasyonel çalışmada en genç yaş grubundaki sporcuların (8-11 yaş), daha ileri yaş gruplarına göre daha yüksek spora katılımdan alınan zevk seviyelerine sahip oldukları bulunmuştur. Sportif deneyim baz alınarak oluşturulan sporcu gruplarında ise seviye 5-6 grubundaki sporcuların (yarışma düzeyinin başında, yeni sporcular), seviye 8-10 (yüksek deneyim ve müsabık düzeyindekiler) grubundaki sporculara kıyasla daha fazla spora katılımdan alınan zevk ve katılım fırsatları puanlarına sahip olduğu görülmüştür. Yüksek deneyim seviyesindeki (seviye 8-10) sporcuların ise daha yüksek diğer öncelikler puanlarına sahip olduğu ortaya konmuştur. Andreu ve Hernandez (2018) ise araştırmalarına katılan sporcuların yarışma düzeylerini U11’in ilk yıl, ikinci yıl, üçüncü yılı – U14’ün ilk yıl ve ikinci yılı, U16’nın ilk yıl ve ikinci yılı olarak gruplandırılmıştır. En yüksek spora bağlılık seviyelerinin, U11 ve U14 ilk yıl gruplarında olduğu görülmüştür. Ayrıca Spora Bağlılık Ölçeğinin katılım fırsatları alt boyutunun tüm gruplar için yıl ilerledikçe arttığı görülmüştür. Örneğin U11 ilk yıl, ikinci yıldan daha düşük katılım fırsatları puanına sahipken, ikinci yılda üçüncü yıla göre daha düşük puanlara sahip olduğu ortaya konmuştur. Son olarak Weiss (2015) gerçekleştirdiği bir diğer çalışmada, liseli katılımcıları, müsabakalara katılım düzeyine göre düzenli katılımcılar (starter), düzenli olmayan katılımcılar (sezonda %50 veya üzerinde katılım gösteren) ve katılımcı olmayanlar (sezonda %50 veya altında katılım

gösteren) şeklinde gruplara ayırmıştır. Araştırma sonuçları, katılımcı olmayanlar grubundakilerin diğer iki gruba göre, spora bağlılık ve spora katılımdan alınan zevk puanlarının düşük olduğunu, diğer öncelikler puanlarının yüksek olduğunu göstermiştir. Ayrıca düzenli katılımcıların, diğerlerine göre anlamlı bir şekilde daha yüksek kişisel yatırım seviyesine sahip olduğu görülmüştür.

Spora bağlılıkla ilişkili farklı bireysel faktörleri ele alan çalışmalar da mevcuttur. Örneğin Tamminen ve diğerleri (2016) duygu düzenleme kavramı ile spora katılımdan zevk alma ve spora bağlılık arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Yapısal eşitlik modellemesinin sonuçları, sporcuların kendini kötüleştiren duygu düzenleme stratejilerinin (self-worsening emotion regulation strategies) spora katılımdan alınan zevkle negatif ilişkili olduğunu, iyileştirici duygu düzenleme stratejilerinin (improving emotion regulation strategies) ise spora katılımdan alınan zevk ve spora bağlılık ile pozitif ilişkili olduğunu göstermiştir. Spora bağlılıkla ilişkili bireysel faktörleri ele alan bir diğer çalışmada McDonough ve Crocker (2005), öz değer ve spora bağlılık arasında zayıf pozitif ilişki olduğunu ve öz değerın spora bağlılığın düşük düzeyde anlamlı pozitif yordayıcısı olduğunu ortaya koymuşlardır. Zaman kavramının spora bağlılıkla ilişkisini inceleyen Carpenter ve Scanlan (1998) gerçekleştirdikleri boylamsal çalışmada, Spora Bağlılık Ölçeği alt boyutlarına dair ölçümler, sezonda 3 haftalık hazırlık dönemi, 10 haftalık normal sezon ve 3 haftalık play-off dönemi boyunca gerçekleştirilmiştir. İlk ölçümler 3. ve 5. haftalarda son ölçümler 10. haftada yapılmıştır. Zaman içerisinde çoğunlukla değerli fırsatlar ve spora katılımdan alınan zevk alt boyutlarında artış olduğu görülmüştür. Spordan alınan zevk puanları düşük olanlarda, spora bağlılığın da azaldığı görülmüştür. Aynı şekilde değerli fırsatlar arttıkça, bağlılığın da arttığı görülmüştür. Bir diğer boylamsal çalışmada DeJonge ve diğerleri (2019) katılımcılara iki farklı zamanda ölçüm yapmışlardır. İlk ölçümle ikinci arasında 24 aylık bir zaman bırakılmıştır. Katılımcılar başlangıçta fiziksel benlik algısı ve spora bağlılıkta orta ile yüksek puanlar bildirirken, zaman içerisinde hem fiziksel benlik algısı hem de spora bağlılık puanlarında düşüş gerçekleşmiştir. Mevcut bulgulara dayanarak, spora katılım gösteren ergen kızlar arasında fiziksel benlik kavramının geliştirilmesine odaklanan müdahalelerin değerli olabileceği belirtilmiştir. Oluşturan modele göre, başlangıçtaki fiziksel benlik kavramının 24 ay sonraki spora bağlılık düzeyleri ile anlamlı derecede pozitif ilişkiye sahip olduğu görülmüştür. Berki ve diğerleri (2020) ise kümeleme analizi yaptıkları çalışmada, psikolojik iyi oluş, yaşam tatmini ve sağlık tutumu değişkenleri arasındaki farklılıkları incelemişlerdir. “Zorunlu sporcular” olarak oluşturulan ilk kümedeki sporcuların en yüksek puanları Diğer Öncelikler alt boyutunda aldığı görülürken, diğer alt boyutlardaki puanlar orta düzeydedir. İkinci kümedeki “bağlı olmayan sporcular”, sporun olumsuz bir deneyim olarak algılanmasıyla karakterize edilmiştir. Üçüncü kümedeki sporcular, sporu olumlu bir deneyim olarak ifade eden, diğer bir deyişle spora bağlılık puanları diğer kümelere göre yüksek olan “hevesli sporcular” olarak konumlandırılmıştır. ANOVA analizi sonuçları hevesli sporcuların daha yüksek psikolojik iyi oluş ve yaşam tatmini puanlarına sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca zorunlu sporcular kümesindeki sporcuların daha yüksek sağlık tutumu puanlarına sahip olduğu ortaya konmuştur.

**Spora bağlılık ve sosyal faktörler:** Spora bağlılık ile ilişkili bireysel faktörlerin dışında, sporunun içinde bulunduğu sosyal ortam ve bu ortamdaki bireylerin de spora bağlılıkla önemli ölçüde ilişkili olduğunu ortaya koyan çalışmalar yapılmıştır (Tablo 3). Bu bağlamda derleme sonucu ele alınan çalışmalar; antrenörün oluşturduğu güdüsel iklim, akran ilişkileri, ebeveyn ilişkileri ve diğer ilişkiler başlıkları altında incelenmiştir.

Tablo 3

*Spora Bağlılık İle Sosyal Faktörlerin İlişisini Ele Alan Çalışmalar*

Yazar/Yazarlar	Ülke	Araştırma Deseni	Örneklem	Yaş Ortalaması	Spora bağlılık ile ilgili incelenen değişken	Ölçüm Aracı	Elde Edilen Sonuç
McDonough ve Crocker (2005)	Amerika Birleşik Devletleri	Kesitsel	227 kız	11 - 14 yıl. (%15 11 yaş, %35 12 yaş, %30, 13 yaş ve %20 14 yaş)	Takım arkadaşlığı kalitesi, spora bağlılık	Sporda Arkadaşlık Kalitesi Ölçeği (Weiss ve Smith, 1999) Spora Bağlılık Ölçeği (Scanlan ve diğ., 1993),	Sporda arkadaşlık-kalitesi ile spora bağlılık arasında zayıf pozitif bir ilişki olduğu ortaya konmuştur.
Weiss ve Weiss (2007)	Amerika Birleşik Devletleri	Kesitsel	304 kız	8-18 yıl ( $\bar{X}_{yaş} = 12.4$ SS = 2.3)	Algılanan maliyet Sosyal çevre ile ilişkiler Spora bağlılık Yaş grupları; orta-geç çocukluk (ilkokul), erken-orta ergenlik (orta/ortaokul) ve orta-geç ergenlik (lise) Sportif deneyim: • 5-6 grubu: spora başlangıç seviyesi • 8-10 grubu: ileri düzey spora katılım ve yarışma düzeyi	Spora Bağlılık Ölçeği (Scanlan ve diğ., 1993), Çocuklar İçin Benlik Algısı Profili (Harter 1985) İlişki Ağı Envanteri (The Network of Relationships Inventory; Furman ve Buhrmester, 1985), Algılanan Maliyet Anketi (Perceived Costs Survey, Raedeke, 1997)	Yaş grupları içerisinde; en genç yaş grubundakiler için ebeveyn sosyal kısıtlaması, en iyi arkadaş sosyal kısıtlaması ve algılanan maliyetlerin, spora bağlılığın negatif yordayıcıları olduğu görülmüştür. İkinci yaş grubundakiler için (orta) algılanan maliyetler ve ebeveyn kısıtlaması spora bağlılığın negatif yordayıcısı olarak konumlanmıştır. En ileri yaş grubundakiler için algılanan yeterlik spora bağlılığın pozitif yordayıcısıyken, algılanan maliyetlerin negatif yordayıcısı olduğu görülmüştür. Sportif deneyim için; daha alt seviyedeki sporcular için (5-6 seviye), algılanan maliyetler, antrenör sosyal kısıtlama, en iyi arkadaş sosyal kısıtlama ve takım arkadaşı sosyal kısıtlama, spora bağlılık ile negatif ilişkili iken, antrenör sosyal desteğin pozitif ilişkili olduğu ortaya konmuştur. Daha üst seviyedeki sporcular için (8-10 seviye) algılanan maliyetler ve takım arkadaşı sosyal kısıtlamanın, spora bağlılık ile negatif ilişkili olduğu bulunmuştur.

Tablo 3

(Devam)

Yazar/Yazarlar	Ülke	Araştırma Örnekleme Deseni	Yaş Ortalaması	Spora bağlılık ile ilgili incelenen değişken	Ölçüm Aracı	Elde Edilen Sonuç	
Leo ve diğ., (2009)	İspanya	Kesitsel	285 (149 erkek, 135 kız)	11-16 yıl ( $\bar{X}_{yaş} = 16.42$ ; SS = 1.54)	Algılanan güdüsel iklim, spora bağlılık	Spora Bağlılık Ölçeği (Scanlan ve diğ., 1993), Sporda Algılanan Güdüsel İklim Ölçeği (PMSCQ-2: Newton ve diğ., 2000)	Spora bağlılığım, ustalık iklimi algısı ile pozitif, performans iklimi algısı ile negatif yönde ilişkili olduğu görülmüştür. Ustalık iklimi ile spora katılımdan alınan zevk, kişisel yatırımlar, katılım fırsatları arasında olumlu ilişki, diğer öncelikler arasında olumsuz ilişki olduğu ortaya konulmuştur. Performans ikliminin ise sosyal kısıtlamalar ile pozitif ilişkiye, spora katılımdan alınan zevk ve katılım fırsatları ile negatif ilişkiye sahip olduğu görülmüştür.
Tamminen ve diğ., (2016)	Kanada	Kesitsel	451 (247 erkek, 204 kız)	( $\bar{X}_{yaş} = 16.3$ SS = 1.02)	Takımda algılanan güdüsel iklim ve duygusal düzenleme, spora bağlılık	Diğerlerinin ve Kendinin Duygu Düzenlemesi (Emotion Regulation of Others and Self scale; Niven ve diğ., 2011), Gençlik Sporlarında Akran Güdüsel İklim Envanteri (The Peer Motivational Climate in Youth Sport Questionnaire, Ntoumanis ve Vazou, 2005) Spora Bağlılık Ölçeği (Scanlan ve diğ., 1993),	Takım düzeyinde duygu düzenleme ile ilişkili olarak; takım- diğerlerini geliştirici duygusal düzenleme alt boyutu ile spora bağlılık arasında yüksek ilişki, takım- diğerlerini kötüleştirici duygusal düzenleme alt boyutu ile düşük ilişkili olarak bulunmuştur. Görev yönelimli akran iklimi spora katılımdan alınan zevk ve spora bağlılık ile pozitif bir ilişkiye sahipken, ego yönelimli akran iklimi spora bağlılık ile negatif bir ilişkiye sahip olduğu görülmüştür. Ego yönelimli akran iklimi yüksek takımlarda, kendini kötüleştirici duygusal spora katılımdan alınan zevk ile önemli ölçüde negatif ilişkiye sahip olduğu görülürken, ego akran iklimi düşük seviyedeki takımlarda böyle bir ilişki olmadığı görülmüştür. Görev yönelimli akran iklimi düşük olan takımlarda kendini geliştiren duygusal düzenleme takım- spora bağlılıkla pozitif bir ilişkiye sahipken, görev akran iklimi yüksek seviyedeki takımlarda spora bağlılık ile negatif ilişkiye sahip olduğu ortaya konmuştur. Son olarak kendini kötüleştirilen duygusal düzenleme, ego akran iklimi yüksek takımlarda spora bağlılık ile negatif ilişkiyle, bulunmuştur.

Tablo 3

(Devam)

Yazar/Yazarlar	Ülke	Araştırma Örnekleme Deseni	Yaş Ortalaması	Spora bağlılık ile ilgili incelenen değişken	Ölçüm Aracı	Elde Edilen Sonuç	
Dunn ve diğ., (2016)	Amerika Birleşik Devletleri	Kesitsel	Sporcular: 163 (126 erkek, 37 kız) Ebeveynler: 163 (78 baba, 85 erkek)	Sporcular: 8-18 yıl ( $\bar{X}_{yaş} = 16.2$ SS = 2.4) Ebeveynler: 27-59 yıl ( $X_{yaş} = 41.0$ SS = 5.6)	Algılanan ebeveyn baskısı, spora bağlılık	Spora Bağlılık Ölçeği (Scanlan ve diğ., 1993), Aktivitelere Ebeveyn Katılım Ölçeği (Parental Involvement in Activities Scale Anderson ve diğ., 2003)	Algılanan ebeveyn baskısının spora katılımından alınan zevk ve spora bağlılık ile negatif ilişkiye sahip olduğu görülmüştür. Oluşturulan model ile incelenen dolaylı ilişkilerde, ebeveynlerin mali yatırımı arttıkça algılanan ebeveyn baskısının arttığı ve spora katılımından alınan zevki ve spora bağlılığı olumsuz etkilediği ortaya konmuştur.
Garn (2016)	İngiltere	Kesitsel	209 kız	12-16 yıl ( $\bar{X}_{yaş} = 15.29$ SS = 1.23)	Takım arkadaşlarından algılanan sosyal kabul, spora bağlılık	Spora Bağlılık Ölçeği (Scanlan ve diğ., 1993), Algılanan Kabul Ölçeği (Perceived Acceptance Scale Brock ve diğ., 1998)	Oluşturulan modele göre takım arkadaşlarından algılanan sosyal kabul ile spora bağlılık arasında düşük seviyede pozitif doğrudan ilişki görülürken, spora katılımından alınan zevk, kişisel yatırımlar, katılım fırsatları aracılığıyla, takım arkadaşlarından algılanan sosyal kabul ile spora bağlılık arasında anlamlı pozitif bir ilişki olduğu görülmüştür. Takım arkadaşlarından algılanan sosyal kabul ile katılımından alınan zevk, kişisel yatırımlar, katılım fırsatları arasındaki doğrudan ilişkinin pozitif ve anlamlı, sosyal kısıtlamaların ise negatif ve anlamlı ilişkiye sahip olduğu ortaya konmuştur. Takım arkadaşlarından algılanan sosyal kabulün, spora katılım ve kişisel yatırımlar ile en yüksek ilişkiye sahip olduğu görülmüştür.
Izad ve diğ., (2016)	İran	Kesitsel	94 (42 erkek, 52 kız)	13-18 yıl	Antrenörden algılanan sosyal destek, spora bağlılık	Kişilerarası Davranışlar Ölçeği (The interpersonal Behaviours Scale; Pelletier ve diğ., 2001), Spora Bağlılık Ölçeği (Scanlan ve diğ., 1993),	Araştırma sonuçları antrenörden algılanan sosyal destek ile spora bağlılık arasında anlamlı pozitif bir ilişki olduğunu göstermiştir. Ayrıca kızlarda özerklik destekleyici alt boyutunun spora bağlılığın en güçlü pozitif yordayıcısı olduğu ortaya koyulurken, erkeklerde ilişkililik destekleyici alt boyutunun spora bağlılığın en güçlü pozitif yordayıcısı olduğu saptanmıştır.



Tablo 3

(Devam)

Yazar/Yazarlar	Ülke	Araştırma Örnekleme Deseni	Yaş Ortalaması	Spora bağlılık ile ilgili incelenen değişken	Ölçüm Aracı	Elde Edilen Sonuç
Martin ve diğ., (2017)	Amerika Birleşik Devletleri	Kesitsel	303 (167 erkek, 133 kız)	$(\bar{X}_{yaş} = 14.89 \text{ SS} = 1.77)$	Sporla sosyal kimlik, spora bağlılık, bireysel-takım sporları	Sporla Sosyal Kimlik Ölçeği (Bruner ve diğ., 2014) Spora Bağlılık Ölçeği (Scanlan ve diğ., 1993), Bireysel sporlar düzeyinde, sporda sosyal kimliğin grup içi bağlar (in-group ties) ve grup içi duygulanım (in-group affect) alt boyutlarının spora bağlılığı pozitif yordadığı görülmüştür. Takım sporları düzeyinde ise, grup içi bağlar (in-group ties) alt boyutunun spora bağlılığı pozitif olarak yordadığı ortaya konmuştur.
Hall ve diğ., (2017)	Amerika Birleşik Devletleri	Kesitsel	400 (190 kız, 203 erkek)	14-18 yıl $(\bar{X}_{yaş} = 15.9 \text{ SS} = 1.23)$	Antrenörün oluşturduğu güdüsel iklim, spora bağlılık	Yardımlaşma İklimi Ölçeği (Caring Climate Scale; Newton ve diğ., 2007), Sporla Algılanan Güdüsel İklim Ölçeği (Seifriz ve diğ., 1992) Spora Bağlılık Ölçeği (Scanlan ve diğ., 1993), Bireysel sporlarda, görev yönelimli ve yardımlaşma iklimi arttıkça, spora bağlılığın arttığı bulunmuştur. Takım sporlarında ise, görev yönelimli iklim arttıkça spora bağlılığın arttığı, yani görev yönelimli iklimin spora bağlılığı pozitif yönde yordadığı bulunmuştur.
Pulido ve diğ., (2018)	İspanya	Kesitsel	430 erkek	12-18 yıl $(\bar{X}_{yaş} = 14.21 \text{ SS} = 1.67)$	Algılanan destekleyici veya engelleyici antrenörlük tarzı, spora bağlılık	Antrenörlerin Kişilerarası Tarz Ölçeği (Coaches' Interpersonal Style Questionnaire; Pulido ve diğ., 2017), Spora Bağlılık Ölçeği (Scanlan ve diğ., 1993), Destekleyici antrenör tarzının, spora bağlılığı pozitif yordadığı, engelleyici antrenör tarzının ise spora bağlılığın negatif yordayıcısı olduğu ortaya konmuştur.

**Antrenörün Oluşturduğu Güdüsel İklim:** Alanyazın incelendiğinde antrenörlerin oluşturduğu ortam/iklimin sporcuların spora bağlılığı için oldukça kritik bir rolü olduğu görülmektedir. Örneğin Pulido ve diğerleri (2018) antrenör tarafından oluşturulan antrenman ortamının sporcu bağlılığıyla ilişkisini incelemiştir. Yapısal eşitlik modeli analizi, destekleyici antrenör tarzının, içsel güdülenmeyi arttırdığını ve bunun da spora bağlılığı pozitif yordadığını göstermiştir. Diğer yandan engelleyici antrenör davranışının güdülenmeme ile pozitif ilişkili olduğunu ve spora bağlılıkla olumsuz yönde ilişkiye sahip olduğunu ortaya konmuştur. Hall ve diğerleri (2017) güdüsel iklim ile spora bağlılık arasındaki ilişkiyi hem bireysel hem de takım düzeyinde araştırmıştır. Çalışmanın sonuçları hem bireysel hem takım sporlarında görev yönelimi ikliminin spora bağlılık ile pozitif ve anlamlı bir ilişkiye sahip olduğunu göstermiştir. Bir diğer çalışmada Leo ve diğerleri (2009) antrenörlerin oluşturduğu güdüsel iklim ile spora bağlılık arasındaki ilişkilerin ölçülmesini amaçlamışlardır. Araştırma sonuçları spora bağlılığın, antrenör tarafından oluşturulan ustalık iklimi algısı ile pozitif, performans iklimi algısı ile negatif yönde ilişkili olduğunu göstermiştir. Ustalık iklimi ile spora katılımdan alınan zevk, kişisel yatırımlar, katılım fırsatları arasında olumlu ilişki varken, diğer öncelikler arasında olumsuz ilişki olduğu ortaya konulmuştur. Performans ikliminin ise sosyal kısıtlamalar ile pozitif ilişkiye, spora katılımdan alınan zevk ve katılım fırsatları ile negatif ilişkiye sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca regresyon analizi sonuçları ustalık ikliminin spora bağlılığın pozitif ve anlamlı yordayıcısı olduğunu göstermiştir. Izad ve diğerleri (2016) ise antrenörden algılanan sosyal destek ile spora bağlılık arasındaki ilişkiyi ele almıştır. Araştırma sonuçları antrenörden algılanan sosyal destek ile spora bağlılık arasında anlamlı pozitif bir ilişki olduğunu göstermiştir. Ayrıca kızlarda özerklik- destekleyici alt boyutunun spora bağlılığın en güçlü pozitif yordayıcısı olduğu ortaya konulurken, erkeklerde ilişkililik-destekleyici alt boyutunun spora bağlılığın en güçlü pozitif yordayıcısı olduğu görülmüştür.

**Akran İlişkileri:** Sporunun sosyal çevresini oluşturan önemli rollerden biri de takım arkadaşlarıdır. Spora bağlılıkla ilişkili sosyal faktörlerden biri olarak ön plana çıkan arkadaşlık kavramını ele alan araştırmacılardan Garn (2016), takım arkadaşları tarafından kabul görme duygusu ile spora bağlılık arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmanın sonuçları takım arkadaşlarından algılanan sosyal kabul ile spora katılımdan alınan zevk, kişisel yatırımlar, katılım fırsatları arasında pozitif, sosyal kısıtlamalar arasında negatif ilişki olduğunu göstermiştir. Algılanan sosyal kabul ile en yüksek ilişkinin, spora katılımdan alınan zevk ve kişisel yatırımlar arasında olduğu ortaya konmuştur. McDonough ve Crocker (2005) ise sporda arkadaşlık-kalitesi ile spora bağlılık arasında zayıf bir pozitif ilişki olduğunu rapor etmişlerdir.

Tamminen ve diğerleri (2016) araştırmalarında takımda algılanan güdüsel iklim, duygusal düzenleme ve spora bağlılık arasındaki ilişkiyi ele almışlardır. Takım düzeyinde duygu düzenleme ile ilişkili olarak; takım- diğerlerini geliştirici duygusal düzenleme alt boyutu ile spora bağlılık arasında yüksek ilişki, takım- diğerlerini kötüleştirici duygusal düzenleme alt boyutu ile düşük ilişki bulunmuştur. Görev yönelimli akran iklimi hem spora katılımdan alınan zevk hem de spora bağlılık ile pozitif bir ilişkiye sahipken, ego yönelimli akran ikliminin spora bağlılık ile negatif ilişkiye sahip olduğu görülmüştür. Ego yönelimli akran iklimi yüksek takımlarda, kendini kötüleştirici duygusal düzenlemenin (self-worsening), spora katılımdan alınan zevk ile önemli ölçüde negatif ilişkiye sahip olduğu görülürken, ego akran iklimi düşük seviyedeki takımlarda böyle bir ilişki olmadığı görülmüştür. Beklenmedik bir şekilde, kendini geliştiren duygusal düzenleme ile spora bağlılık arasındaki ilişkinin, daha düşük görev akran iklimine sahip takımlarda pozitif olduğu görülmüştür. Daha yüksek görev akran iklimine sahip takımlarda bu ilişkinin negatif olduğu ortaya konmuştur. Bu sonuç ilginç bulunmuştur çünkü kişinin duygularını iyileştirme çabalarının, görevde ustalık arayışına daha az yönelmiş takımlardaki sporcular için spora bağlılığı artıran bir mekanizma olarak hareket edebileceği fikrini sunmuştur. Son olarak kendini kötüleştiren (self-worsening) duygusal düzenleme, ego akran iklimi yüksek takımlarda spora bağlılık ile negatif ilişkili bulunmuşken, ego akran iklimi düşük takımlarda bu ilişkiye rastlanmamıştır.

**Ebeveyn İlişkileri:** Sporunun sosyal çevresine dâhil olan bir diğer önemli figür ise ebeveynlerdir. Dunn ve diğerleri (2016) ebeveynlerin spora katılım için yaptığı mali yatırımın sporcu üzerindeki baskısı ve spora katılımdan alınan zevk ile spora bağlılığın ilişkisini incelemişlerdir. Araştırma kapsamında ebeveynlerin spora yaptığı mali yatırım tespiti için yıllık hane geliri ve yaptıkları harcamaları (takım kayıtları, ekipman ve uniformalar, kamplar, seyahat ve konaklama) bildirmeleri istenmiştir. Aileler arasında finansal yatırımı standartlaştırmak için, her ailenin raporlanan brüt yıllık gelirinin sporunun spor katılımı için harcanan miktarın yüzdesini temsil eden bir değişken oluşturulmuştur. Araştırma sonuçları, algılanan ebeveyn baskısının spora katılımdan alınan zevk ve spora bağlılık ile negatif ilişkili olduğunu göstermiştir. Aileden yüksek baskı hissedenlerin, düşük düzeyde spora katılım zevki ve spor bağlılığına sahip oldukları ortaya konmuştur. Ayrıca mali yardım arttıkça, baskının da arttığı görülmüştür. Bulgular, ebeveynlerin spora mali yatırımı ile sporunun spordan aldığı zevk ve bağlılığı arasındaki ters ilişkiyi göstermiştir.

**Diğer İlişkiler:** Bir diğer çalışmada Weiss ve Weiss (2007) yaş grubu ve sportif deneyime göre; algılanan maliyet, sosyal çevre ile ilişkiler ve spora bağlılık arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Katılımcılar yaş gruplarına göre üçe ayrılmıştır. Bu yaş grupları orta-geç çocukluk (ilkokul), erken-orta ergenlik (orta/ortaokul) ve orta-geç ergenlik (lise) olarak nitelendirilmiştir. Yaş grupları içerisinde; en genç yaş grubundakiler için ebeveyn, antrenör ve en iyi arkadaş sosyal kısıtlaması (spora katılma zorunluluğu hissi ile ilgili algılanan sosyal baskılar) ve algılanan maliyetler (müsabık spora katılım ile ilgili algılanan negatif durumlar), spora bağlılığın negatif yordayıcıları olduğu görülmüştür. Erken-orta ergenlik grubundakiler için algılanan maliyetler ve ebeveyn kısıtlaması, spora bağlılığın negatif yordayıcısı olarak konumlanmıştır. Orta-geç ergenlik grubundakiler için algılanan yeterlik spora bağlılığın pozitif yordayıcısıyken, algılanan maliyetlerin spora bağlılığın negatif yordayıcısı olduğu görülmüştür. Sportif düzey ele alındığında daha alt seviyedeki sporcular için (5-6 seviye: spora başlangıç seviyesi), sosyal kısıtlamanın tüm alt boyutları (antrenör, en iyi arkadaş ve takım arkadaşı sosyal kısıtlama alt boyutları) ve algılanan maliyetler spora bağlılık ile negatif ilişkiye sahipken, antrenör sosyal desteğinin pozitif ilişkiye sahip olduğu ortaya konmuştur. Daha üst seviyedeki sporcular için (8-10 seviye: ileri düzey spora katılım ve yarışma düzeyi) algılanan maliyetler ve takım arkadaşı sosyal kısıtlamasının, spora bağlılık ile negatif ilişkiye sahip olduğu bulunmuştur. Sporda sosyal kimlik ve spora bağlılık kavramlarını ele alan Martin ve diğerleri (2017)'nin araştırmasında ise bireysel sporlar düzeyinde, sporda sosyal kimliğin grup içi bağlar (in-group ties) ve grup içi duygulanım (in-group affect) alt boyutlarının spora bağlılığı pozitif yordadığı görülmüştür. Takım sporları düzeyinde ise, grup içi bağlar (in-group ties) alt boyutunun spora bağlılığı pozitif olarak yordadığı ortaya konmuştur.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Spora bağlılık kavramı, sporcuları spora dahil etmek ve spora katılımlarını sürdürebilmek için gerekli faktörleri vurgulayarak, antrenör, ebeveyn ve sporcuların uygulamaları ve farkındalıklarını geliştirebilecek önemli bir kavramsal çerçeve sağlamaktadır. Bu araştırma çerçevesinde spora bağlılık ile ilişkili bireysel ve sosyal faktörler incelenmiştir.

Bu çalışmanın bulguları, sportif geçmiş ve deneyim, stresle başa çıkma becerisi, duygu düzenleme, güdülenme, sporda tükenmişlik gibi bireysel faktörlerin spora bağlılığın önemli belirleyicileri olduğunu göstermektedir. Bunun yanı sıra sporcuların sosyal çevresine dâhil olan ebeveynler, antrenörler ve takım arkadaşlarının da spora bağlılıkla ilişkili olduğu görülmektedir. Spora bağlılığı yüksek sporcuların, spora katılımdan daha yüksek düzeyde zevk aldığı, sporun sağladığı katılım fırsatlarını daha çok önemseydiği, çevresindeki sosyal desteği daha çok hissettiği bilinmektedir. Bunun aksine spora bağlılığı yüksek olanların, sosyal kısıtlamaları ve diğer alternatifleri daha az önemsedikleri görülmektedir (Scanlan ve diğ., 2016). Bu bağlamda spora bağlılık ile ilişkili olan faktörleri anlamak, sporu bırakma veya spora katılımı sürdürmeme eğiliminde olan sporculara destek olmada yardımcı olabilir ve çözüm sunabilir.

Bu çalışmanın bulguları spesifik olarak ele alındığında; sporcunun içsel olarak güdülenmesinin sporcu bağlılığı ile pozitif ilişkiye sahip olduğu görülmektedir. Buna ek olarak görev yönelimli stresle başa çıkma stratejilerinin kullanılması, bireysel anlamda spora katılımdan alınan zevki arttırmakta ve spora bağlılıkla olumlu yönde ilişkiye sahip faktörler olarak ön plana çıkmaktadır. Güdülenmeme puanı yüksek olan, spor deneyimi az olan, spora katılımdan alınan zevke, fırsatlara dair duyarsızlaşmaya başlayan (tükenmişlik), konsantrasyon seviyesi düşük sporcuların ise spora bağlılığının azaldığı görülmektedir. Ek olarak sporda deneyim arttıkça, spora katılımdan alınan zevkin azaldığı görülmektedir (Zahariadis ve diğ., 2006; Pons ve diğ., 2008; Garcia-Mas ve diğ. 2010). Bu sonuçlar bağlamında spora bağlılığı arttırmada, bireyin spora katılımını içsel olarak güdüleyen kaynakların bilinmesi ve desteklenmesinin kritik öneme sahip olduğu söylenebilir. Ayrıca sporda deneyim artışıyla beraber oyundan alınan zevkin kaybedilmemesi için stratejiler geliştirmenin spora bağlılığın geliştirilmesine olumlu katkıları olabilir.

Çalışmanın bulgularından spora bağlılık ile ilişkili sosyal faktörleri ele aldığımızda ise antrenörün oluşturduğu iklimin, spora bağlılık üzerinde önemli bir rolü olduğu görülmektedir. Araştırmalar antrenörün oluşturduğu görev ve yardımlaşma odaklı güdüsel iklimin spora bağlılık düzeyi ile pozitif ilişkili olduğunu göstermektedir. Ayrıca sporcunun, antrenörden sosyal destek algıladığında spora bağlılığın arttığı görülmüştür (Izad ve diğ., 2016; Hall ve diğ., 2017). Engelleyici antrenörlük tarzının ise güdülenmemeye sebep olduğu ve spora bağlılığı düşürdüğü ortaya konmuştur (Pulido ve diğ., 2018). Ayrıca ustalık iklimi algısının spora bağlılığı pozitif yönde ilişkili olduğu, performans ikliminin spora bağlılıkla negatif ilişkili olduğu görülmüştür (Leo ve diğ., 2009). Sporcunun ustalık iklimi algısı arttıkça, spora katılımdan daha çok zevk almakta ve performans iklimi bağlılığı düşürmektedir. Bu bağlamda antrenör davranışlarının spora bağlılıkla önemli ölçüde ilişkili sosyal bir faktör olduğu söylenebilir. Buna ek olarak algılanan ebeveyn baskısı ve takım arkadaşlarından algılanan sosyal kabul ve arkadaşlık kalitesi de sporcu bağlılığıyla ilişkili diğer sosyal faktörler olarak ön plana çıkmaktadır (McDonough ve Crocker 2005; Dunn ve diğ., 2016; Garn 2016). Sporcu, ebeveyninden baskı algıladıkça spora katılımdan aldığı zevk azalmakta ve spora bağlılık ile negatif bir ilişki ortaya çıkmaktadır. Takım arkadaşlarından algıladığı sosyal kabul arttığında ise, spordan alınan zevk de artmakta ve spora bağlılık ile pozitif yönde bir ilişki oluşmaktadır. Bu sonuçlar ebeveyninden baskı hissetmenin spora bağlılığa zarar verdiğini ve takım arkadaşlarından sosyal kabul görmesinin ise spora daha çok bağladığını göstermektedir.

Günümüz dünyasında fiziksel olarak aktif yaşamın önemi giderek artarken, spora katılımı sürdürmede spora bağlılık kavramı kritik bir role sahiptir. Spora bağlılık kavramı üzerinden edinilen bilgi, antrenörlerin takımda yarattıkları ortam, takım arkadaşları arasındaki ilişkiler, ebeveynlerin sporcular üzerinde kurdukları baskı konusunda bilinç kaynağı olabilir ve spora bağlılığı sağlayan mekanizmalar güçlendirilebilir. Antrenörlerle birlikte bu süreçte etkin rol oynayan ebeveynler de çocuklarının, akran sosyal kabulü sürecinde yardımcı olabilirler. Spor psikologları da ebeveyn-sporcu ilişkisi, antrenör-sporcu ilişkisi ve akran ilişkilerinde sporculara yardımcı olarak, spora katılımdan alınan zevkin artmasına, dolayısıyla spora olan bağlılığın gelişmesine katkıda bulunabilirler. Buna ek olarak stres yönetimi, kişilerarası iletişim becerileri gibi faktörlere dair uygulamalar ve eğitimlerle sporcuların spora bağlılığı artırılabilir.

Bu sistemantik derlemenin bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. İlk olarak, bu çalışmaya örnekleme ergen sporculardan oluşan çalışmalar dâhil edilmiştir. Bu sebeple, spora bağlılığın farklı örneklem gruplarındaki etkilerinin veya spora bağlılıkla ilişkili faktörlerin incelenmesi adına katkı sunacaktır. Bir diğer sınırlılık ise yalnızca İngilizce dilinde hazırlanan araştırmaların derlemeye dâhil edilmesidir. Gelecekte gerçekleştirilecek çalışmalarda, farklı dilde hazırlanan, yetişkin örneklemelerinin de dâhil edildiği sistemantik derlemeler konunun kapsamını genişletecektir. Son olarak, bu derlemede sadece hakemli dergilerde yayımlanmış ve nicel yöntem kullanmış çalışmalar incelenmiştir. Gelecekteki çalışmalarda

spora bağlılığı inceleyen tezler ve nitel yöntem kullanan araştırmaların incelenmesi spora bağlılık konusundaki bilgi birikimimizi zenginleştirecektir.

**Yazar Katkısı (Author contributions):**

1. **Halis Egemen MERDAN:** Tasarım, Veri İşleme, Analiz-Yorum, Makale yazımı
2. **Emine ÇAĞLAR:** Fikir, Tasarım, Denetleme, Veri İşleme, Analiz-Yorum, Makale yazımı, Eleştirel İnceleme

## KAYNAKÇA

1. **Andreu, J.M.N., ve Hernández, J. G.** (2018). Commitment, fear to be evaluated and drop out in young footballers according to the sport category. *European Journal of Physical Education and Sport Science* . 4 (8), 10-20.
2. **Ashdown-Franks, G., Sabiston, C. M., Solomon-Krakus, S., ve O'Loughlin, J. L.** (2017). Sport participation in high school and anxiety symptoms in young adulthood. *Mental Health and Physical Activity*, 12, 19-24.
3. **Berki, T., Piko, B. F., ve Page, R. M.** (2019). The relationship between the models of sport commitment and self-determination among adolescent athletes. *Acta Facultatis Educationis Physicae Universitatis Comenianae*, 59(2), 79–95.
4. **Berki, T., Piko, B.F., ve Page, R.M.** (2020). Sport commitment profiles of adolescent athletes: Relation between health and psychological behaviour. *Journal of Physical Education and Sport*, 20(3), 1392-1401.
5. **Bradley, J., Keane, F., ve Crawford, S.** (2013). School sport and academic achievement. *The Journal of School Health*, 83 (1), 8–13.
6. **Carpenter, P.J., Scanlan, T.K., Simons, J.P., ve Lobel, M.** (1993). A test of the sport commitment model using structural equation modeling. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 15(2), 119-133.
7. **de Jonge, M.; Mackowiak, R.; Pila, E.; Crocker, P.R.ve Sabiston, C.M.** (2019) The relationship between sport commitment and physical self-concept: Evidence for the self-enhancement hypothesis among adolescent females. *Journal of Sports Sciences*. 37, 2459–2466.
8. **Dunn, C. R., Dorsch, T. E., King, M. Q., ve Rothlisberger, K. J.** (2016). The impact of family financial investment on perceived parent pressure and child enjoyment and commitment in organized youth sport. *Family Relations*, 65, 287–299.
9. **Eime, R.M., Young, J.A., Harvey, J.T., Charity, M.J. ve Payne, W.R.A.** (2013). Systematic review of the psychological and social benefits of participation in sport for children and adolescents: informing development of a conceptual model of health through sport. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*; 10, 98-129
10. **Gabriele, J.M., Gill, D.L., ve Adams, C.E.** (2011). The roles of want to commitment and have to commitment in explaining physical activity behavior. *Journal of Physical Activity and Health*, 8(3), 420-428.
11. **Gagliardi, A.G., Walker, G.A., Dahab, K.S., Seehusen, C.N., Provance, A.J., Albright, J.C., ve Howell, D.R.** (2020). Sports participation volume and psychosocial outcomes among healthy high school athletes. *Journal of Clinical and Translational Research*. 6, 54–60.
12. **Garcia-Mas, A., Palou, P., Gili, M., Ponseti, X., Borrás, P. A., Vidal, J., Cruz, J., Torregrosa, M., Villamarín, F. ve Y Sousa, C.** (2010). Commitment, enjoyment and motivation in young soccer competitive players. *The Spanish Journal of Psychology*, 13(2), 609-616
13. **Garn, A.** (2016). Perceived teammate acceptance and sport commitment in adolescent female volleyball players. *Sport Psychologist*. 30, 30–39.
14. **Goddard, SG, Stevens, JC, Jackman PC, ve Swann C.** (2021). A systematic review of flow interventions in sport and exercise, *International Review of Sport and Exercise Psychology*. 14, 36-72
15. **González-Hernández J., da Silva, C., M. Monteiro D., Alesi M., Gómez-López, M.** (2021) Effects of commitment on fear of failure and burnout in teen Spanish handball players. *Frontiers in Psychology*. 12, 53-63
16. **Gröpel, P., Mesagno, C.** (2019). Choking interventions in sports: A systematic review. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 12(1), 176–201.
17. **Guillet, E., Sarrazin, P., Carpenter, P., Trouilloud, D., ve Cury. F.** (2002). Predicting persistence or withdrawal in female handballers with Social Exchange theory. *International Journal of Psychology*, 37 (2), 92-104.
18. **Hagiwara, G., ve Isogai, H.** (2014). Examining the commitment for competitive sports- development of Japanese version of sports commitment scale-. *Japanese Journal of Sport Psychology*, 41(2), 131-142.
19. **Hall M, S., Newland, A., Newton, M., Podlog L., ve Baucom B., R.** (2017). Perceptions of the social psychological climate and sport commitment in adolescent athletes: A multilevel analysis, *Journal of Applied Sport Psychology*, 29:1, 75-87.
20. **Hong Q., N., Pluye P, Fabregues S., Barlett G., Boardman F., Cargo M., Dagenais P., Gagnon MP., Griffiths F., Nicolau B., O’Cathain A., Rosseau MC., Vedel I.** (2018) The mixed methods ` appraisal tool (MMAT) version 2018 for information professionals and researchers. *Education for Information*, 34 (4) 285–291.
21. **Izad, N., H., Badami R., Baluch B., dan Linda J. ve Duffy, L., J.** (2016). The perception of same gender coaches by iranian skaters and its influence on sport achievement motivation and commitment. *International Journal of Science Culture and Sport*. 4(1), 1-13.
22. **Jewett, R., Sabiston, CM., Brunet, J., O’Loughlin, E., Scarapicchia, T., ve O’Loughlin, J.** (2014). Sport participation during adolescence and mental health in early adulthood. *Journal of Adolescent Health*, 55, 640- 644.
23. **Kelley, H.H., ve Thibaut, J.W.** (1978). *Interpersonal relations: A theory of interdependence*. Wiley-Interscience.

24. Kelley, H. H., Berscheid, E., Christensen, A., Harvey, J. H., Huston, T. L., Levinger, G., Peterson, D., R. (1983). Analyzing close relationships. In H. H. Kelley, E. Berscheid, A. Christensen, J. H. Harvey, T. L. Huston, G. Levinger & D. R. Peterson (Eds.), *Close relationships* (pp. 20-67). Freeman
25. Kilpatrick, M., Hebert, E., ve Bartholomew, J. (2005). College students' motivation for physical activity: Differentiating men's and women's motives for sport participation and exercise. *Journal of American College Health*, 54(2), 87-94.
26. Leo, F. M., Sánchez, P. A., Sánchez, D., Amado, D. ve García-Calvo, T. (2009). Influence of the motivational climate created by coach in the sport commitment in youth basketball players. *Revista de Psicología del Deporte*, 18(3), 375-378.
27. Meghan H. McDonough ve Peter R. E. Crocker (2005). Sport participation motivation in young adolescent girls, *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 76:4, 456-467.
28. Nichols, G. (1997). A consideration of why active participation in sport and leisure might reduce criminal behaviour. *Sport, Education and Society*, 2(2), 81- 90.
29. O'Neil L. ve Hodge K. (2019). Commitment in sport: the role of coaching style and autonomous vs. controlled motivation, *Journal of Applied Sport Psychology*, 32(6), 607-617.
30. Page MJ., McKenzie JE., Bossuyt PM., Isabella B., Tammy H., Cynthia DM., Larissa S., Jennifer MT., Elie A., Sue EB., Roger C., Julie G., Jeremy MG., Asbjorn H., Manoj ML., Tianjing L., Elizabeth WL., Steve M., Luke AM., James T., Andrea T., Vivian A., Penny W., David M. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *British Medical Journal*. 372: 71- 93.
31. Pedersen BK, ve Saltin B. (2006). Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease. *Scandinavian Journal of Medicine Science in Sports*; 16:3-63.
32. Pons, J., Viladrich, C., Ramis, Y., ve Polman, R. (2018). The mediating role of coping between competitive anxiety and sport commitment in adolescent athletes. *The Spanish Journal of Psychology*. 21: 41 - 63.
33. Pulido, J. J., Sánchez-Oliva, D., Sánchez-Miguel, P. A., Amado, D., ve García-Calvo, T. (2018). Sport commitment in young soccer players: a self-determination perspective. *International Journal of Sports Science Coaching*. 13, 243-252.
34. Rusbult, C.E. (1980). Satisfaction and commitment in friendships. *Representative Research in Social Psychology*, 11, 96-105.
35. Rusbult, C.E., ve Farrell, D. (1983). A longitudinal test of the investment model: The impact of job satisfaction, job commitment, and turnover of variations in rewards, costs, alternatives, and investments. *Journal of Applied Psychology*, 68 (3): 429-438.
36. Rusbult, C.E., Johnson, D., ve Morrow, G. (1986). Predicting satisfaction and commitment in adult romantic involvements: An assessment of the generalizability of the investment model. *Social Psychology Quarterly*, 49 (1): 81-89
37. Rusbult C.E. , Farrell D. , Rogers G., ve Mainous A. G. (1988). Impact of exchange variables on exit, voice, loyalty, and neglect: An integrative model of responses to declining job satisfaction. *Academy of Management Journal*, 31: 599-627
38. Scanlan, T. K., Carpenter, P. J., Schmidt, G. W., Simons, J. P., ve Keeler, B. (1993). An introduction to the sport commitment model. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 15(1): 1-15.
39. Scanlan, T.K., Russell, D.G., Beals, K.P., ve Scanlan, L.A. (2003). Project on elite athlete commitment (PEAK): II. A direct test and expansion of the Sport Commitment Model with elite amateur sportsmen. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 25, 377- 401.
40. Scanlan, T. K., Russell, D. G., Magyar, T. M., ve Scanlan, L. A. (2009). Project on elite athlete commitment (PEAK): III. An examination of the external validity across gender, and the expansion and clarification of the sport commitment model. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 31, 685-705.
41. Scanlan,T.K., Russell,D.G., Scanlan,L.A., Klunchoo,T.J., ve Chow,G.M. (2013). Project on Elite Athlete Commitment (PEAK): IV. Identification of new candidate commitment sources in the Sport Commitment Model. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 35(5), 525-535.
42. Scanlan, T. K., Chow, G. M., Sousa, C., Scanlan, L. A., ve Knifsend, C. A. (2016). The development of the Sport Commitment Questionnaire-2 (English version). *Psychology of Sport & Exercise*, 22, 233-246.
43. Sevarsson ES, Svansdottir E, ve Sveinsson T. (2017) Organized leisure-time sport participation and academic achievement in preadolescents. *Scandinavian Journal of Public Health* ,45:86- 107.
44. Shores, K.A. Becker, C.M. Moynahan, R.; Williams, R. ve Nelson, C. (2015). The relationship of young adults' health and their sports participation. *Journal of Sport Behavior*. 38, 306-320.
45. Sousa, C., Torregrosa, M., Vilardich,C., Villamarín,F., ve Cruz,J. (2007). The commitment of young soccer players. *Psicothema*, 29(2), 256-262.
46. Tamminen, K. A., Gaudreau, P., McEwen, C. E., ve Crocker, P. R. E. (2016). Interpersonal emotion regulation among adolescent athletes: A bayesian multilevel model predicting sport enjoyment and commitment. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 38(6), 541-555.
47. Vella SA, Cliff DP, Magee CA ve Okely AD. (2014). Sports participation and parent- reported health-related quality of life in children: longitudinal associations. *The Journal of Pediatrics*, 164(6):1469-74.

48. **Veliz P, ve Shakib S.** (2014) Gender, academics, and interscholastic sports participation at the school level: A gender-specific analysis of the relationship between interscholastic sports participation and AP enrollment. *Sociological Focus*. 47:101–120
49. **Weiss, M. R. ve Ferrer-Caja, E.** (2002). Motivational orientations and sport behavior. In T. S. Horn (Ed.), *Advances in Sport Psychology* (2nd ed., pp. 101-183). Champaign, IL: *Human Kinetics*.
50. **Weiss, W. M. ve Weiss, M. R.** (2003). Attraction- and entrapment-based commitment among competitive female gymnasts. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 25, 229-247.
51. **Weiss, W.M. ve Weiss, M.R.** (2007). Sport commitment among competitive female gymnasts: A developmental perspective. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 78(2), 90-102.
52. **Weiss, W. M.** (2015). Competitive-level differences on sport commitment among high school and collegiate-level athletes. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 13(3), 286–303.
53. **Wilson, P. M., Rodgers, W. M., Carpenter, P. J., Hall, C., Hardy, J., ve Fraser, S. N.** (2004). The relationship between commitment and exercise behavior. *Psychology of Sport & Exercise*, 5, 405-421.
54. **World Health Organization** (2021, July 20). *WHO and the International Olympic Committee sign agreement to improve healthy lifestyles*. [http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2010/ioc\\_20100721/en/index.html](http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2010/ioc_20100721/en/index.html)
55. **World Health Organization** (2021, July 20). *Physical activity strategy for the WHO European region 2016*. [https://www.euro.who.int\\_data/assets/pdf\\_file/0014/311360/Physical-activity-strategy-2016-2025.pdf](https://www.euro.who.int_data/assets/pdf_file/0014/311360/Physical-activity-strategy-2016-2025.pdf)
56. **World Health Organization** (2021, July 20). *World Health organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behavior*. <https://bjsm.bmj.com/content/54/24/1451>
57. **Zahariadis, P., H. Tsorbatzoudis ve K. Alexandris,** (2006). Self-Determination in sport commitment. *Perceptual and Motor Skills*. 102(2), 405–420.



## Solunumsal Yanıtlara Dayalı Yeni Bir Eşik Belirleme Yöntemi Olarak Respirasyon Eşiği ve Kritik Gücü Göstermedeki Başarısı

Respiratory Threshold as A New Threshold Determination Method based on Respiratory Responses and It's Success to Indicate Critical Power

<sup>1</sup>Hakan AS

ORCID No: 0000-0002-1848-6251

<sup>2</sup>Görkem Aybars BALCI

ORCID No: 0000-0002-5720-1706

<sup>3</sup>Engin YILDIZTEPE

ORCID No: 0000-0002-7617-4934

<sup>2</sup>Özgür ÖZKAYA

ORCID No: 0000-0003-4222-5761

<sup>1</sup>Ege Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Spor Sağlık Bilimleri Programı

<sup>2</sup>Ege Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü

<sup>3</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü

### Yazışma Adresi

### Corresponding Address:

Prof. Dr. Özgür ÖZKAYA

Ege Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı

E-posta: ozgur.ozkaya@ege.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 22.04.2022

Kabul Tarihi (Accepted): 12.09.2022

### ÖZ

Yeni bir solunumsal eşik türü olarak ortaya atılan respirasyon eşiği (RE) kademeli bir rampa testinde dakika ventilasyonu bölü ekspirasyon sonu CO<sub>2</sub> kısmi basıncı (V<sub>E</sub>/P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>) değerindeki zamana bağlı değişimlerin analizine dayanır. Ancak RE tekniğinin yaygın olarak kullanılan önemli bir eşik belirleme yöntemi olan kritik gücü (KG) hangi düzeyde işaret edebildiğine odaklanan bir araştırma bulgusu rapor edilmemiştir. Bu çalışmanın amacı, RE tekniği kullanılarak elde edilen egzersiz şiddetinin, KG'yi hangi düzeyde karşılayabildiğini araştırmaktır. Çalışmaya iyi antrene on erkek bisiklet sporcusu katılmıştır. Sporcuların gaz değişim eşiği (GDE), solunumsal kompanzasyon noktası (SKN) ve RE düzeyleri kademeli rampa testleriyle belirlenmiştir. Bu testlerde GDE ve SKN düzeyleri, Innocor sistemi yoluyla VCO<sub>2</sub>-VO<sub>2</sub> ve V<sub>E</sub>-VCO<sub>2</sub> ilişkilerinde saptanan kırılmalar tespit edilerek değerlendirilmiştir. RE düzeyi SegReg paket programı kullanılarak V<sub>E</sub>/P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>-zaman ilişkisindeki en güçlü kırılma noktası tespit edilerek bulunmuştur. Sonrasında KG'yi hesaplamak için farklı günlerde sabit iş oranlarında testler uygulanmıştır. Tüm eşik göstergelerinin birbirleriyle ilişkilerinin sınanması için geçerlik analizleri yapılmıştır. Bulgular, RE (328±35,5 W; 4,23±0,39 L·dk<sup>-1</sup>) ile SKN (324±34,3 W; 4,21±0,45 L·dk<sup>-1</sup>) güç çıktıları ve her birine ait VO<sub>2</sub> yanıtları arasında yüksek bir ilişki ve uyum olduğunu göstermiştir (p>0,05; t= 1,19; r>0,96; % tahmini standart hata <5). Ancak hem RE hem de SKN güç çıktıları KG'den (298±32 W) yaklaşık %10 daha yüksek bulunmuştur (p<0,001). Çalışmamız, iyi antrene bisikletçilerde V<sub>E</sub>/P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>-zaman ilişkisinde oluşan en güçlü kırılmanın çok büyük bir başarı ile SKN'yi gösterdiğini, fakat KG'yi doğrudan belirlemede başarısız olduğunu ortaya koymuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Değişim noktası tespiti, Gaz değişim eşiği, Rampa test, Solunumsal kompanzasyon noktası

### ABSTRACT

The respiratory threshold (RT), introduced as a new threshold determination method that relied on respiratory responses, is based on the analysis of time-dependent changes in the value of minute ventilation divided by the end-tidal partial pressure of CO<sub>2</sub> (V<sub>E</sub>/P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>) in an incremental ramp test. However, there is no research finding focusing on the level at which the RT technique can indicate the critical power (CP), which is an essential threshold determination method widely used. The aim of this study was to investigate at which level the exercise intensity obtained using the RT technique can meet the CP. Ten well-trained male cyclists participated in the study. Gas exchange threshold (GET), respiratory compensation point (RCP), and RT levels of the athletes were determined by incremental ramp tests. In those tests, GET and RCP were evaluated by detecting breakpoints obtained in relationships of VCO<sub>2</sub>-VO<sub>2</sub> and V<sub>E</sub>-VCO<sub>2</sub> using the Innocor system. The RT level was found by the strongest breakpoint in the V<sub>E</sub>/P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>-time relationship using SegReg software. Then, tests were applied at constant work rates on different days to estimate the CP. Validity analyses were performed to test the relationships of all threshold indicators with each other. Results showed a high correlation and concordance between RT (328±35.5 W; 4.23±0.39 L·min<sup>-1</sup>) and RCP (324±34.3 W; 4.21±0.45 L·min<sup>-1</sup>) power outputs and the VO<sub>2</sub> responses of each (p>0.05; t= 1.19; r>0.96; estimated standard error % <5). However, both power outputs corresponded to RT and RCP were approximately 10% higher than the CP (298±32 W) (p<0.001). Our study revealed that the strongest breakpoint in the V<sub>E</sub>/P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>-time relationship in well-trained cyclists demonstrated the RCP with great success, but failed to determine the CP directly.

**Keywords:** Change point detection, Gas exchange threshold, Ramp test, Respiratory compensation point

## GİRİŞ

Gaz değişim eşiği (GDE) (Beaver ve diğ., 1986), arttırılmalı bir egzersizde karbondioksit üretimine ( $V_{CO_2}$ ) kıyasla oksijen kullanımının ( $VO_2$ ) değerlendirilmesine dayanmaktadır ( $v$ -slope) (Pettitt ve diğ., 2013). Egzersiz şiddetinin kademeli olarak arttırıldığı bir egzersizde,  $V_{CO_2}$ - $VO_2$  regresyonu iki kez kırılmaktadır. Bu kırılmalardan ilki izotonik tamponlama fazından izokapnik faza geçişi, ikincisi ise izokapnik tamponlamadan hiperkapni fazına geçişi göstermektedir (Kouwijzer ve diğ., 2019). İzotonik tampon fazı aşıldığında, izokapnik fazda, istirahat değerlerinin üzerine çıkan laktik asidoza yanıt olarak, hidrojen iyonunun ( $H^+$ ) bikarbonatla ( $HCO_3^-$ ) tamponlanması yoluyla üretilen fazladan (oksidatif olmayan)  $CO_2$ , aerobik metabolizmanın bir fonksiyonu olarak üretilen mitokondri kaynaklı (oksidatif)  $CO_2$ 'ye eklenir (Pettitt ve diğ., 2013). Egzersiz şiddeti daha da arttırıldığında, yükselen asidoz nedeniyle kandaki fazladan  $CO_2$  düzeyinde daha ciddi bir artış görülür ve hiperkapni oluşur. Hiperkapni fazı esasen ekspirasyon sonu  $CO_2$  kısmi basıncındaki ( $P_{ET}CO_2$ ) ciddi azalmanın başlamasıyla karakterizedir (Wasserman ve diğ., 1975). Söz konusu üç faz arasında yaşanan iki geçiş de GDE'ye bir şekilde yansısız da, GDE izotonik tampon fazından izokapnik faza geçişte daha güçlü bir kırılma verir ve genellikle aerobik eşikle daha ilişkili bulunur (Jones ve Poole, 2009; Pettitt ve diğ., 2013).

Diğer bir solunumsal eşik türü olan solunumsal kompanzasyon noktası (SKN) ise dakika ventilasyonuna ( $V_E$ ) göre  $V_{CO_2}$ 'nin durumunu yansıtmaktadır (Reinhard ve diğ., 1979). SKN'ye kadar  $V_E$  ve  $V_{CO_2}$  artışları arasında bir neden-sonuç ilişkisi varken, SKN geçilirken bu ilişki bozulmaktadır. SKN aşıldığında, solunumun kompanze edilememektedir ve ciddi bir hiperventilasyon yanıtı oluşmaktadır. SKN sırasında oluşan  $V_{CO_2}$ 'den bağımsız  $V_E$  artışında, merkezi ve periferik nörojenik uyarılar ve metabolitler önemli rol oynamaktadır (Rausch ve diğ., 1991). Bu noktada bir SKN oluşmasının esas nedeni; artan tidal hacimden (hiperpne) ziyade karotid cisimlerin aşırı uyarılmasına bağlı olarak oluşan solunum frekansı artışıdır (takipne) (Forster ve diğ., 2012; Nicolò ve diğ., 2020). Dolayısıyla SKN düzeyi, izokapnik tampon fazının sonlanarak bir hiperventilasyon yanıtının oluşmasıyla ilişkilidir ve güçlü bir anaerobik eşik göstergesi olarak kabul edilmektedir.

Özkaya ve arkadaşları (2021) tarafından ortaya atılan yeni bir solunumsal eşik türü ise respirasyon eşiği (RE) olarak tanımlanmıştır. Kademeli bir egzersiz testinde RE, artan iş yüküne yanıt olarak  $V_E/P_{ET}CO_2$  oranındaki zamana göre değişimlerin analizine dayanmaktadır ( $V_E/P_{ET}CO_2$ -zaman). Kademeli bir egzersiz testinden elde edilen zamana göre  $V_E/P_{ET}CO_2$  değişimleri, hem fiziksel olarak aktif bireylerde hem de elit dayanıklılık sporcularında analiz edilmiştir (Özkaya ve diğ., 2021). Bu değişim noktaları aerobik eşikle karakterize GDE ve anaerobik eşik olarak belirlenen SKN ile yüksek uyumlu (ortalama fark = 1,7 W; %95 uyum limiti = 3,4 W) ve ilişkili ( $r=0.96$ ; tahmini standart hata (TSH) = 10 W) bulunmuştur. Ancak RE'nin  $V_E/P_{ET}CO_2$ -zaman ilişkisinde oluşan en güçlü kırılma, kademeli bir egzersize hiperventilasyon yanıtı oluştuğunda görülmektedir. Çünkü ilişkide pay durumundaki  $V_E$  yanıtı hiperventilasyona bağlı olarak artarken, payda durumundaki  $P_{ET}CO_2$  yanıtı dramatik bir şekilde düşer (Özkaya ve diğ., 2021).

Solunumsal verilere dayalı olarak eşik belirleme teknikleri dışında bir laboratuvar donanımına ihtiyaç duyulmadan saha koşullarında kolayca uygulanabilen ve yaygın olarak kullanılan bir diğer eşik belirleme yöntemi, kritik gücü (KG) analiz etmektir (Karsten ve diğ., 2014). Burada farklı günlerde uygulanan 4-5 tüketici egzersizden elde edilen, *i*) egzersiz şiddeti (W), *ii*) tükenme zamanı (s) ve *iii*) yapılan toplam iş (Joule) gibi veriler bir takım matematiksel modellere uygulanarak kritik bir güç üretim düzeyi hesaplanmaktadır (Jones ve diğ., 2019). Bu düzey teorik olarak "yorgunluk oluşmadan sürdürülebilir en yüksek egzersiz şiddeti" olarak tanımlanmıştır (Poole ve diğ., 2016). KG tahmini anaerobik eşikle ilişkili bir parametredir (Poole ve diğ., 2021). Ancak doğru bir KG tahmininde bulunabilmek için 4-5 test seansına ihtiyaç duyulur (Maturana ve diğ., 2018). Diğer yandan KG tahmininde seçilecek model ve uygulanan tüketici egzersiz şiddetlerindeki farklılığın, elde edilen değeri büyük oranda etkilediği bilinmektedir (Norouzi ve diğ., 2021).

Tahmin edilebileceği gibi KG ile en ilişkili solunumsal eşik türü SKN'dir ve bu konu literatürde çokça çalışılmıştır (Bergstrom ve diğ., 2013; Black ve diğ., 2014; Dekerle ve diğ., 2003; Leo ve diğ., 2017). Ancak RE'nin KG'yi hangi düzeyde işaret edebildiğine odaklanan bir araştırma bulgusu henüz rapor edilmemiştir. Bu çalışmanın amacı; RE tekniği kullanılarak elde edilen egzersiz şiddetinin KG'yi hangi düzeyde karşılayabildiğini araştırmaktır.

## YÖNTEM

**Araştırma Grubu:** Çalışmanın etik kurul izni Ege Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan "ilaç dışı araştırmalar" etik kurul onayı ile alınmıştır (Etik No: 22-2T/16). Ayrıca çalışma Helsinki Bildirgesine uygun olarak ve katılımcılardan imzalı onam formu alınarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya  $VO_{2maks}$  düzeyleri  $65,5 \pm 4,69$  mL·dk<sup>-1</sup>·kg<sup>-1</sup> ve bu düzeye karşılık gelen zirve güç (ZG) ortalaması  $366 \pm 48,8$  W olan 10 iyi antrene erkek bisiklet sporcusu gönüllü olarak katılmıştır (yaş:  $24,6 \pm 1,94$  yıl; boy uzunluğu:  $185 \pm 7,82$  cm; vücut ağırlığı:  $72,1 \pm 9$  kg). Ölçümler ayrı günlerde ve Ege Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, İklimlendirme Laboratuvarı'nda 1 ATM, ~20°C sıcaklık ve %50-55 bağıl nem koşullarında gerçekleştirilmiştir.

**Veri Toplama Araçları:** Gönüllülerin boy uzunluğu ve vücut ağırlığı ölçümleri, laboratuvar tipi bir boy/kilo ölçer ile yapılmıştır (Seca 217, Birmingham, İngiltere). Testler sırasındaki kalp atım sayısı takipleri telemetrik yolla veri aktaran sistemlerle kayıt altına alınmıştır (Polar RS 400, Polar Electro Oy, Kempele, Finlandiya). Egzersizler elektromanyetik dirençli bir bisiklet ergometresiyle uygulanmıştır (Lode Excalibur Sport, Groningen, Hollanda). Gaz değişimleri solunum gazlarını nefesten nefese ölçebilen standart bir sistem kullanılarak değerlendirilmiştir (Innocor, Inno-500, Odense, Danimarka).

**DeneySEL Tasarım:** Bu çalışma ileriye dönük tekrarlanan ölçümler deney tasarımına sahip ve deney koşullarının standardize edildiği bir laboratuvar çalışmasıdır. Adaptasyon protokollerinin ardından sporcular, egzersiz şiddetinin doğrusal olarak arttırıldığı rampa testlerine alınmıştır. Akabinde sporcuların  $VO_{2maks}$  düzeyleri, farklı günlerde uygulanan sabit yüklü tüketici testlerle bulunmuştur. Yine sabit yüklü tüketici test protokollerine devam edilerek, sporcuların KG düzeyleri hesaplanmıştır. Elde edilen veriler, hipotezlerin sınanmasında kullanılmıştır.

### Verilerin Toplanması:

**Uyum seansı:** Her sporcunun bisiklet ergometresine, gaz analizörüne ve laboratuvar koşullarına alışabilmesi için uyum seansları yapılmıştır. Bu seanslarda sporcular, ~0 W'dan başlanarak tahmini anaerobik eşik (kalp atım sayısı rezervinin %70'i) değerlerini veren iş oranına kadar süren ve yükün doğrusal olarak arttırıldığı egzersizlere katılmıştır.

**Kademeli rampa testi:** Çalışmanın esas evresinde her sporcu kademeli rampa testleriyle tüketilmiştir. Rampa testlerine 4 dakika süresince  $70 \pm 10$  devir·dk<sup>-1</sup> dolaylarında yüksüz pedal çevrimiyle başlanmıştır. Yüksüz pedal çevrim sürecinin hemen sonunda yük artışları uygulanmıştır ( $1 \text{ W} \cdot 2 \text{ s}^{-1}$ ) ve sporcuların kendilerini rahat hissettikleri bir pedal hızı değerine ulaşmaları ve bunu korumaları istenmiştir. Tahmini aerobik eşik (kalp atım sayısı rezervinin %50'si) geçildikten sonra sporculardan  $90 \pm 10$  devir·dk<sup>-1</sup> pedal çevrim hızlarına çıkmaları ve istenen pedal hızı aralığını korumaları istenmiştir. Yük artışları sporcunun istemli bitkinliğine kadar aynı esaslarla sürdürülmüştür. Rampa testleri, sporcuların pedal çevrim hızları 10 saniyeden uzun süre  $80$  devir·dk<sup>-1</sup> ve altına düştüğünde (sporcuların istemli bitkinlikleriyle) sonlandırılmıştır. Tüm testlerde sporculara güçlü sözel motivasyon desteği verilmiştir. Testler sırasında her dakikanın sonunda sporcuların algıladıkları zorluk (rating of perceived exertion: RPE) sorgulanmıştır. Test sonuçlarının doğruluğu;  $VO_2$ 'de plato ( $150$  ml·dk<sup>-1</sup> değerinden düşük  $VO_2$  farkı), maksimal kalp atım sayısı yanıtı ( $220 - \text{yaş}$ 'a %10'dan daha yakın değer),  $\geq 1,05$  solunum değişim katsayısı (respiratory exchange ratio: RER) yanıtı ve

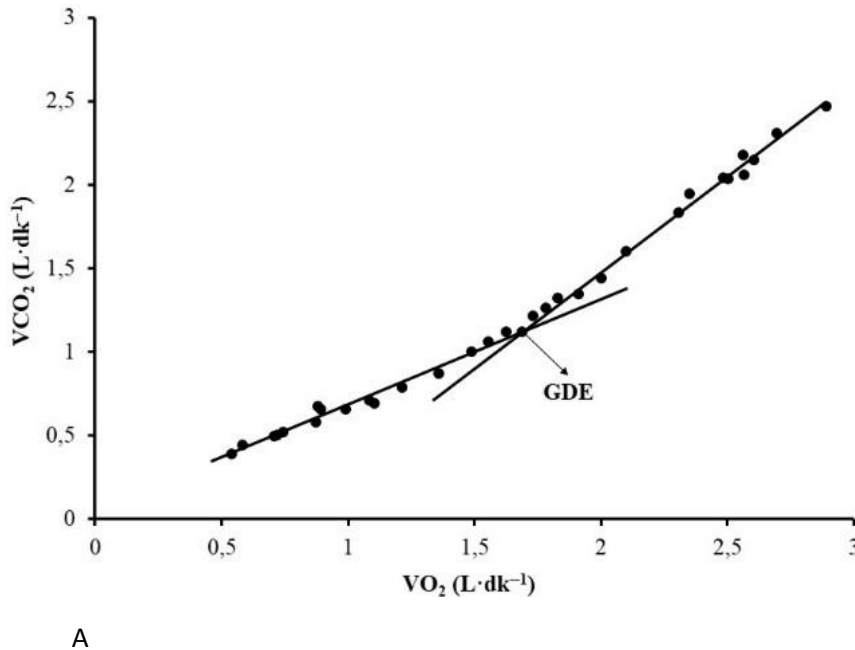
RPE'de  $\geq 19$  ile değerlendirilmiştir (Howley ve diğ., 1995). Kriterlere uymayan testler, devam eden günlerde tekrarlanmıştır.

**Ortalama yanıt zamanı düzeltmesi:** Rampa testleri sırasında elde edilen solunumsal yanıtların karşılığı olan güç üretim düzeylerinden bir miktar saptığı bilindiğinden, test sonuçlarına ortalama yanıt zamanı (mean response time: MRT) düzeltmesi uygulanmıştır (Boone ve diğ., 2008). Bu uygulamalarda egzersiz başından aerobik eşik düzeyine kadar (yani GDE) alınan  $VO_2$  yanıtları 15 saniyelik ortalamalar şeklinde kullanılmıştır. Her bir testten elde edilen  $VO_2$ /zaman ilişkisinin regresyon modeli oluşturulmuştur. MRT hesaplamalarında paraziti azaltabilmek için, zamana göre değişen bir fonksiyon olarak ifade edilecek  $VO_2$  verilerinin ilk üç dakikası hesaplamalara dahil edilmemiştir (Leo ve diğ., 2017). Bu analiz  $VO_2$ 'de doğrusal trendin oluşmasıyla kontrol edilmiştir. Elde edilen veri, yüksüz pedal çevrimi sırasında kullanılan  $VO_2$  düzeyine kadar doğrusal regresyon modelinde geri-ekstrapolasyon uygulanarak çizdirilmiştir. Bu kesişimin zaman eksenindeki iz düşümünden bir MRT değeri hesaplanmıştır.  $VO_2$  düzeyine karşılık gelen yükler, hesaplanan MRT değeri kadar ileri alınarak, rampa egzersizleri sırasında üretilen güç çıktısına kıyasla  $VO_2$  yanıtlarında oluşan gecikme düzeltilmiştir.

**Solunumsal eşiklerin belirlenmesi:** GDE ve SKN düzeyleri Innocor sisteminin yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir. Bu analizlerde GDE düzeyleri,  $VCO_2$ - $VO_2$  ilişkisindeki kırılma değerlendirilerek belirlenmiştir (Binder ve diğ., 2008). Yazılım en güçlü  $VCO_2$ - $VO_2$  kırılmasını GDE olarak atamıştır (Şekil-1A). SKN ise  $V_E$ 'ye kıyasla üretilen  $VCO_2$  arasındaki ilişkide saptanan kırılma tespit edilerek bulunmuştur (Şekil-1B) (Binder ve diğ., 2008). Ayrıca Innocor sisteminin analizlerinden sonra belirlenen GDE ve SKN düzeylerinin doğrulanması için üç deneyimli araştırmacı tarafından görsel analizler yapılmıştır. Bu analizler sırasında üç araştırmacı söz konusu düzeylere ait değişim noktalarını köreltilerek ve birbirlerinden bağımsız olarak belirlemiştir (Crescêncio ve diğ., 2003). Standart bir rampa testi sırasında  $V_E/P_{ET}CO_2$ -zaman ilişkisinde iki ya da üç önemli değişim noktası olduğu, ancak bu değişimlerden en güçlüsünün hiperventilasyonla ilişkili olduğu bilindiğinden (Ozkaya ve diğ., 2021), RE analizlerinde tek bir kırılmaya odaklanılmıştır.  $V_E/P_{ET}CO_2$ -zaman ilişkisindeki en güçlü kırılma noktası, SegReg 1.7.0 programı kullanılarak analiz edilmiştir (Oosterbaan, 2011) (Şekil-2).

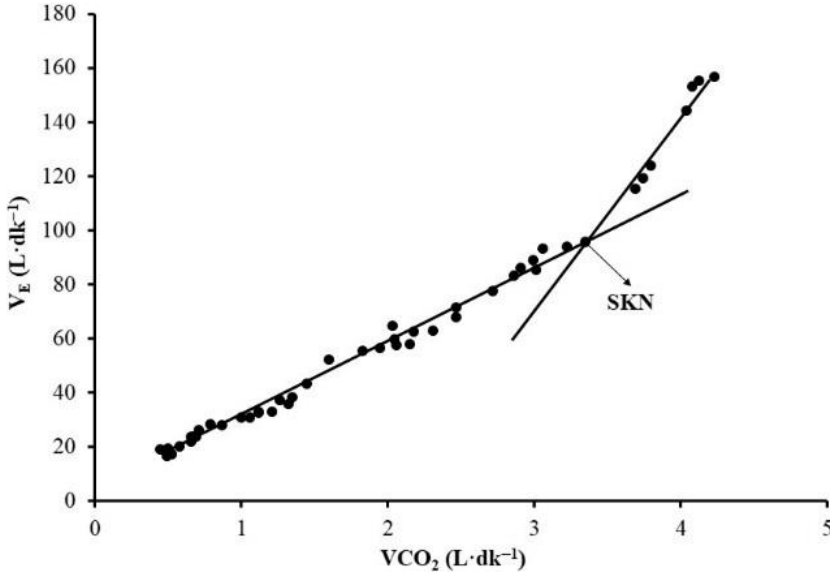
Şekil 1

Katılımcı #5'in Rampa Testlerinden Elde Edilen  $VCO_2$ - $VO_2$  (Panel A) ve  $V_E$ - $VCO_2$  (Panel B) İlişkisi



Şekil 1

Devamı

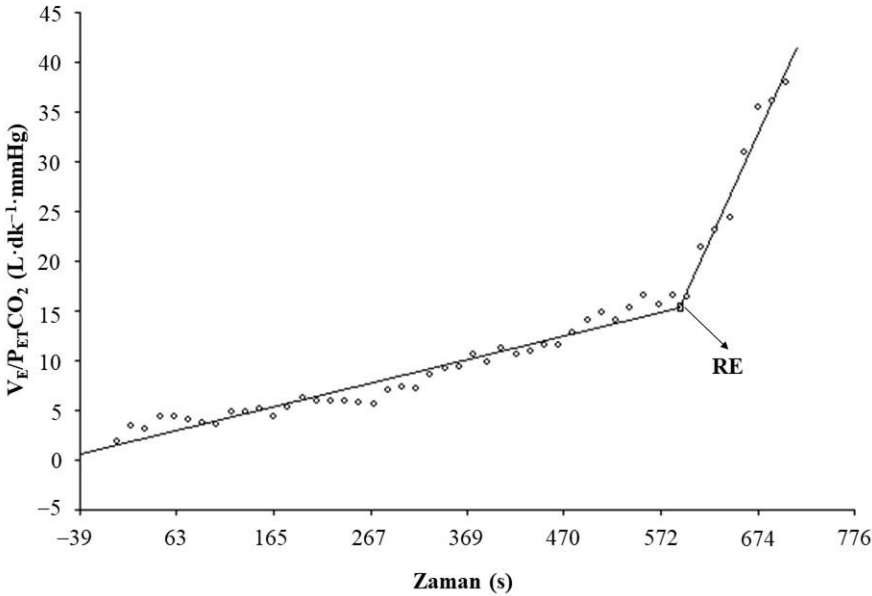


B

Not. Panel A, gaz değişim eşiği (GDE) ve Panel B ise solunumsal kompanzasyon noktası (SKN) olarak değerlendirilmiştir.

Şekil 2

Katılımcı #5'in Rampa Testlerinden Elde Edilen ve  $V_E/P_{ET}CO_2$ -Zaman İlişisini Gösteren Segreg Çıktısı



Not. Bu ilişkideki en güçlü değişim respirasyon eşiği (RE) olarak değerlendirilmiştir.

**Maksimal oksijen kullanımı ve bu düzeye karşılık gelen güç çıktısının belirlenmesi:** Kademeli testlerin ardından sporcular birer günlük aralıklarla sabit yüklü tüketici egzersiz testlerine alınmıştır. Bu egzersizlere, her sporcu için kademeli rampa testlerinden elde edilen en yüksek 30 saniyelik  $VO_2$  yanıtını veren iş yükünden başlanmıştır. Sonraki seanslarda uygulanan sabit yüklü tüketici testlerde 15 W yük artışları ya da düşüşleri uygulanmıştır. Sabit şiddetli tüm egzersizlerden elde edilen en yüksek 30 saniyelik  $VO_2$  ortalaması, o bireye ait  $VO_{2maks}$  yanıtı ve karşılık gelen güç üretim

düzeyi ise ZG olarak değerlendirilmiştir. Bu egzersizler sırasında sporculardan  $90 \pm 10$  devir·dk<sup>-1</sup> aralığında kalmaları istenmiştir. Sporcuların pedal çevrim hızları  $>10$  saniye süresince  $80$  devir·dk<sup>-1</sup> ve altına düştüğünde egzersizler sonlandırılmıştır. Tüm testlerde sporculara güçlü sözel motivasyon desteği verilmiştir. Sabit yüklü tüketici egzersizlerden elde edilen değerlerin doğruluğu; VO<sub>2</sub>'de plato, maksimal kalp atım sayısı yanıtı,  $\geq 1,05$  RER ve RPE'de  $\geq 19$  ile değerlendirilmiştir.

**KG düzeyinin tahmin edilmesi:** Sporcuların KG düzeylerinin belirlenebilmesi için, her sporcu bireysel VO<sub>2maks</sub> yükü ve bu yükün %90, %95 ve %110'unda farklı günlerde tüketilmiştir. Dört testten elde edilen egzersiz şiddeti ve tükenme zamanı verileri, doğrusal 1/zaman modeline uygulanmıştır (Whipp ve diğ., 1982; Eşitlik 1). Bu egzersizler sırasında güçlü sözel desteğe rağmen pedal hızları  $10$  saniyeden daha uzun bir zaman  $80$  devir·dk<sup>-1</sup>'nin altına düştüğünde testler sonlandırılmıştır.

*Eşitlik 1*

$$\text{Güç} = W' \times \left( \frac{1}{\text{Zaman}} \right) + KG$$

KG: Kritik güç; W': Anaerobik iş kapasitesi.

**Verilerin Analizi:** Sonuçlar IBM SPSS 21 istatistik paket programı (IBM SPSS Statistics for Windows, 21,0) ve Microsoft Excel (2016) kullanılarak değerlendirilmiştir. Ortalamalar arasındaki farklar, varsayımların sağlandığı verilerde iki bağımlı örneklem t-testi ile varsayımlar sağlanmadığında Wilcoxon testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Sonrasında KG düzeyi ile diğer göstergeler arasındaki ilişkilerin değerlendirilebilmesi için Pearson korelasyon katsayısı (r) dikkate alınmıştır. Ardından KG ile SKN ve RE düzeyleri arasında doğrusal regresyon analizleri yapılarak, TSH hesaplanmıştır. Sonrasında, ölçümler arasındaki sapma (ortalama fark) belirlenmiştir ve rastgele hata değeri sapmanın  $\pm 1,96$  standart sapması olarak kabul edilen sınır değeri (uyum limiti) dikkate alınarak hesaplanmıştır (Atkinson ve Nevill, 1998). Varsayım kontrollerinin ardından, ortalama farkların analizi için tek örneklem t-testi kullanılmıştır. Son olarak SKN ve RE düzeyleri ile KG çıktısının sistematik ve rastgele hatalarının hem görsel hem de sayısal açıdan ayırt edilebilmesi için Bland-Altman analizi yapılmıştır (Bland ve Altman, 1986). İstatistiksel analizlerde anlamlılık düzeyi  $p < 0,05$  olarak kabul edilmiştir.

## BULGULAR

Çalışmaya ait kademeli rampa testinden elde edilen GDE, RE ve SKN güç çıktıları ve bu güç çıktılarına ait VO<sub>2</sub> yanıtları ile tahmini KG değerleri Tablo 1'de gösterilmektedir. En güçlü anaerobik eşik göstergesi olan SKN ve RE güç çıktıları ile bu egzersiz şiddetlerine karşılık gelen VO<sub>2</sub> yanıtları benzerdir ( $p > 0,05$ ;  $t = 1,19$ ;  $r > 0,96$ ; %TSH < 5). Fakat KG değeri hem SKN hem de RE'ye karşılık gelen güç çıktılarıyla kıyaslandığında oldukça düşük bir egzersiz şiddetine karşılık gelmektedir ( $p < 0,001$ ; Tablo 1).

Tablo 1

### *İlgili Parametrelere Ait Güç Çıktısı ve VO<sub>2</sub> Değerleri*

Değişkenler	Güç Çıktısı (W)	VO <sub>2</sub> (L·dk <sup>-1</sup> )
GDE	191±26,6 <sup>a</sup>	2,98±0,29 <sup>a</sup>
SKN	324±34,3	4,21±0,45
RE	328±35,5	4,23±0,39
KG	298±32 <sup>b</sup>	-

Not. GDE: Gaz değişim eşiği; RE: Respirasyon eşiği; SKN: Solunumsal kompansezyon noktası; KG: Kritik güç.

<sup>a</sup>: SKN, RE ve KG'den daha düşük; <sup>b</sup>: RE ve SKN'den daha düşük.

Çalışmada elde edilen SKN ve RE düzeyleri ile KG çıktıları arasındaki ortalama farklar, uyum limitleri ve ilişki düzeyleri Tablo 2’de gösterilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, matematiksel modelle bulunan KG çıktısı ile kademeli rampa testinden elde edilen SKN ve RE düzeylerinin farklı egzersiz şiddetlerinin işaret ettikleri saptanmıştır (Tablo 2). Tüm sporcuların KG ile SKN ve RE güç çıktılarının ortalama değerleri ve bireysel farklılıkları Şekil 3’te gösterilmiştir. KG ile SKN ve RE değerleri arasında aynı yönde güçlü bir ilişki gözlenmiştir (Tablo 2). Ancak Şekil 3 ve Şekil 4’ten (Bland-Altman görsel analizi) anlaşıldığı üzere KG düzeyi, SKN ve RE değerlerini oldukça büyük bir yanlılık ile istikrarlı bir şekilde düşük göstermektedir.

Tablo 2

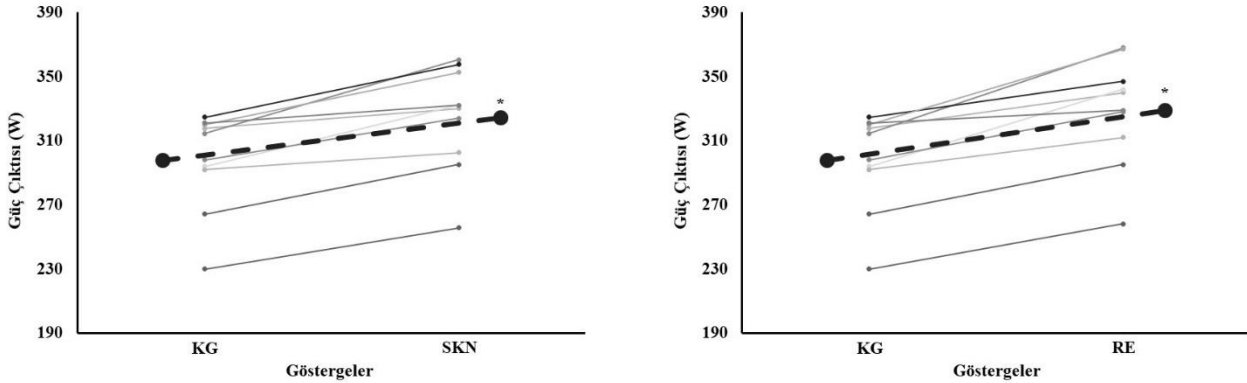
*KG ile SKN ve RE Güç Çıktıları Arasındaki Ortalama Farklar, Uyum Limitleri ve İlişki Düzeyleri*

Karşılaştırılan Değişken	Ortalama Fark (W)	Standart Sapma (W)	%95 Uyum Limiti (W)	Üst Uyum Limiti (W)	Alt Uyum Limiti (W)	t-testi (p)	Pearson (r)	TSH (W)
SKN	26,7	12,8	50,1	51,8	1,64	0,001	0,84	13,7
RE	31,2	15,3	59,8	61,1	1,28	0,001	0,78	16,3

Not. KG: Kritik güç; SKN: Solunumsal kompanzasyon noktası; RE: Respirasyon eşiği. TSH: Tahminin standart hatası.

Şekil 3

*KG ile SKN ve RE Güç Çıktılarına Ait Ortalama ve Bireysel Farklar*

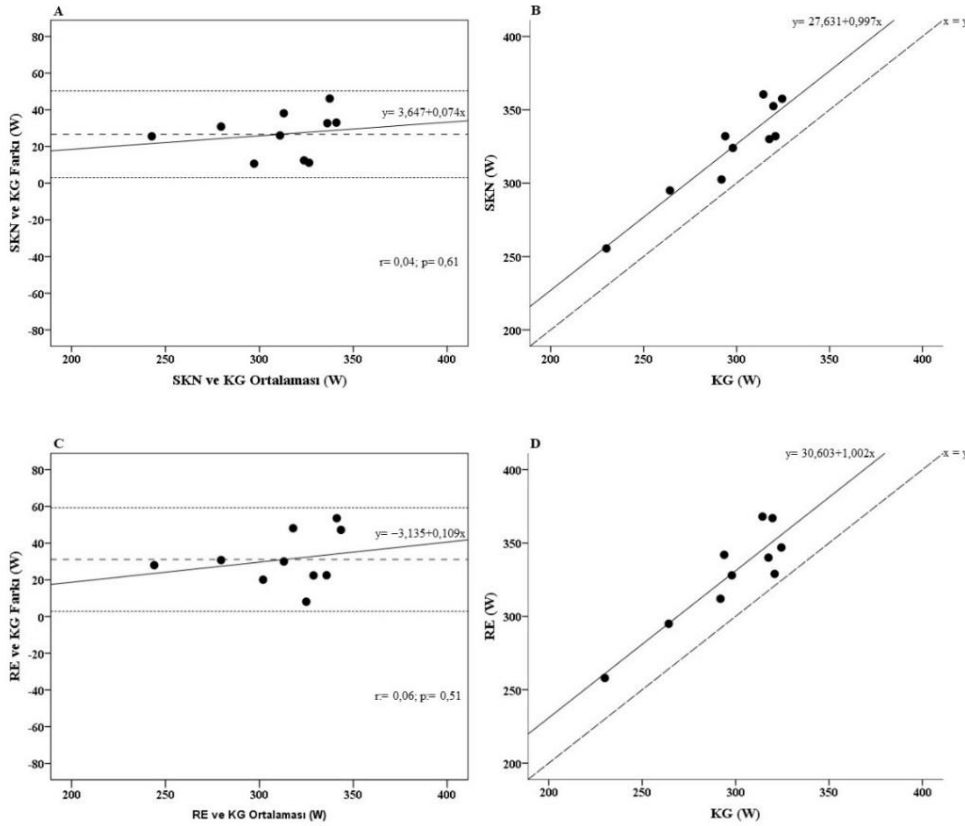


Not. KG: Kritik güç; SKN: Solunumsal kompanzasyon noktası, RE: Respirasyon eşiği.

\* KG’ye oranla anlamlı farklılık.

Şekil 4

KG ile SKN ve RE Güç Çıktıları Arasındaki İlişki ve Uyum Limitinin Bland-Altman Görşeli



Not. A ve C panelindeki siyah noktalı çizgiler %95 uyum limitini temsil ederken, siyah kesikli çizgi iki ölçüm arasındaki ortalama farkı ve siyah düz çizgi ortalama değerler ile farklar arasındaki doğrusal regresyonu göstermektedir. Regresyon analizi sonucunda hem A hem de C için anlamlı bir trend bulunamamıştır. Ayrıca farklar ve ortalamalar arasında anlamlı bir korelasyon bulunmamaktadır. Farkların ölçüm değerlerine göre anlamlı bir değişim göstermediği söylenebilir. B ve D panelindeki siyah düz çizgi, en uygun doğrusal regresyonu temsil ederken, siyah kesikli çizgi tam eşitlik çizgisini göstermektedir. KG: Kritik güç; SKN: Solunumsal kompanzasyon noktası; RE: Respirasyon eşiği.

## TARTIŞMA

Çalışmanın ana bulguları, RE ile SKN güç çıktıları ve her birine ait  $VO_2$  yanıtları arasında yüksek bir ilişki ve uyum olduğunu ortaya koymuştur. Ancak hem RE hem de SKN güç çıktıları KG'den yaklaşık %10 daha yüksektir. Beklendiği gibi, GDE'ye karşılık gelen güç çıktısı  $VO_{2maks}$  elde edilen güç çıktısının ~%50-60'ı dolaylarına karşılık gelirken, KG'nin ~%70-80'i dolaylarında olduğu saptanmıştır. Bu durumda KG değeri, GDE ve  $VO_{2maks}$  elde edilen güç çıktısı farkının ( $\Delta$ ) yaklaşık olarak ~%60'ında oluşmuştur. Bu değerler literatürde daha önce rapor edilenlerle (~%50-60) benzerdir (Poole ve diğ., 1988; Voter ve Gayeski, 1995). Diğer yandan SKN ve RE düzeyleri, GDE ve  $VO_{2maks}$  elde edilen güç çıktıları arasında  $\Delta$ %77'ye karşılık gelmiştir ve bu değer de literatürle benzerdir (Ozkaya ve diğ., 2022).

Kademeli bir egzersiz testinde artan iş yükü nedeniyle yükselen asidoz, giderek artan bir  $H^+$  birikimine neden olmaktadır. Buna bağlı olarak da kaynağı aerobik reaksiyonlar olmayan, anaerobik temelli bir  $CO_2$  artışı oluşmaktadır. Bu  $CO_2$  artışı,  $V_E$ 'deki yükselmenin temelidir. Ancak bilinen şekliyle GDE ( $V_{CO_2} - VO_2$ ), ventilasyon eşiği ( $VE$ ) ( $V_E - VO_2$ ) ya da SKN ( $V_E - V_{CO_2}$ ) eşiklerinin analizi, zamana bağlı artış gösteren iki farklı parametrenin ilişkisinden hesaplanmaktadır. İlgili eşik düzeyleri aşılrken ilişkili parametrelerden biri (örneğin  $V_E$ ) diğerine göre (örneğin  $VO_2$ ) daha yüksek oranda arttığından, bir kırılma oluşur. Hâlbuki RE tekniğinde esas alınan  $V_E/P_{ET}CO_2$  değişkenleri



değerlendirildiğinde; GDE'ye kadar  $V_E$  ve  $P_{ET}CO_2$  birlikte artmakta, ancak GDE geçildikten sonra  $V_E$  değeri zamana bağlı olarak artışını sürdürürken  $P_{ET}CO_2$  düzeyi yatay seyretmektedir. Devamında SKN geçilirken ise  $V_E$  yanıtı çok daha fazla büyümekte ancak zamana göre  $P_{ET}CO_2$  yanıtlarında önemli bir düşüş trendi oluşmaktadır. Dolayısıyla RE tekniğinde kullanılan zamana göre  $V_E/P_{ET}CO_2$  oranı esas alınarak yapılan analizlerde oluşan kırılmaların GDE, VE ya da SKN'ye kıyasla daha anlamlı ve güçlü bir şekilde açığa çıkması beklenebilir. Bu şekliyle RE tekniğinin günümüze dek göz ardı edilmiş bir ilişkiye dayalı olarak ve günümüzde kullanılan diğer standart teknikler kadar etkili bir şekilde eşik değerlendirmesi yapabileceği iddia edilmiştir (Ozkaya ve diğ., 2021). Fakat her teknik için en güçlü değişim, farklı egzersiz şiddetlerinde oluşur. Örneğin GDE'nin en büyük eğimini (slope) izotonik fazdan izokapnik faza geçerken (Poole ve diğ., 2021), VE'nin en büyük eğimini izokapnik fazdan hiperkapni fazına geçerken (Kouwijzer ve diğ., 2019), SKN'nin ise izokapnik fazdan hiperventilasyona geçişte oluşturduğu bilinmektedir (Wasserman ve diğ., 1975).  $V_E/P_{ET}CO_2$ -zaman ilişkisine dayalı RE tekniği göz önünde bulundurulduğunda ise bu düzeyin hiperkapni ve hiperventilasyon yanıtlarıyla daha ilişkili olduğu değerlendirilmiştir. Çünkü bu geçişlerde ilişkinin payı durumundaki  $V_E$  daha da büyürken, ilişkinin paydası durumundaki  $P_{ET}CO_2$  yanıtı giderek küçülür. Yapılan ilk çalışmaya benzer şekilde (Ozkaya ve diğ., 2021), bu çalışmada gerçekleştirilen analizlerde de RE'de gözlenen en büyük değişimin SKN ile çok daha yakından ilişkili olduğu bir kez daha ortaya koyulmuştur ( $p>0,05$ ;  $t= 1,19$ ;  $r>0,96$ ; %TSH<5).

SKN, tek bir tükenmeyle sonlanan kademeli bir egzersiz testiyle elde edilebildiğinden, farklı günlerde çok seanslı tüketici testler gerektiren KG belirleme prosedürlerine göre büyük kolaylık sağlamaktadır. Dolayısıyla farklı esaslara dayalı kademeli test yapıları kullanılarak belirlenen SKN'ler ile KG karşılaştırmaları çokça yapılmış ve anaerobik eşiğin gösterilmesinde bu çok güçlü iki farklı ölçüm yöntemi adına farklılaşan sonuçlar durumu bir fenomene dönüştürmüştür (Bergstrom ve diğ., 2013; Dekerle ve diğ., 2003; Keir ve diğ., 2015). Biri düşük maliyetli saha ölçümlerinde (KG), diğeri ise solunumsal parametrelerin değerlendirilmesinde (SKN) altın standart olarak kullanılan bu iki parametre arasında oldukça yüksek bir korelasyon düzeyi bulunsa da genel kanı, KG düzeyinin SKN'nin altında bir egzersiz şiddetini gösterdiğidir (Galán-Rioja ve diğ., 2020). Doğal olarak da SKN ve KG, birbirleri yerine kullanılmamalıdır (Cross ve Sabapathy, 2012). Bu farklılaşmanın nedeni iki parametrenin de dayandığı fizyolojik ve metabolik mekanizmalardaki farklılıkla açıklanmıştır. KG düzeyinin aşılması en düşük "şiddetli" egzersiz yoğunluğuna ulaşılması, işe katılan hızlı kasılan fibril oranındaki artış (Vanhatalo ve diğ., 2016), substrat kullanımında enerji kaynağı olarak karbonhidratların daha baskın bir şekilde kullanılabilir hale gelmesi (Jones ve diğ., 2008) ve iskelet kasında kan akış hızının orantısız artışı (Copp ve diğ., 2010) gibi mekanizmalarla açıklanmaktadır. En yüksek "ağır" egzersiz yoğunluğu olan KG ise teorik olarak yorgunluk oluşmadan sürdürülebilir en yüksek egzersiz şiddeti olarak açıklanmaktadır (Poole ve diğ., 2016). Diğer yandan SKN'yi veren egzersiz şiddetinin aşılması, egzersiz yükü artışları sırasında oluşan hatırı sayılır bir metabolik asidoz artışı ve bu yolla uyarılan periferik kemoreseptörlerin tetiklediği ciddi bir hiperventilasyon yanıtıyla ilişkilendirilmektedir (Rausch ve diğ., 1991). SKN'ye kadar  $V_E$  ve  $VCO_2$  artışları arasında bir neden-sonuç ilişkisi varken, SKN geçilirken bu ilişki bozulmaktadır. Solunumun kompanze edilememesi ve ciddi bir hiperventilasyon yanıtı oluşması ile karakterize SKN sırasında oluşan  $VCO_2$ 'den bağımsız  $V_E$  artışında, merkezi ve periferik nörojenik uyarılar ve metabolitler önemli rol oynamaktadır (Rausch ve diğ., 1991). Ancak söz konusu durumun esas nedeni; artan tidal hacimden (hiperpne) ziyade karotid cisimlerin aşırı uyarılmasına bağlı olarak oluşan solunum frekansı artışı (takipne) olarak açıklanmaktadır (Forster ve diğ., 2012; Nicolò ve diğ., 2020). Ayrıca bu yanıtın oluşmasında dolaşımdaki potasyum oranının da önemli bir rol üstlendiği kabul edilmektedir (Darabi ve diğ., 2009; McLoughlin ve diğ., 1994; Paterson ve diğ., 1990; Rosendal ve diğ., 2004). Bu bilgiler değerlendirildiğinde; KG ve SKN'yi destekleyen mekanizmaların birbirilerinden oldukça farklı olduğu görülmektedir (Leo ve diğ., 2017). Çalışmamızdan elde edilen

bulgular da özellikle iyi antrene bisikletçilerde KG ile SKN'ye karşılık gelen egzersiz yoğunluklarının yüksek ilişkili ancak önemli düzeyde farklı olduklarını ortaya koydu. RE ise hem elde edilme mantığı hem de protokol esasları bakımından çok daha yüksek oranda SKN ile kıyaslanabilir durumdadır ve elde edilen bulgulara göre KG'ye kıyasla SKN'yi göstermedeki başarısı çok daha yüksektir.

SKN adına belirtilen önemli bir diğer açık ise, bu parametrenin kullanılan rampa eğiminden çok kolayca etkilenmesi olarak rapor edilmiştir. Leo ve diğerlerine göre; SKN, rampa testlerinin bir fonksiyonu olarak açığa çıkar ve rampa eğiminden bağımsız değerlendirilemez (Leo ve diğ., 2017). Ancak rampa eğimi manipüle edilerek SKN'nin KG'yi vermesi sağlanabilir. Örneğin, dakikada 65 W yük artışı içeren rampa testlerinde, KG ve SKN'yi veren egzersiz şiddetlerinin benzer bulunduğunu gösteren araştırma bulguları sunulmuştur (Scheuermann ve Kowalchuk, 1998). Diğer yandan yavaş yük artışları içeren (örneğin dakikada 8 W) rampa testlerinden elde edilen SKN düzeyi GDE'nin hemen üzerindeki güç çıktılarında saptanabilmektedir. Bu testlerde egzersiz süresinin uzamasına bağlı olarak anaerobik eşikle ilişkili SKN düzeyi çok daha erken oluşarak çok farklı bir egzersiz şiddetini işaret edebilir (Scheuermann ve Kowalchuk, 1998). Bu durumlar SKN ve KG arasındaki ilişkinin ve her iki düzeyin meydana gelme mekanizmalarının yanlış anlaşılmasına neden olabilir (Cross ve Sabapathy, 2012). Buradaki SKN ve KG benzeşmesinin fizyolojik kaynaklı bir benzerlikten değil, kullanılan test prosedürü nedeniyle oluşan tesadüfi bir yanılgıya bağlı olarak oluştuğu gösterilmiştir (Cross ve Sabapathy, 2012; Galán-Rioja ve diğ., 2020; Leo ve diğ., 2017). Diğer yandan RE yöntemi de SKN gibi şiddeti kademeli olarak artan rampa testleri kullanılarak belirlendiği halde (Ozkaya ve diğ., 2021),  $V_E/P_{ET}CO_2$ -zaman ilişkisinin uygulanan rampa eğiminden ne düzeyde etkilendiği ve bu durumda RE tekniğiyle bulunan egzersiz yoğunluklarının diğer eşik değerlerle olan ilişkisinin hangi oranda değiştiği henüz bilinmemektedir. Bu ve benzeri çalışma sorularıyla planlanacak araştırmaların, gelecekte RE tekniğinin temel mekanizmalarının daha iyi anlaşılabilmesine olanak sağlayacağı düşünülmektedir.

Bilindiği gibi çalışmamızda kullanılan doğrusal 1/zaman modelinde (eşitlik-1), doğrusal ilişkinin y-ekseni uzantısı KG'yi vermektedir (Whipp ve diğ., 1982). Modele uygulanan veriler ise aynı sporcunun tahmini KG düzeyinin hemen üzerindeki egzersiz şiddetlerinde ve farklı günlerde uygulanan tüketici egzersizlerden elde edilmektedir. Fakat KG düzeyini tahmin etmede kullanılan matematiksel model, tüketici egzersiz sayısı ve tükenme zamanları değiştiğinde, elde edilen KG tahmini de farklılaşmaktadır (Norouzi ve diğ., 2021). Son zamanlarda daha iyi bir KG tahmini yapabilmek için doğrusal toplam iş, doğrusal 1/zaman ve doğrusal olmayan 2-parametrelili modellerden elde edilen en düşük standart hata değeri ve yine en düşük toplam değişim katsayısına sahip (fit edilmiş) bir KG tahmin etme yöntemi önerilmiştir (Black ve diğ., 2015). Ancak sonraki dönemlerde yayımlanan çalışmalar; kullanılan bu üç matematiksel modele ait KG tahminlerinden elde edilen bireysel en iyi ve en kötü KG varsayımları arasında yalnızca %2 ya da daha az fark oluştuğunu rapor etmiştir (Black ve diğ., 2015, 2016; Greco ve diğ., 2012). Bu nedenle çalışmamızda fit edilmiş bir KG tahmini kullanılmamıştır. Ancak böyle bir yöntem benimsenmiş olsaydı bile, elde edilecek muhtemel KG tahminlerinin, yine RE ile oldukça farklı egzersiz şiddetlerini işaret edeceği söylenebilir.

Söz konusu veriler ışığında tartışılması gereken bir diğer konu, ülkemizde de yaygın olarak kullanılan "anaerobik eşik" terminolojisiyle ilgilidir. Örneğin, şiddetin kademeli olarak arttırıldığı egzersizler sırasında, iskelet kaslarından alınan elektrik sinyallerinin (EMG) analizine dayalı olarak elde edilen yorgunluk eşiği (YE), önemli çevreler tarafından ciddi bir anaerobik eşik alternatifi olarak görülür (Bergstrom ve diğ., 2013; Camic ve diğ., 2010; Zuniga ve diğ., 2010). Diğer yandan, egzersize kan laktatı yanıtlarının analiz edilerek bir anaerobik eşik belirlenmesinde kullanılan en geçerli yöntem, maksimal laktat dengesi (MLD) yorumudur (Beneke, 1995). Benzer şekilde, bu araştırmada kullanılan SKN, solunumsal parametrelere dayalı invaziv olmayan bir anaerobik eşik belirleme yöntemi olarak altın standart kabul

edilmektedir (Beaver ve diğ., 1986). Söz konusu egzersiz şiddetinin saha koşullarında belirlenmesinde altın standart ise KG'dir (Jones ve diğ., 2019). Ancak bu çalışmadan elde edilen bulguların gösterdiği şekliyle; SKN ve KG değerleri asıllarına uygun yöntemlerle değerlendirildiklerinde bile farklı egzersiz şiddetlerini verebilirler. Diğer yandan MLD'nin de SKN ya da KG'ye kıyasla farklı egzersiz şiddetlerini işaret ettiğini ortaya koyan çok sayıda araştırma bulgusu rapor edilmiştir (Dekerle ve diğ., 2003; Galán-Rioja ve diğ., 2020; Ozkaya ve diğ., 2022). Dolayısıyla ilgili egzersiz şiddeti hangi yöntem kullanılarak belirlenmiş ise o yöntemin adıyla –örneğin, yalnızca YE, MLD, SKN ya da KG olarak– anılmalı ve toptancı bir yaklaşımla bu düzey yalnızca “anaerobik eşik” olarak değerlendirilmemelidir. Anaerobik eşik terminolojisinin tek başına kullanımı, eşik değerini elde edildiği yöntem hakkında hiçbir fikir sunmamakta ve sonuç olarak da bu düzeyin hangi esaslar temel alınarak bulunduğu göz ardı edilmektedir. Çünkü bireysel bir anaerobik eşik düzeyi belirlemede kullanılacak onlarca farklı yöntem vardır ve her birinin elde edilme mantığı diğerinden farklıdır. Bu anlamda RE; gerek solunumsal parametrelere dayalı olarak elde edilen verilerden analiz ediliyor olması gerekse elde edilmesinde kullanılan test prosedürünün yapısal özellikleri bakımından büyük ölçüde SKN ile benzeşmekte ancak KG'yi yüksek tahmin etmektedir.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak RE tekniği oldukça yakın bir zamanda, yeni bir solunumsal eşik belirleme yöntemi olarak ortaya atılmış ve GDE, VE ya da SKN gibi geleneksel eşik türevlerine alternatif olarak önerilmiştir. Ancak RE'ye ait pek çok konu henüz ele alınamamıştır. Bu noktada RE'nin geçerlik ve güvenilirlik düzeyi hızla aydınlatılmalı, RE'nin güçlü ve zayıf yönleri daha ayrıntılı bir şekilde ele alınmalıdır. Söz konusu çalışma, bu ihtiyaçlardan yalnızca bir bölümünü karşılayabilmek amacıyla planlanmış ve RE'yi SKN ve KG özelinde değerlendirmiştir. Çalışma bulgularımız iyi antrene bisikletçilerde  $V_E/P_{ET}CO_2$ -zaman ilişkisinde oluşan en güçlü kırılmanın çok büyük bir başarı ile SKN'yi gösterdiğini fakat KG'yi doğrudan belirlemede başarısız olduğunu ortaya koymuştur. Ancak KG ve RE arasında yüksek bir ilişki saptanmıştır. KG değeri, RE'nin oluştuğu egzersiz şiddetinin yaklaşık olarak %10 altına karşılık gelmiştir. Bu yönüyle RE, çok seanslı ve zaman alan bir KG belirleme prosedürüne alternatif olarak tek seansta bir KG tahmini sunabilir. Diğer yandan RE, SKN'nin kolaylıkla görülemediği bazı testlerde bir hiperventilasyon yanıt fazının başladığının anlaşılmasında da etkin bir şekilde kullanılabilir. Bu da özellikle aerobik kapasite ve aerobik güç geliştirici antrenmanların planlanmasında oldukça önemli bir verinin elde edilebilmesi bakımından önemlidir.

### Yazar Katkısı (Author contributions):

1. **Hakan As:** Tasarım, Analiz-Yorum, Makale Yazımı, Veri Toplama ve/veya İşleme, Eleştirel İnceleme.
2. **Görkem Aybars Balcı:** Makale Yazımı, Veri Toplama ve/veya İşleme, Eleştirel İnceleme.
3. **Engin Yıldıztepe:** Analiz-Yorum, Makale Yazımı, Veri Toplama ve/veya İşleme, Eleştirel İnceleme.
4. **Özgür Özkaya:** Fikir/Kavram, Tasarım, Analiz-Yorum, Makale Yazımı, Eleştirel İnceleme.

#### Etik Kurul İzni ile İlgili Bilgiler

**Kurul Adı:** Ege Üniversitesi Tıbbi Araştırmalar Etik Kurulu

**Tarih:** 10/02/2022

**Sayı No:** 22-2T/16

## KAYNAKÇA

1. **Atkinson, G. ve Nevill, A. M. (1998).** Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Medicine*, 26(4), 217-238. <https://doi.org/10.2165/00007256-199826040-00002>
2. **Beaver, W. L., Wasserman, K. ve Whipp, B. J. (1986).** A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. *Journal of applied physiology*, 60(6), 2020-2027. <https://doi.org/10.1152/jappl.1986.60.6.2020>
3. **Beneke, R. (1995).** Anaerobic threshold, individual anaerobic threshold, and maximal lactate steady state in rowing. *Medicine and science in sports and exercise*, 27(6), 863-867.
4. **Bergstrom, H. C., Housh, T. J., Cochrane, K. C., Jenkins, N. D. M., Lewis, R. W., Traylor, D. A., Zuniga, J. M., Schmidt, R. J., Johnson, G. O. ve Cramer, J. T. (2013).** An examination of neuromuscular and metabolic fatigue thresholds. *Physiological Measurement*, 34(10), 1253-1267. <https://doi.org/10.1088/0967-3334/34/10/1253>
5. **Bergstrom, H. C., Housh, T. J., Zuniga, J. M., Traylor, D. A., Camic, C. L., Lewis, R. W., Schmidt, R. J. ve Johnson, G. O. (2013).** The relationships among critical power determined from a 3-min all-out test, respiratory compensation point, gas exchange threshold, and ventilatory threshold. *Research quarterly for exercise and sport*, 84(2), 232-238. <https://doi.org/10.1080/02701367.2013.784723>
6. **Binder, R. K., Wonisch, M., Corra, U., Cohen-Solal, A., Vanhees, L., Saner, H. ve Schmid, J. P. (2008).** Methodological approach to the first and second lactate threshold in incremental cardiopulmonary exercise testing. *European journal of cardiovascular prevention ve rehabilitation*, 15(6), 726-734. <https://doi.org/10.1097/HJR.0b013e328304fed4>
7. **Black, M. I., Durant, J., Jones, A. M. ve Vanhatalo, A. (2014).** Critical power derived from a 3-min all-out test predicts 16.1-km road time-trial performance. *European Journal of Sport Science*, 14(3), 217-223. <https://doi.org/10.1080/17461391.2013.810306>
8. **Black, M. I., Jones, A. M., Bailey, S. J. ve Vanhatalo, A. (2015).** Self-pacing increases critical power and improves performance during severe-intensity exercise. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 40(7), 662-670. <https://doi.org/10.1139/apnm-2014-0442>
9. **Black, M. I., Jones, A. M., Kelly, J. A., Bailey, S. J. ve Vanhatalo, A. (2016).** The constant work rate critical power protocol overestimates ramp incremental exercise performance. *European Journal of Applied Physiology*, 116(11-12), 2415-2422. <https://doi.org/10.1007/s00421-016-3491-y>
10. **Bland, J. M. ve Altman, D. G. (1986).** Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *The Lancet*, 327(8476), 307-310. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(86\)90837-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(86)90837-8)
11. **Boone, J., Koppo, K. ve Bouckaert, J. (2008).** The VO<sub>2</sub> response to submaximal ramp cycle exercise: Influence of ramp slope and training status. *Respiratory physiology ve neurobiology*, 161(3), 291-297. <https://doi.org/10.1016/J.RESP.2008.03.008>
12. **Camic, C. L., Housh, T. J., Johnson, G. O., Hendrix, C. R., Zuniga, J. M., Mielke, M. ve Schmidt, R. J. (2010).** An EMG frequency-based test for estimating the neuromuscular fatigue threshold during cycle ergometry. *European journal of applied physiology*, 108(2), 337-345. <https://doi.org/10.1007/s00421-009-1239-7>
13. **Copp, S. W., Hirai, D. M., Musch, T. I. ve Poole, D. C. (2010).** Critical speed in the rat: Implications for hindlimb muscle blood flow distribution and fibre recruitment. *The Journal of Physiology*, 588(24), 5077-5087. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2010.198382>
14. **Crescêncio, J. C., Martins, L. E. B., Murta, L. O., Antloga, C. M., Kozuki, R. T., Santos, M. D. B., Neto, J. A. M., Maciel, B. C. ve Gallo, L. (2003).** Measurement of anaerobic threshold during dynamic exercise in healthy subjects: Comparison among visual analysis and mathematical models. *Computers in Cardiology*, 2003, 801-804.
15. **Cross, T. ve Sabapathy, S. (2012).** The Respiratory Compensation "Point" as a Determinant of O<sub>2</sub> Uptake Kinetics? *International Journal of Sports Medicine*, 33(10), 854-854. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1321903>
16. **Darabi, S., Dehghan, M., Refahi, S. ve Kiani, E. (2009).** Ventilation, potassium and lactate during incremental exercise in men athletes. *Research Journal of Biological Sciences*, 4(4), 427-429.
17. **Dekerle, J., Baron, B., Dupont, L., Vanvelcenaher, J. ve Pelayo, P. (2003).** Maximal lactate steady state, respiratory compensation threshold and critical power. *European journal of applied physiology*, 89(3), 281-288. <https://doi.org/10.1007/s00421-002-0786-y>
18. **Forster, H. V., Haouzi, P. ve Dempsey, J. A. (2012).** Control of breathing during exercise. *Comprehensive Physiology*, 2(1), 743-777. <https://doi.org/10.1002/cphy.c100045>
19. **Galán-Rioja, M. Á., González-Mohino, F., Poole, D. C. ve González-Ravé, J. M. (2020).** Relative proximity of critical power and metabolic/ventilatory thresholds: Systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 50(10), 1771-1783. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01314-8>
20. **Greco, C. C., Caritá, R. A. C., Dekerle, J. ve Denadai, B. S. (2012).** Effect of aerobic training status on both maximal lactate steady state and critical power. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 37(4), 736-743. <https://doi.org/10.1139/H2012-047>

21. **Howley, E. T., Bassett, D. R. ve Welch, H. G. (1995).** Criteria for maximal oxygen uptake: Review and commentary. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27(9), 1292-1301. <https://doi.org/10.1249/00005768-199509000-00009>
22. **Jones, A. M., Burnley, M., Black, M. I., Poole, D. C. ve Vanhatalo, A. (2019).** The maximal metabolic steady state: Redefining the ‘gold standard’. *Physiological Reports*, 7(10), e14098. <https://doi.org/10.14814/phy2.14098>
23. **Jones, A. M. ve Poole, D. C. (2009).** Physiological demands of endurance exercise. *Olympic Textbook of Science in Sport*. Chichester, UK: Wiley-Blackwell Publishing, Chichester, UK, 43-55.
24. **Jones, A. M., Wilkerson, D. P., DiMenna, F., Fulford, J. ve Poole, D. C. (2008).** Muscle metabolic responses to exercise above and below the “critical power” assessed using 31P-MRS. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 294(2), R585-R593. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00731.2007>
25. **Karsten, B., Jobson, S. A., Hopker, J., Jimenez, A. ve Beedie, C. (2014).** High agreement between laboratory and field estimates of critical power in cycling. *International journal of sports medicine*, 35(04), 298-303.
26. **Keir, D. A., Fontana, F. Y., Robertson, T. C., Murias, J. M., Paterson, D. H., Kowalchuk, J. M. ve Pogliaghi, S. (2015).** Exercise intensity thresholds: Identifying the boundaries of sustainable performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 47(9), 1932-1940. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000613>
27. **Kouwijzer, I., Valize, M., Valent, L. J. M., Comtesse, P. G. P., Woude, L. H. V. van der ve Groot, S. de. (2019).** The influence of protocol design on the identification of ventilatory thresholds and the attainment of peak physiological responses during synchronous arm crank ergometry in able-bodied participants. *European Journal of Applied Physiology*, 119(10), 2275-2286. <https://doi.org/10.1007/s00421-019-04211-9>
28. **Leo, J. A., Sabapathy, S., Simmonds, M. J. ve Cross, T. J. (2017).** The respiratory compensation point is not a valid surrogate for critical power. *Medicine and science in sports and exercise*, 49(7), 1452-1460. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001226>
29. **Maturana, F. M., Fontana, F. Y., Pogliaghi, S., Passfield, L. ve Murias, J. M. (2018).** Critical power: How different protocols and models affect its determination. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(7), 742-747. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.11.015>
30. **McLoughlin, P., Popham, P., Linton, R. A., Bruce, R. C. ve Band, D. M. (1994).** Exercise-induced changes in plasma potassium and the ventilatory threshold in man. *The Journal of physiology*, 479, 139-147. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1994.sp020283>
31. **Nicolò, A., Marcora, S. M. ve Sacchetti, M. (2020).** Time to reconsider how ventilation is regulated above the respiratory compensation point during incremental exercise. *Journal of Applied Physiology*, 128(5), 1447-1449. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00814.2019>
32. **Norouzi, M., Çabuk, R., Balci, G. A., As, H. ve Özkaya, Ö. (2021).** Farklı Tükenme Aralıkları ve Matematiksel Model Kullanımının Kritik Güç Tahminlerine Etkisi. *Spor Bilimleri Dergisi*, 32(3), 151-166. <https://doi.org/10.17644/sbd.931304>
33. **Oosterbaan, R. (2011).** *SegReg: Segmented linear regression with breakpoint and confidence intervals*. <https://www.waterlog.info/segreg.htm>
34. **Ozkaya, O., Balci, G. A., As, H., Cabuk, R. ve Norouzi, M. (2022).** Grey Zone: A Gap Between Heavy and Severe Exercise Domain. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(1), 113-120. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003427>
35. **Ozkaya, O., Balci, G. A., As, H. ve Yildiztepe, E. (2021).** A new technique to analyse threshold-intensities based on time dependent change-points in the ratio of minute ventilation and end-tidal partial pressure of carbon-dioxide production. *Respiratory Physiology ve Neurobiology*, 294, 103735.
36. **Paterson, D. J., Friedland, J. S., Bascom, D. A., Clement, I. D., Cunningham, D. A., Painter, R. ve Robbins, P. A. (1990).** Changes in arterial K<sup>+</sup> and ventilation during exercise in normal subjects and subjects with McArdle’s syndrome. *The journal of physiology*, 429(1), 339-348. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1990.sp018260>
37. **Pettitt, R. W., Clark, I. E., Ebner, S. M., Sedgeman, D. T. ve Murray, S. R. (2013).** Gas exchange threshold and VO<sub>2max</sub> testing for athletes: An update. *Journal of strength and conditioning research*, 27(2), 549-555. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31825770d7>
38. **Poole, D. C., Burnley, M., Vanhatalo, A., Rossiter, H. B. ve Jones, A. M. (2016).** Critical power: An important fatigue threshold in exercise physiology. *Medicine and science in sports and exercise*, 48(11), 2320-2334. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000939>
39. **Poole, D. C., Rossiter, H. B., Brooks, G. A. ve Gladden, L. B. (2021).** The anaerobic threshold: 50+ years of controversy. *The Journal of Physiology*, 599(3), 737-767. <https://doi.org/10.1113/JP279963>
40. **Poole, D. C., Ward, S. A., Gardner, G. W., Whipp, B. J., Pooles, D. C., Ward, S. A., Gardner, G. W. ve Whipp, B. J. (1988).** Metabolic and respiratory profile of the upper limit for prolonged exercise in man. *Ergonomics*, 31(9), 1265-1279. <https://doi.org/10.1080/00140138808966766>
41. **Rausch, S. M., Whipp, B. J., Wasserman, K. ve Huszczuk, A. (1991).** Role of the carotid bodies in the respiratory compensation for the metabolic acidosis of exercise in humans. *The Journal of physiology*, 444, 567-578. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1991.sp018894>
42. **Reinhard, U., Müller, P. H. ve Schülling, R. M. (1979).** Determination of anaerobic threshold by the ventilation equivalent in normal individuals. *Respiration; international review of thoracic diseases*, 38(1), 36-42. <https://doi.org/10.1159/000194056>

43. Rosendal, L., Blangsted, A. K., Kristiansen, J., Søgaard, K., Langberg, H., Sjøgaard, G. ve Kjaer, M. (2004). Interstitial muscle lactate, pyruvate and potassium dynamics in the trapezius muscle during repetitive low-force arm movements, measured with microdialysis. *Acta physiologica Scandinavica*, 182(4), 379-388. <https://doi.org/10.1111/j.1365-201X.2004.01356.x>
44. Scheuermann, B. W. ve Kowalchuk, J. M. (1998). Attenuated respiratory compensation during rapidly incremented ramp exercise. *Respiration Physiology*, 114(3), 227-238. [https://doi.org/10.1016/S0034-5687\(98\)00097-8](https://doi.org/10.1016/S0034-5687(98)00097-8)
45. Vanhatalo, A., Black, M. I., DiMenna, F. J., Blackwell, J. R., Schmidt, J. F., Thompson, C., Wylie, L. J., Mohr, M., Bangsbo, J., Krstrup, P. ve Jones, A. M. (2016). The mechanistic bases of the power–time relationship: Muscle metabolic responses and relationships to muscle fibre type. *The Journal of Physiology*, 594(15), 4407-4423. <https://doi.org/10.1113/JP271879>
46. Voter, W. A. ve Gayeski, T. (1995). Determination of myoglobin saturation of frozen specimens using a reflecting cryospectrophotometer. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 269(4), H1328-H1341.
47. Wasserman, K., Whipp, B. J., Koyal, S. N. ve Cleary, M. G. (1975). Effect of carotid body resection on ventilatory and acid-base control during exercise. *Journal of applied physiology*, 39(3), 354-358. <https://doi.org/10.1152/jappl.1975.39.3.354>
48. Whipp, B. J., Huntsman, D. J., Stoner, N., Lamarra, N. ve Wasserman, K. (1982). A constant which determines the duration of tolerance of high-intensity work. *Federation Proceedings*, 41(5), 1591.
49. Zuniga, J. M., Housh, T. J., Camic, C. L., Hendrix, C. R., Schmidt, R. J., Mielke, M. ve Johnson, G. O. (2010). A mechanomyographic fatigue threshold test for cycling. *International Journal of Sports Medicine*, 31(9), 636-643. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1255112>

## Marketing Strategies For Creating And Capturing Values: A Case Study Of Real Madrid Football Club

Değer Yaratma Ve Yakalama Stratejileri: Real Madrid Futbol Kulübü Örneği

<sup>1</sup>Merve ALTUN EKİNCİ  
ORCID No: 0000-0002-3952-3496

<sup>2</sup>Pablo GARCÍA-MANÍTZ  
ORCID No: 0000-0003-2264-845X

<sup>2</sup>Álvaro FERNÁNDEZ-LUNA  
ORCID No: 0000-0002-8633-7311

<sup>1</sup>Canan KOCA  
ORCID No: 0000-0001-7484-0545

<sup>3</sup>Settar KOÇAK  
ORCID No: 0000-0002-8437-6181

<sup>1</sup>Hacettepe University, Faculty of Sport Science

<sup>2</sup>Universidad Europea de Madrid, Faculty of Sport Science

<sup>3</sup>Lokman Hekim University, Faculty of Sport Science, Sport Management Department

**Yazışma Adresi**  
**Corresponding Address:**

Dr. Merve Altun Ekinci

Hacettepe University, Faculty of Sport Science, Department of Recreation Beytepe, Ankara, TURKEY

**E-posta:** altunmerve@gmail.com

Geliş Tarihi (Received): 18.05.2022  
Kabul Tarihi (Accepted): 12.09.2022

### ABSTRACT

The purpose of this study was to explore the insights from Real Madrid Club de Fútbol (CF) about how value was created and captured by participating in different value offerings with variety of actors to gain a differentiation position in the competitive scope of the football business. We utilized a case study, relying on semi-structure interviews with eight directors, who worked in the club and the multiple sources of secondary documents. The results revealed that Real Madrid CF generated seven value capturing strategies through the value co-creation with global supporters, sponsors, corporate partners and social media. This case study intended to contribute to the sports marketing literature by examining how the club has transformed value-creating activities into value captures to sustain their competitive advantage, through implementation of marketing strategies such as; recruitment of star players who pay their way, brand extension in Middle East countries, organizing international friendly matches, establishment of Real Madrid Graduate School for business education and developing new projects such as theme parks and virtual fan experiences.

**Keywords:** Value create, Value capture, Marketing strategies, Real Madrid Football Club, Football business

### ÖZ

Bu çalışmanın amacı, Real Madrid Futbol Kulübü'nün, futbolun yarattığı rekabetçi piyasada farklı bir konum elde etmek için farklı değer önerilerinin, kulüp aktörleri tarafından nasıl yaratıldığı ve yakalandığı konusunda anlayış sağlamaktır. Mevcut çalışma, kulüpte çalışan sekiz üst düzey yöneticisi ile gerçekleştirilmiş olan yarı yapılandırılmış görüşmelere ve ikincil kaynaklardan elde edilen verilere dayandırılan bir durum çalışmasıdır. Araştırmanın sonuçları, Real Madrid FK'nin, global taraftarlar, sponsorlar, kurumsal ortaklar ve sosyal medya ile birlikte yarattığı değerler vasıtasıyla yedi değer yakalama stratejisi belirlediğini ortaya koymuştur. Bu durum çalışması, kulübün geliştirdiği (a) kendi ücretlerini karşılayan oyuncuların alınması, (b) Orta Doğu ülkelerine olan marka genişlemesi, (c) uluslararası futbol maçları düzenlenmesi, (d) Real Madrid okullarında spor liderlerinin yetiştirilmesi ve (e) eğlence parkları ve sanal taraftar deneyimleri gibi yeni projelerin geliştirilmesi gibi değer yaratma faaliyetlerinin nasıl değer yakalama stratejilerine dönüştüğünü ortaya koyarak, spor pazarlaması alan yazınına katkı sağlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Değer yaratma, Değer yakalama, Pazarlama stratejileri, Real Madrid Futbol Kulübü, Futbol işletmesi

## INTRODUCTION

Considering the complex structure of the football business, clubs increasingly understand the crucial role of developing appropriate strategies that reinforce their organizational capabilities to differentiate their positions in the sport industry (Hedlund, 2014). Emerging theoretical developments in contemporary marketing research emphasize that collaborative value creating activities have become an influential strategy for sports organizations (Uhrich, 2014) to construct a 'co-creation paradigm' (Vargo and Lusch, 2004) for their customers by transforming activities into experiences and entertainment concepts.

Several studies focused on how value is created in sport with the collaboration of different stakeholders, such as the sports teams or leagues (McDonald and Karg, 2014), sport organizations (Kolyperas et al., 2016) or other customers across different platforms like sporting events, where all actors are actively engaged in the process. (Woratschek et al., 2014).

Contingent upon the interactions of various actors, football is a great example for the value creation process in which customers play a fundamental role in collaborating with others (Uhrich, 2014). For instance, supporters can decide where they watch the game, who they engage with and what activities they do before, during and after the match (McDonald and Karg, 2014). This is the total experience, which is created not only by the football clubs but also by each supporter, who becomes part of the event (Junghagen, 2018). Zagnoli and Radicchi (2010) indicated that fan communities created value through interaction, commitment and being decision-makers for strategic choices within the social networks of ACF Fiorentina Football Club and its actors. Fyrberg Yngfalk (2013) also demonstrated that supporters critically integrated with resources to create value for the atmosphere and the commercial possibilities of clubs in the Swedish Elite Football League.

Existing research about the football phenomenon have mostly concentrated on value-creating activities, while the interactions of actors in the process of value capture is still missing for the football business. McNamara et al. (2013) revealed that team talent and shared team experience lead to value creation and value capture outcomes in the business models of the English Premiership football industry. Rodriguez-Pomeda et al. (2017) also figured out that the business models of Real Madrid generated value proposal and value capture; however, they focused on the management of emotions and its fundamental role in the value proposal process, rather than how value was captured.

As the dynamic and unstable environment of the sports industry impels football clubs to act on the short-term objective of winning (McNamara et. al, 2013), there is a need for further studies to examine how clubs transform value-creating activities into value capture to enhance commercial profits and sustainable relationships with customers in the long-term period. Therefore, the current case study intends to fill a gap in the sports marketing literature by examining how Real Madrid sustained their competitive advantage by providing a variety of value offerings that were captured by customer groups.

### **Theoretical Framework:**

**Resource-based view of the firm and value capture:** Several scholars examined the value creation process in the strategic management and organization literature (Porter, 1985; Barney, 1991; Lepak et al., 2007) . Specifically, the resource-based view of the firm (RBV) proposed alternative assumptions in examining the resources of competitive advantage (Barney, 1991; Bowman and Ambrosini, 2000). Barney (1991) indicated the relationship between firm resources and sustained competitive advantage as the following: "firm resources can only be a source of competitive advantage or sustained competitive advantage, when they are valuable". A resource like a brand cannot build value by



themselves, value creation is solely perceived by the customers with the efforts of creative marketing (Bowman and Ambrosini, 2000).

As the evolution of new technologies has transformed the product into a lived experience, how value is perceived, co-created and captured by variety of actors have become key concerns for managers (Letaifa, 2014). Due to their capability to make profits, resources may be perceived as valuable by customers; however, if the owner of the resource cannot capture the values, the profitability of the firm may suffer in the long term (Stabell and Fjeldstad, 1998). Lepak et al. (2007) also supported this notion by emphasizing that ‘value capture is never guaranteed’, value creation through a resource, product or an activity might not always achieve value captures for long-term success. Verdin and Tackx (2015) explained that firms should transform their value creation into the value capturing process for a sustainable business model by giving an example of Nike, a brand that succeeded in capturing values of its customers by concentrating on customer experiences, rather than functional benefits.

**Network of the value captures framework:** The framework was firstly introduced to explore the management challenges of the football business by Dolles and Söderman (2005). In subsequent years, it was adapted and revised for the different value creation process in various sport fields such as a case study of Everton Football Club (Dolles and Schweizer, 2010), development of a professional football league in Japan (Dolles and Söderman, 2013a) and the new sports branch of floorball (Gabrielsson and Dolles, 2017). In the final revised framework, the value creation process occurs through two dimensions; team sport products, including eight offerings of team; sporting competitions; club; players; team sport services; event, facilities and arena; merchandise and other commercial activities; and customers’ groups, including supporters, club members, media, sponsors and corporate partners, local communities, and other clubs. Team sport products include the possible offerings that football clubs can provide to their customers’ groups, with whom they create value with a variety of offerings. With the scope of this framework, Real Madrid has a valuable case for understanding (1) which marketing strategies being developed (2) what essential offerings and actors of these strategies composed of and (3) how they interrelated with each other to create and capture values.

## METHODOLOGY

**Research Design:** In an effort to explore the strategies of Real Madrid CF, the researchers designed a qualitative case study, which is particularly used to “investigate a contemporary phenomenon in-depth and within its real-life context” (Yin, 2009, p. 18). This case study was constructed on the philosophical approach of pragmatism to understand the practical applications of what works (Patton, 1990) for clubs to gain competitive advantage in the changing football business context. Considering the club’s global popularity, it becomes more important to provide in-depth knowledge and experiences of RM’s directors about what and how efficiently they developed marketing strategies to capture value from their customer groups.

**Research Context: Real Madrid CF:** The current study was designed to examine Real Madrid, as an “extreme case” (Patton, 1990, p. 169), since the club is an outstanding example of global success in both sporting and commercial performances. Throughout its history, the club has accomplished many successes; such as winning variety of titles and the FIFA award for best club in the twentieth century (2000). As the twelfth time record holder of Money League (Deloitte Sport Business Groups, 2019) and regaining its position as The World’s Most Valuable Soccer Team (Ozianian, 2019), Real Madrid constitutes an important case to understand how the club developed specific strategies to consolidate their status quo to remain in its position at the top.

**Research Participants: Elites:** What we call elites in the study are the directors, who have been working in top managerial positions of Real Madrid CF in the period of 2014. Semi-structured interviews were conducted with eight of

those directors to obtain exclusive, inside knowledge and understanding of how top management applied the business dynamics and transformed them into value capturing strategies. The interview guide was derived from the network of value captures frameworks (Dolles and Söderman, 2013a,b), components of contemporary theoretical developments in the marketing researches (e.g. McDonald and Karg, 2014) and the business aspects of Real Madrid C.F. (e.g. Kase et al., 2007; Callejo et al., 2006). After the pilot interviewing processes with the two sports business experts, totally 37 open-ended questions were determined to ask the Real Madrid's executives. Examples of the questions, included: "How does Real Madrid determine the marketing strategic plan?" "What is the role of Real Madrid as a brand in the club's marketing strategies?" and "What are the strategies or actions for the differentiation and segmentation of Real Madrid's supporters?"

As one of the purposeful sampling method, the criterion sampling was used to reach in-depth information (Patton, 1990) from eight directors with the minimum 5 years working experiences in the club. Due to their critical positions in the club, limited director details are disclosed (Pseudonym names; Sabrina, Marina, Carlos, Fernando, Sergio, Antonio, Felipe, and Jose with 5 to 20 years of working experience).

As the business of football clubs still remains behind closed doors, elite interviews provided the researchers with unusual and valuable insight and understanding of the unique aspects of organizational values and strategies (Moore and Stokes, 2012). However, this type of interviewing is very compelling process that needed to gain participants' confidence (Mikecz, 2012). During 9 months, the first and second authors participated in a sports marketing master program at Real Madrid Graduate School, which included lectures from the club's key directors and sport industry experts and workshops, congresses, and football matches. They made also several visits to Santiago Bernabéu Stadium to further understand the essence of the club. This setting created an opportunity for them to spend extended periods of time in the field to gain inside and outside knowledge of the club's organization. Since their insider position of "student's identity" evolved into the outsider position of "researcher", this case study was designed to gain a deep understanding of how directors perceived the club's business context.

The Declaration of Helsinki was adequately addressed and the study was approved by Middle East Technical University Applied Ethics Research Center (register number 2016-EGT-013). All interviews were conducted in the directors' departmental offices at Santiago Bernabéu Stadium by bilingual researchers, and lasted 35 minutes to 1 hour. Due to the request of board for confidentiality and securing access to high-level managers, the interview process was only

recorded in notes taken by two researchers simultaneously. Although audio recording provides more comprehensive coverage of what participants say, the interviewing process with elites may not be always in-depth as assumed, dependent on the feeling of discomfort from talking for the record (Byron, 1993). To prevent missing critical off-the-record information, the researchers implemented some strategies such as spending an extended period of time in the field and rigorous pre-interviewing preparation with experts (Harvey, 2011). Data also emerged from multiple sources of official documents of Real Madrid CF, archives and online media records to converge into triangulation (Yin, 2009).

**Data Analysis:** The initial phase of data analysis involved sharing the information recorded in written form between the researchers and debating in detail to establish a holistic perspective of what they collected. Afterwards, thematic analysis was conducted based on Braun and Clarke (2006)'s six-step coding procedure, as follows; "(1) familiarizing with data, (2) generate initial codes, (3) search for themes, (4) review themes, (5) define and name themes, and (6) produce the report" (pp. 16-23). Primarily, the researchers independently coded the dataset by utilizing Atlas.ti V7.0, after detailed readings of their notes several times and becoming familiar with the data. After discussion between the two researchers about establishing a consistent perspective of what they analysed, the initial categories and codes were

generated, reviewed and confirmed. The next step included organizing codes into structured themes, which emerged from describing the phenomenon. Although the researchers initially applied a deductive coding approach, new themes were generated. Finally, 10 themes were identified, refined and discussed by the research team to check the relevance and consistency of the classification procedure. Team sport products defined as the possible offerings such as; products, services or entertainment actors that football clubs can offer to their groups of customers. And customer groups included 'actors', such as; supporters, spectator, business partners or media, with whom they create value within the variety of offerings (Dolles and Söderman, 2005, 2013b).

The first dimension, team sport products included 7 offerings (Figure 1). *1A. The Club's Shared Values:* A clear image of what the core values of the club which shared for building the huge community of customer groups. *1B. The Success of the Club:* To win titles and to protect club's leader position through decreasing the effects of the potential sporting outcomes. *1C. Star Players:* To recruit star players who demonstrate outstanding on and off performance to fit the image of the club. *1D. Merchandising:* Supporting the brands with the similar values of the club and keep 50 % of the image rights of the international players. *1E. Facilities:* Transmitting club's core values in match day and no match day, which include a wide range of services. *1F. Other Commercial Activities:* To find strategic locations for luxury markets through cooperation with international strategic partnership and organizing international friendship matches and to develop innovative products or projects. *1G. Business Education:* To create universal educational platform by reaching global students to become potential sport executives or experts and customer groups.

The second dimension included three customer's groups (Figure 1). *2A. Global supporters:* Reaching all kinds of supporters from worldwide through doing marketing research and using technological innovations and transmitting values from the early ages of potential supporters. *2B. Sponsors and Corporate Partners:* Cooperation with the top international brands which share the mutual values of the club, such as; leadership, global and quality. *2C. Social Media:* Constantly engagement with supporters and maintaining enduring relationships with business partners.

As Dolles and Söderman (2013a)'s framework comprised the Japanese football league, this case differently constructed value creating and capturing process into some of the aspects; for instance, in team sports products dimensions "clubs" value capture replaced to "club's shared values", "sporting competition" replaced to "the success of the club". And the new value capture "business education" was also included for the value creation process of the club. In customers' groups dimensions, the name of supporters and media were changed to global supporters and social media.

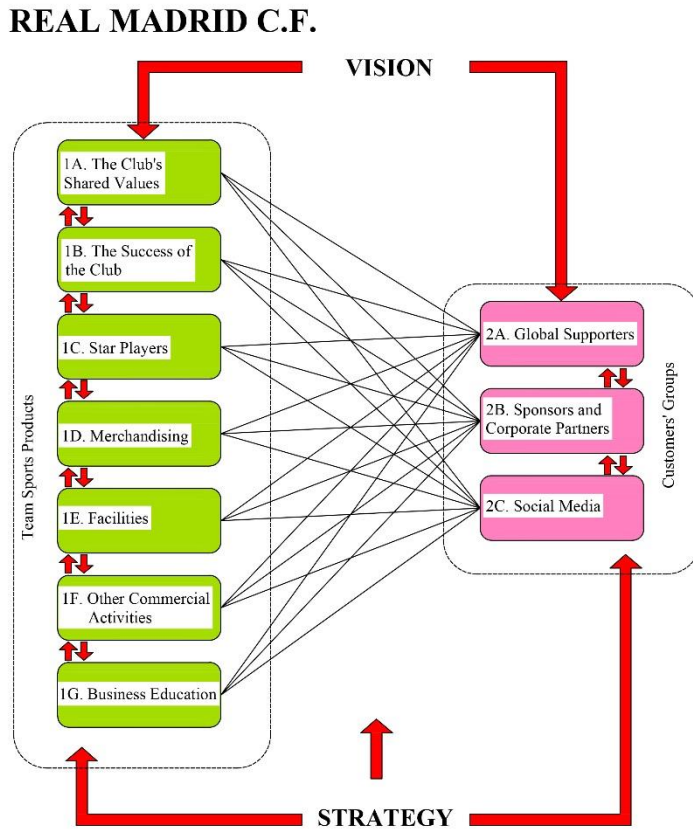
The reliability of this case study was addressed by the triangulation technique (data sources and analyst) and peer review (Patton, 1990). Interviews with elites, secondary document analysis and multiple researchers enhanced the credibility of the study. Two sport management professors were also included as peer reviewers to review and discuss the emerging themes and give feedback. An additional professor from Real Madrid Graduate School was participated in the current study as auditor to examine the entire research process.

## RESULTS AND DISCUSSION

**Team Sport Products:** The first dimension of team sport product, included 7 offerings (1A. The Club's Shared Values, 1B. The Success of the Club, 1C. Star Players, 1D. Merchandising, 1E. Facilities, 1F. Other Commercial Activities, 1G. Business Education), that Real Madrid CF can provide to their customers' groups (Figure 1).

Figure 1

The network of value captures framework of Real Madrid C.F.



Note. Adapted from Dolles and Söderman (2013a)

**The club's shared values:** One of the main findings to emerge from the directors was how critical sharing the values with all actors was for Real Madrid to become the top of the world brands. Carlos classified these values as “core” for the club, such as; “the history, leadership, legend, unique and universal”. Marina utilized the concept of “the heritage of success” to explain the importance of 120 years of the club’s history with full of titles and accomplishments. Sabrina summarized all those values as “being Madridista”, which utilized the symbol of Real Madrid’s supporters, who are totally a part of the club.

Rodriguez-Pomeda et al. (2017) asserted that the club generating better reputation served as a catalyst for sharing the club’s values and building a huge community of fans. Similarly, there was a general agreement among the directors that it was essential to understand the club as a brand, sharing mutual values with their customers. Fernando particularly explained how important it was to transmit true values: “We try to convey all the values of Real Madrid from the early ages of our supporters, by drawing them to an image of what the club means. Brand should be compatible with what they are thinking about it”.

Shared values (1A) was a fundamental value creating and capturing strategy to differentiate Real’s brand image into the world football context by transforming potential supporters to ‘Madridista’ (2A), which all bear common values.

**Success of the club:** As Dolles and Söderman (2013a) analyzed how value was created in the Japanese soccer league, sporting competition was seen as one of the important dimensions, related with the league. In the case of Real Madrid, however, new theme of the success of the club emerged to contribute to the value capture process, since all of the interviewees frequently indicated the importance of winning titles and increasing revenues.

The success of the club was generally explained by the existence of strong relationships between the sporting and financial results (McNamara et. al, 2013). Three of the directors particularly indicated that the club's historical success on the pitch had a great impact upon commercial success. Felipe and Marina remarked on the importance of "the tradition of winning titles" such as, the title of *La Decima* (10<sup>th</sup> European Cup) and other victories like having been awarded "the best club of the 20<sup>th</sup> century FIFA trophy". Antonio asserted that this history strengthened the club's brand image by "maintaining the fans' pleasure and loyalty". Felipe explained pleasure as "fans' emotional perceptions toward Real Madrid" which was improved by the good results, and Fernando emphasized a different aspect of fan loyalty by indicating "Fans, first focus on sport results and then on products. Business is the consequence of the sport results". All these viewpoints may provide an indication that winning titles was a part of the club's legacy to strengthen the brand by capturing value from a large number of supporters

There was also *brand is over results* perception in the club, which focused on the strategy of "reducing the impact of sport results". This perspective was actually supported by the club's sustainability in a leader position for 11 consecutive years in the ranking of the football clubs generating most revenue (Deloitte Sports Business Group, 2019) regardless of not winning any titles in European Cups (2002-2014). Felipe explained how the club sustained its financial advantage: "Sports results help economic results, but the winning is never accurate. Apart from the titles; the club has a business side including 365 days for marketing activities". This might explain how Real Madrid preserved its financial superiority by transforming its pivotal club resource 'brand' into value capture, which minimized the potential effects of sporting results that may influence the club's profitability in the long-term (Barney, 1991). Bauer et al. (2005) also indicated that clubs with strong brand image are believed to be more independent of win-loss team performance, as teams had strong bond with their fans through providing them an environment encouraging association with their club (Thrassou et. al, 2012).

In contrast to all the years that the club led the revenues ranking, the only three times that they dropped the leader position were when they won Champions League (2015-2018 seasons). This decline occurred for different reasons (turnover rate of their rivals increased, such as; Manchester United's contract with Adidas doubled (Why have Real Madrid lost the title of richest club in the world?, 2017) or Barcelona's change of merchandising operations); however, it would not be wrong to say that Real Madrid tried to diversify its commercial activities for success that do not depend on the on-field performances.

**Star players:** Recruiting star players is a tradition coming from the period of Santiago Bernabéu, who provide the club with an international vision. Felipe explained this strategy: "We sign players, who are *mediáticos* (media attractions) like Benzema, playing well like Bale and having global popularity like Kroos... When good players are also 'mediáticos', this is the best-fit occurring between the brand's image and players." Gomez et. al (2010) indicated that Los Galácticos were supposed to be Real Madrid's ambassadors to their respective geographical areas, as a representative of a specific target group, in which they created a sense of pride and belonging to the club. Felipe also illustrated how this strategy was an efficient way of ensuring emotional attachment with the supporters:

In Real Madrid, there is a concept, *brand over brand*. For example, Beckham or Ronaldo is a trademark; when they wear a white t-shirt, it is worth much more than the other players. Here, most people support and follow the players. Therefore, when a global player comes to this club, all image rights of these players should be used to sell more.

Florentino Pérez believed that the "most expensive players are those that can be classified as an investment because, if they are very good, they produce a return" (Kerai, 2013). Real Madrid's Management Report and Financial Statements (2018/2019) also stated that "a significant part of player investment (€249 million) was self-financed with income from transfers, which totalled €124 million" (p. 12). The signing of Eden Hazard (2019), who was the most valuable transfer

of all time, is a great example of this kind of club strategy (Transfermarkt, n.d.) to attract more global customer groups that increased its image in the global markets.

Antonio also highlighted the power of Real Madrid to recruit players: "...RM has the power to expand the brand value of a player. Just the interest of the club increases the value of a player". Similarly, Jose expressed how Real Madrid had a different position among other football clubs to increase the players' values: "Other clubs tried to copy it, but it did not function with them. Real Madrid has an extra power". For instance, the case of signing James Rodriguez, one of the most recognizable talents in the 2014 World Cup in Brazil, was a good case to understand how this strategy transformed into value capture for both club and the player. Approximately 345,000 James shirts were sold in the 48 hours since he was unveiled at the Bernabéu (Conn, 2013).

With the strategy of recruiting star players who pay their own way and fit with the image (1C), the club tried to create 'the best squad' to attract more supporters (2A) media (2B) and corporate partners (2C) that leveraged club as a global brand by differentiating its image in the emerging global markets (1F).

**Merchandising:** One of the key points of merchandising was keeping 50% of the image rights of the players, which contributed critical commercial value. This was one of the innovations that Florentino Pérez created, after retaining the rights of Luis Figo for the first time, the club continued to make similar negotiations with Zidane, David Beckham and Ronaldo. Jose emphasized the importance of keeping the image rights of players "...who have global appearance to sell more merchandising products and make promotional campaigns". This strategy was also supported by the Deloitte's Money League Report (2019) stating that Real Madrid was the first club which exceeded the revenue of €750m specifically, mostly depending on the merchandising sales.

There were also contradictory perspectives among directors about controlling the club's merchandising department. Real Madrid had a licensing model, which was externalized to Adidas. And three of the directors defended this system that "merchandising on your own was very difficult to implement", as the club was not a retail company to go deeply into the merchandise management. However, other directors also indicated their concerns about club's strategy in which including delegation of licensee department outside of the club. They thought that it is short-term strategy to increase revenues, but in the long-term period, the club may lose a bit of control.

This contradiction between short to long-term objectives may be the reason of club's drop in the ranking of Deloitte's Money League Report (2020). In the report, one of the reasons why Barcelona has been leader of commercial growth was explained as their significant change of operating model, from relying on third party agency to take control of their own merchandise management. Dixon (2019) also explained that the retail business of Real Madrid decreased 7.9 per cent year-on-year since 2018, and finally the club decided to recapture full control of their commercial operations. It would be necessary to examine further studies, whether this control will result in reinforcing the commercial performance to understand key target markets for creating and capturing values for a long-term period.

**Facilities:** In Real Madrid, facility management is divided into two parts; match day and no match day, which include a wide range of services. After the renovation of the museum in 2014, Santiago Bernabéu has become one of the main touristic attractions with more than 2 million visitors in Madrid. With the ticket sales in the 2017-2018 seasons, Real Madrid has become the second highest club to reach the €143 million match day revenues (Deloitte Sports Business Group, 2019).

One of the critical assets of the stadium is *Area VIP*, which provides premium and exclusive services to corporate and public customers. Differently from the Commercial Department, Area VIP is managed under the Department of Directions of Operations and Services. The VIP area occupancy rate was 96% with the revenues for hospitality products and services

accounting for 19% of total income; a new record for the department (Real Madrid CF, Annual Report, 2017/2018). Sabrina explained that the underlying reasons for this high number were based on the vision of "...selling ambiance", which provided VIP clients with a unique fan experience, more than a match day". She also indicated the importance of "doing your own research" with asking the clients questions about "the games and their preferences", and this provided a deeply understanding of how the club captured values through satisfying clients.

With Santiago Bernabéu Stadium, the club established a strong emotional attachment with the supporters, visitors and VIP clients (2A) that captured values by living the total experience and entertainment during match days or any of the 365 days.

**Other commercial activities:** The findings demonstrated that Real Madrid laid great emphasis on brand extension strategies to share the club's image in two ways; (1) to find strategic locations for luxury markets emerging in football, such as Asian and Arabian, and (2) to develop innovative products or projects that cannot be replicated by other clubs.

However, the extension of brand image in the Middle East required a change to the appearance of the club's crest designed in 1931, which contained a cross on top of the crown. After the signing of an agreement with the National Bank of Abu Dhabi (2014) and Dubai-based retail operator Marka (2017), the club team decided to drop the Christian cross from the club's official crest in order not to offend Muslim countries (Corrigan, 2017). Fernando explained this situation:

Differently from other clubs, we are *Los Blancos* (The Whites), sum of many colours.

*This is a concept that comes from our tradition. Real Madrid is a universal club that plays for every one without having any political view, belief or religion. We should respect all the fans; this is the only way we are able to spread the real image of Real Madrid's brand.*

However, this was also criticized by the Spanish Catholic conservative association as they found this situation to entail 'a lack of respect toward European cultural identity' (Pita, 2015). As there was a general agreement among directors that one of the important objectives of the club was "to protect Real Madrid's values", this decision would be perceived as a threat of losing the identity of the club. It would be necessary to further analyse that whether these partnerships are going to be short-term and may damage the club's identity in long-term or this change will be successful decision to increase the international recognition of the brand.

One of the other assets of the club was international friendly matches, which was an alternative income generation source for the club. Since 2004-2005, the team started to hold a pre-season tour in China, Japan and Thailand, which was a catalyst for generous growth of income streams through the sales of licensed products (Deloitte Sports Business Group, 2015). Simón (2017) also indicated that the club developed a strategy of organizing friendly matches to capture more supporters for more consumption activities, which moved the brand to a highly recognizable status on different continents.

Jose also emphasized the club's other brand extension strategy as *being leader and innovative in new tendencies*, including developing new products and avoidance of replication to protect brand's unique position. About the new product design, Marina referred to a "theme park" the club proposed to build for developing a new retail format to reach all kinds of customers. Actually, since Pérez was placed back in charge of the club in 2009, he has wanted to put into practice his big project of a Disneyland style theme park, which reflects the club's history, legend and values all over the world (Gomez et al., 2010). The business project planned to build a theme park in the United Arab Emirates (UAE) in 2015, but afterwards it was suspended due to monetary problems of the project's organizers. Real Madrid also made an innovative

agreement with China's Lai Sun Group, as part of an interactive fan experience, including Real Madrid museum, official shop and restaurant area in one of the greatest theme parks in China.

**Business education:** Based on the detailed observations of the first two researchers who personally experienced the real context of the club's educational process, the business education emerged as a new value offering in the case of Real Madrid. As one of the crucial strategies was to increase the global presence by disseminating the club's values, it became more interesting to understand how the educational field contributed to the value creation and capturing process by reaching global students as a customer groups. In 2006, with the cooperation of Universidad Europea, Real Madrid laid the foundations for *The First University School* specialized in a sports context. Since 2006, this business education service has gradually increased the number of master degree programs and correspondingly the number of students (a total of 11,500 graduates, Annual Report, 2018/2019). Specifically, with the new partnership between UCLA Anderson Sports Management School (Los Angeles), Saudi Arabian Leadership Institute, and Torrens University (Australia), the club diversified its value creating strategy in the educational field by presenting its programs in more than ten countries. This may be a notable example of Barney (1991)'s RBV framework, as Real Madrid had a 'competitive advantage' in creating a distinctive kind of business education that could not be duplicated by other football clubs. This strategy also supported the general perspectives of executives about the club's strategy for developing new areas of expertise to sustain the leadership position of the brand.

As value capturing, the school did not only provide academic education in sport, but they also proposed to "train students as human beings that behave in accordance with the historical values of Real Madrid" (Real Madrid Annual Report, 2015/2016, p. 280). The researchers also observed the difference between learning only the theoretical aspects of club's values and actually experiencing how these values were integrated into every aspect of the club.

**Customer Groups:** The second dimension of *customers' groups* highlighted the fact that the club's value offerings transferred into value capturing activities, only if they were seen as acceptable by 2.A Global Supporters, 2.B Sponsors and Corporate Partners and 2.C social media (Figure 1).

**Global supporters:** Felipe indicated how crucial it was to establish "one Real Madrid brand in the fans' mind" through transmitting values, which accurately reflected the real image of the club. Fernando also stated the importance of instilling brand image, but emphasized particularly the "transmission of values to supporters from their childhood" and enhancing their understanding of "what does Real Madrid mean for them?" through creating value with possible offerings such as Hala Madrid Junior (magazine for juniors) with a box of cologne or any other appealing product.

One of the substantial ways of establishing connections with supporters was explained by the directors as "doing research", which was the responsibility of the marketing department, and transformed supporters to official members of the club through "Carnet Madridista" (official supporter card). Felipe clearly explained the crucial aspects of it, which helped the club "to register supporters' data both in quantitative and qualitative ways and be able to sell more products". He also highlighted the importance of "research" in response to a question of "How can we explain Alfredo di Stefano (*ex-legendary player*) to a four-year-old child?", maybe with comic books. But the only way to understand was doing research to increase fans' loyalty and revenues". Real Madrid CF, Annual Report (2017/2018) indicated that there were more than 93,000 Carne Madridista holders in more than 180 countries, and with more than 15,000 newly registered kids, *Junior members under 11 years Madridistas* became the second fastest growing group. The numbers given illustrated that the club succeeded in capturing values from children and adolescents as the *next generation of supporters*. Ellen (2010) also indicated that this young-oriented approach ensured the club reached more life-long supporters, as children have to be accompanied by a paying adult for the consumption of potential products and services.



With the need to reach more supporters, the club has partnered with Microsoft Office to create a new supporter engagement solution so they can virtually access the stadium and reach whatever contents they want. Simultaneously, club had a chance to engage with supporters to offer campaigns and direct marketing based on their personal information, preferences and behaviours. In 2018, the club pioneered the launch of the first ever-virtual reality multi-device *Real Madrid Virtual World* to provide supporters a historical and cultural tour of Santiago Bérnabeu. The club also established an innovative platform for supporter's engagement, which allowed them to experience a real-time match together and chatting in any location without any language barriers (Real Madrid CF, Annual Report, 2017/2018). These digital developments are great examples of how the club evolved in value co-creating strategies to transform activities into value captured by supporters. In this way, the club also captured values by maintaining constant engagement with global supporters (2A) to increase brand's international recognition (1F) and the club's profitability.

**Sponsors and corporate partners:** Otker (1988) revealed that effective sponsorship relationships are based on a good sponsorship fit between "the image which the company wants to promote and the image of the sponsored body" (as cited by Ferrand and Pages, 1999, p. 395). In this case, *sponsorship fit* was also perceived as one of the most important strategies to make partnership. Marina stated this strategy was based on "working with top international brands, which share mutual values of leadership, global and quality to increase international recognition". Felipe also emphasized the importance of engaging in partnerships with the companies which "transmit the club's values to the fans to increase the potential of Real Madrid's brand value".

Madrigal and King (2018) indicated that low-fit sponsorships induced negative attributions and weakened the brand image. The club's ex-sponsor BWIN, an online betting company, was a good example of how low-fit impacted the club's decision not to maintain a long-term partnership. Antonio explained this case: "...There is a value transaction in both ways. Companies from sectors that are not proper are not accepted. With Bwin there was a bit controversy, for example they cannot use the club's image to promote poker". Similar outcomes also occurred in social media, which was stated by Jose to illustrate why the club replaced Bwin with Emirates Airlines: "Bwin had a contract in which social media was mentioned in just one paragraph in one page, whereas the new contract dedicates 14 pages to it".

Actually, there is growth in the numbers for gambling and online betting companies inclined to make partnerships with sport clubs ("Number of clubs sponsored by betting firms is 'disturbing', say campaigners", 2018). However, promoting harmful products that potentially affect social and health problems in children or adolescents increasingly created common concerns among the public (Lamont et. al, 2011). In the current case, the possible damage to the perceived image of the club and the potential sensitivity of supporters toward betting (Madrigal and King, 2018) might have influenced the club's decision.

As indicated by directors that sponsorship strategy was not only based on financial reasons, but also creating a premium environment, included limited number of prestigious companies. Felipe explained the importance of protecting image worldwide:

*The Real Madrid brand is unique. Different from other clubs, Real Madrid does not use all kinds of products to exploit the brand. We support a high quality of products, which are not copied. The club cannot sell cars, but Audi can produce a limited edition car with the brand of Real.*

What Felipe highlighted here, was the uniqueness of the brand and transforming it into value capture by ensuring representation with high quality brands that are barely replicated by others (Barney, 1991).

The other major issue emerging from the interviews was the possibility of *selling the naming rights* of Santiago Bernabéu. There was a consensus among the directors about the necessity of selling the naming rights to stabilize the club's income and expenditure. Marina indicated the potential brand should be a "top brand, a leader with the financial capacity". Jose utilized the word "iconic" to remark on the importance of the name for the future of Santiago. However, two directors also stated their concerns about how critically important it is to protect the identity of the stadium. Marina suggested that what the club needs is "to find a prestigious company which would be co-branding". Antonio also supported this idea by explaining: Different models are being evaluated. We've made a study asking some members and it seems that maintaining Bernabéu as a name of a stadium would be accepted.

Corporate renaming induced supporters to feel a loss of ownership and history, which created over-commercialism in the context of changing their level of team and stadium identification and attitudes toward the sponsor brand (Reysen et al., 2012). Eddy (2014) gave the example of Yankee Stadium and how fans had strong opposition to probable name change by stating that they would never again attend a game if the naming rights were taken over. Similarly, in this case, due to its prestige and 73 years of historical meaning with lots of memories, Real decided to protect the stadium's principal name. In 2014, the club had a naming right contract with the oil and gas company Cespa. However, the company withdrew from this investment due to being overshadowed by the stadium's historical status (Jenson, 2018). The club is still searching for an *iconic company* to make a co-branding partnership. Aspects, which need to be examined in the future include, whether the club will continue to search a company for the long-term period, which fits with the club's identity and values (1A) or will they take a risk of facing probable negative reactions of supporters (2A) and make an agreement with a potential naming partner (2B).

**Social media:** Differently from traditional platforms, social media created important value offerings, embraces constant interaction, communication and value co-creation among different actors by experiencing the array of different consumption activities (Filo et al., 2015). Considering the huge number of Real Madrid supporters, all directors agreed that social media became one of the crucial assets for the club's offerings allowing constantly engagement with supporters and maintaining enduring relationships. Jose pointed out that social media allowed the club to "tell stories without limits", while Sergio remarked on the impact of social media "to communicate messages in different languages", referring to the international supporters. The digital strategy of the club was explained by Fernando as providing the right content, that supporters co-created value by "sharing emotions and delivering feedback", which allowed the club to sustain its advantageous position in the virtual environment. For instance, Felipe gave the example of "La Decima song" which was sung by the club's players to celebrate the 10<sup>th</sup> European Cup title to demonstrate how different actors co-create value in the club. Combined with the star players' images, the song was provided to the supporters and through their higher interactions "the song became number one in YouTube".

The value co-creation was also experienced by different actors, such as business partners. Jose remarked that "a picture or video of Benzema's goal with the logo of Emirates" during the match, created a high engagement between the customer groups. Deloitte's Money League Report (2019) indicated that the club has also consolidated its leadership position in digital platforms, by reaching 109.4 m followers on Facebook, 67.1 m on Instagram and 31.3 m on Twitter. Real Madrid proposed to transform club into an experience and entertainment company that maintained long-lasting interactions within the different actors (2A, 2B, 2C) to create and capture values.

## CONCLUSION AND PRACTICAL IMPLICATIONS

Considering the structure of the football business, the underlying factors that make a club better than their competitors are about how they develop strategies to make a difference in the competitive environment (Hoye et al., 2009). As the

existing literature has devoted little attention to the value capture process in the football business, we aimed to explore the marketing strategies of Real Madrid FC for creating and capturing values to enhance the sustainable long-term relationships with their actors to consolidate their leadership position. This study established a research framework based on Dolles and Söderman (2013a)'s network of value captures and extended findings of previous versions by providing primary source contributions based on qualitative interviews with top executives.

The case study provides contributions to several emerging perspectives in the football context for marketing researches. Firstly, the value offerings and customer groups and how they interacted to create and capture values for marketing strategies were identified. Secondly, these strategies supported previous research into transforming co-creating value organizations within the fans and several actors, which should be need for sport clubs to be dominant in the competitive scope of the sport industry (Hedlund, 2014; Woratschek, Horbel, and Popp, 2014a). The results of this study was also supported Barney (1991)'s RBV that Real Madrid's competitive advantage was associated with the club's marketing strategies of transforming value offerings into value capture.

The study also highlights a number of key practices that would be practical for team sports marketers. It provides vision about how to manage the whole set of possible products and offerings of a club and how to transform them into value capturing activities to strengthen the emotional attachment between the club and its existing and potential customer groups.

The way that how Real Madrid differentiate their positions among other competitors is totally associated with their strong construction of their brand image (how the actors perceive) and shared club's values (what the club stands for). For instance, the club's strategy to recruit the world's highest paid transfers fits very well with its' tradition of making big money business and securing the international image of the club in emerging global markets. The club has also implemented brand extension strategies by capturing value from partnerships with luxury brands and international friendship matches. This case study also identified Real Madrid Graduate School, as a new value offering of '*business education*', which gained club a 'vanguard' position in a very different field by creating values with multicultural students to protect the brand's uniqueness.

As Dolles and Söderman (2013b) indicated that "football does not offer a single product, service or entertainment" (p. 372), the club intends to apply different business strategies such as designing theme parks like Disney or making international partnership with virtual parks and Real Madrid Virtual World to sustain its leadership position as a sports-entertainment company, where all actors actively interact to live 'the real experience'. These strategies may help sport marketers to understand that the global success of Real Madrid is based on transforming the brand into value capture by supporting of variety of value co-creation activities.

**Yazar Katkısı (Author contributions):**

1. **Merve Altun Ekinci:** Conceptualization, Research Design, Data Collection and Analysis, Writing Original Draft Preparation, Critical Reviewing and Editing
2. **Pablo García-Manitz:** Research Design, Data Collection and Analysis, Critical Reviewing and Editing
3. **Álvaro Fernández-Luna:** Research Design, Data Analysis, Critical Reviewing and Editing
4. **Canan Koca:** Conceptualization, Data Analysis, Writing-Original Draft preparation, Critical Reviewing and Editing
5. **Settar Koçak:** Research Design, Conceptualization, Writing-Original Draft preparation, Critical Reviewing and Editing

**Etik Kurul İzni ile İlgili Bilgiler**

**Kurul Adı:** Middle East Technical University Applied

Ethics Research Center

**Tarih:** 11.02.2016

**Sayı No:** 2016-EGT-013

## KAYNAKÇA

1. **Barney, J. (1991).** Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99–120.
2. **Bauer, H. H., Sauer, N. E., and Exler, S. (2005).** The loyalty of German soccer fans: Does a team's brand image matter? *International Journal of Sports Marketing and Sponsorship*, 7(1), 8–16.
3. **Bowman, C., and Ambrosini, V. (2000).** Value creation versus value capture: Towards a coherent definition of value in strategy. *British Journal of Management*, 11(1), 1–15.
4. **Braun, V., and Clarke, V. (2006).** Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*, 3(2), 77–101.
5. **Byron, M. (1993).** Using audio: Visual aids in geography research: Questions of access and responsibility. *Area*, 379–385
6. **Conn, D. (2013).** Why Real Madrid think that even €100m for Gareth Bale is not silly money. *The Guardian*. <http://www.theguardian.com/football/2013/sep/01/gareth-bale-100m-transfer-real-madrid>
7. **Corrigan, D. (2017, January 25).** Real Madrid remove cross from club crest in Middle Eastern clothing deal. *ESPN*. <https://www.espn.com/soccer/real-madrid/story/3045880/real-madrid-remove-cross-from-club-crest-in-middle-eastern-clothing-deal>.
8. **Deloitte Sports Business Group, Football Money League. (2015, January).** *Commercial breaks*. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Audit/gx-football-money-league-2015.pdf>
9. **Deloitte Sports Business Group, Football Money League. (2019, January).** *Bullseye* <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/uk/Documents/sports-business-group/deloitte-uk-deloitte-football-money-league-2019.pdf>.
10. **Deloitte Sports Business Group, Football Money League. (2020, January).** *Eye on the prize*. <https://www2.deloitte.com/bg/en/pages/finance/articles/football-money-league-2020.html>
11. **Dixon, E. (2019, September 9)** Report: Real Madrid expands Fanatics deal after taking retail in house. *SportsPro Media*. <https://www.sportspromedia.com/news/real-madrid-expand-fanatics-deal-after-taking-retail-in-house-adidas>
12. **Dolles, H., and Söderman, S. (2005).** Ahead of the game - The network of value captures in professional football. Working Paper. *German Institute for Japanese Studies*, Tokyo.
13. **Dolles, H., and Schweizer, R. (2010, May, 19-22).** *Advancing the Network of Value Captures in the Football Business: The Everton Football Club-Case*. 10<sup>th</sup> Annual Meeting of European Academy of Management, Rome, Italy.
14. **Dolles, H., and Söderman, S. (2013a).** Twenty years of development of the J-League: Analysing the business parameters of professional football in Japan. *Soccer and Society*, 14(5), 702–721.
15. **Dolles, H., and Söderman, S. (2013b).** The network of value captures in football club management: A framework to develop and analyze competitive advantage in professional team sports. In S. Söderman and H. Dolles (Eds.), *Handbook of research on sport and business* (pp. 367–395). Edward Elgar.
16. **Eddy, T. (2014).** Measuring effects of naming-rights sponsorships on college football fans' purchasing intentions. *Sport Management Review*, 17(3), 362–375.
17. **Ellen L. (2010, March)** Increasing attendances at football clubs. Online report. [https://www.mishcon.com/assets/managed/docs/downloads/doc\\_2420/Increasing\\_Attendances\\_in\\_the\\_Football\\_League\\_-\\_March\\_2010.pdf](https://www.mishcon.com/assets/managed/docs/downloads/doc_2420/Increasing_Attendances_in_the_Football_League_-_March_2010.pdf)
18. **Ferrand, A., and Pages, M. (1999).** Image management in sport organisations: the creation of value. *European Journal of Marketing*, 33(3/4), 387–402.
19. **Filo, K., Lock, D., and Karg, A. (2015).** Sport and social media research: A review. *Sport management review*, 18(2), 166–181.
20. **Fyrberg Yngfalk, A. (2013)** 'It's not us, it's them!' – Rethinking value co-creation among multiple actors'. *Journal of Marketing Management* 29(9-10): 1163–1181.
21. **Gabrielsson, C., and Dolles, H. (2017).** Value capturing in Floorball, How equipment manufacturers and retailers contribute to the development of a "new" sport. *Sport, Business and Management: An International Journal*, 7(5), 542–559.
22. **Gomez, S., Kase, K., and Urrutia, I. (2010).** *Value creation and sport management*. (1<sup>st</sup> ed.). Cambridge University Press, (Chapter 1).
23. **Harvey, W. S. (2011).** Strategies for conducting elite interviews. *Qualitative research*, 11(4), 431–441.
24. **Hedlund, D. P. (2014).** Creating value through membership and participation in sport fan consumption communities. *European Sport Management Quarterly*, 14(1), 50–71.
25. **Hoye, R., Smith, A., Nicholson, M., Stewart, B., and Westerbeek, H (2009).** *Sport management principles and applications*. Elsevier
26. **Jenson, P. (2018).** Real Madrid lose £351m naming rights deal for Bernabeu after talks break down. *Daily Mail*. <https://www.dailymail.co.uk/sport/football/article-5324629/Real-Madrid-lose-351m-naming-rights-deal-Bernabeu.html>
27. **Junghagen, S. (2018).** Football clubs as mediators in sponsor-stakeholder relations. *Sport, Business and Management: An International Journal*, 8(4), 335–353.

28. **Kerai, H. (2013).**Tottenham star Bale would be a worthwhile investment, claims Real Madrid president. *Goal*. <https://www.foxsports.com/soccer/story/gareth-bale-would-be-investment-says-real-madrid-president-perez-060413>
29. **Kolyperas, D., Anagnostopoulos, C., Chadwick, S., and Sparks, L. (2016).** Applying a communicating vessels framework to CSR value co-creation: Empirical evidence from professional team sport organizations. *Journal of Sport Management*, 30(6), 702–716.
30. **Lamont, M., Hing, N., and Gainsbury, S. (2011).** Gambling on sport sponsorship: A conceptual framework for research and regulatory review. *Sport Management Review*,14(3), 246–257.
31. **Letaifa, S. B. (2014).** The uneasy transition from supply chains to ecosystems: The value-creation/value-capture dilemma. *Management Decision*, 52(2), 278–295.
32. **Lepak, D. P., Smith, K. G., and Taylor, M. S. (2007).** Value creation and value capture: A multilevel perspective. *Academy of management review*, 32(1), 180–194.
33. **Madrigal, R., and King, J. (2018).** Improving fit perceptions for an incongruent sponsorship: Associating a sports property to a brand via analogical articulation. *Journal of Business*, 124, 731-738.
34. **McDonald, H., and Karg, A. J. (2014).** Managing co-creation in professional sports: The antecedents and consequences of ritualized spectator behavior. *Sport Management Review*, 17(3), 292–309.
35. **McNamara, P., Peck, S. L., and Sasson, A. (2013).** Competing business models, value creation and appropriation in English football. *Long Range Planning*, 46(6), 475–487.
36. **Number of clubs sponsored by betting firms is ‘disturbing’, say campaigners** (2018, July 30). *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/football/2018/jul/30/campaigners-concerned-championship-efl-clubs-sponsored-betting>
37. **Mikecz, R. (2012).** Interviewing elites: Addressing methodological issues. *Qualitative Inquiry*, 18(6), 482–493.
38. **Moore, N., and Stokes, P. (2012).** Elite interviewing and the role of sector context : an organizational case from the football industry. *Qualitative Market Research: An International Journal*, 15(4), 438–464.
39. **Otker, T. (1988).** Exploitation: the key to sponsorship success. *European research*, 16(2).
40. **Ozanian, M. (2019, May 29).** *The World’s most Valuable Soccer Teams 2019: Real Madrid Is Back On Top, At \$4.24 Billion*. Forbes. <https://www.forbes.com/sites/mikeozanian/2019/05/29/the-worlds-most-valuable-soccer-teams-2019/#63bae1d740d6>
41. **Patton, M. (1990).** *Qualitative evaluation and research methods* (2<sup>nd</sup> ed.). Sage Publications, Inc.
42. **Pita, A. (2015).** *Oil money is making pro soccer look a little different*. Public Radio International (PRI) Media Company. <https://www.pri.org/stories/2015-01-18/oil-money-making-pro-soccer-look-little-different>
43. **Porter, M. E. (1985).** *Competitive strategy: Creating and sustaining competitive advantage*. New York:The Free Press, (Chapter 1).
44. **Real Madrid, Annual Report (2015/2016).** <https://www.realmadrid.com/en/members/member-card/annual-reports>
45. **Real Madrid CF, Annual Report (2017/2018).** <https://www.realmadrid.com/en/members/member-card/annual-reports>
46. **Real Madrid CF, Management Report and Financial Statements (2018/2019).** <https://www.realmadrid.com/en/members/member-card/annual-reports>.
47. **Reysen, S., Snider, J. S., and Branscombe, N. R. (2012).** Corporate renaming of stadiums, team identification, and threat to distinctiveness. *Journal of Sport Management*, 26(4), 350–357.
48. **Rodriguez-Pomeda, J., Casani, F., and Alonso-Almeida, M. D. M. (2017).** Emotions’ management within the Real Madrid Football Club business model. *Soccer and Society*, 18(4), 431–444.
49. **Simón, J. A. (2017).** Playing with our friends and making money: Real Madrid FC’s economic model and the impact of international friendly matches, 1955–1963. *The International Journal of the History of Sport*, 34(7-8), 517–534.
50. **Stabell, C. B., and Fjeldstad, Ø. D. (1998).** Configuring value for competitive advantage : On chains, shops, and networks. *Strategic Management Journal*, 19(5), 413–437.
51. **Thrassou, A., Vrontis, D., Kartakoullis, N. L., and Kriemadis, T. (2012).** Contemporary marketing communications framework for football clubs. *Journal of Promotion Management*, 18(3), 278–305.
52. **Transfermarkt (n.d.).** *Most valuable transfers* <https://www.transfermarkt.com/statistik/wertvollstetstransfers>
53. **Uhrich, S. (2014).** Exploring customer-to-customer value co-creation platforms and practices in team sports. *European Sport Management Quarterly*, 14(1), 25–49.
54. **Vargo, S. L., and Lusch, R. F. (2006).** Service-dominant logic: What it is, what it is not, what it might be. In R. F. Lusch, & S. L. Vargo (Eds.), *The service-dominant logic of marketing: Dialog, debate, and directions* (pp. 43–56). ME Sharpe.
55. **Verdin, P., and Tackx, K. (2015).** Are you creating or capturing value? A dynamic framework for sustainable strategy. *M-RCBG Working Paper Series*, 36, 1-19.
56. **Why have Real Madrid lost the title of richest club in the world?** (2017, January 29). *Marca* <https://www.marca.com/en/football/realmadrid/2017/01/29/588e311de2704eaf778b462f.html>

57. **Woratschek, H., Horbel, C., and Popp, B. (2014).** The sport value framework - a new fundamental logic for analyses in sport management. *European Sport Management Quarterly*, 14(1), 6–24.
58. **Yin, R. K. (2009).** *Case study research: design and methods*. (4<sup>th</sup> ed.) Sage Publications, Inc. (Chapter 1).
59. **Zagnoli, P., and Radicchi, E. (2010).** The football fan community as a determinant stakeholder in value co-creation. *Physical Culture and Sport. Studies and Research*, 50(1), 79–99.

## Reliability of and Correlation Among Electromyographic Normalization Procedures for Biceps Brachii Muscle: A Comparison of Maximal and Submaximal Isometric Voluntary Contractions

Biceps Brachii Kası için Maksimal ve Sabit Yük Altında Submaksimal Kasılmalara Göre Elektromiyografik Normalizasyon Yöntemlerinin Güvenilirliği ve Korelasyonu

<sup>1</sup>Pınar ARPINAR-AVŞAR  
ORCID No: 0000-0001-5318-3494

<sup>1</sup>Hüseyin ÇELİK  
ORCID No: 0000-0001-8316-6468

<sup>1</sup>Hacettepe University, Faculty of Sport Science, Division of Sports Biomechanics and Motor Control

**Yazışma Adresi**  
**Corresponding Address:**

Doç. Dr. Pınar Arpınar-Avşar

Hacettepe Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, 06800 Beytepe Ankara

E-posta: [parpinar@hacettepe.edu.tr](mailto:parpinar@hacettepe.edu.tr)

Geliş Tarihi (Received): 01.07.2022  
Kabul Tarihi (Accepted): 04.10.2022

### ABSTRACT

Normalization of surface electromyography (sEMG) signal amplitude is considered as a necessary operation to enable comparable data on different muscles, individuals, and sessions. Previous studies usually suggested using the maximal contraction normalization procedure. However, that procedure might not always be possible or the best method in some sEMG studies. The purpose of this study is therefore twofold. The first is to investigate reliability of two different constant load normalization procedures (with and without feedback) at different constant-force submaximal contractions. The second is to investigate correlation of normalization factors obtained from maximal voluntary and standardized submaximal tasks. 18 young healthy participants took part in the study. Subjects performed three muscle contraction tasks, namely, (i) maximal voluntary contraction (MVC) task: isometric maximal contraction of biceps brachii muscle, (ii) force matching task (FM): matching 2.5 kg, 5.0 kg, 7.5 kg and 10.0 kg force with visual feedback, and (iii) load holding (LH) task: holding 2.5 kg, 5.0 kg, 7.5 kg and 10.0 kg weights without visual feedback. sEMG amplitude normalization factors were examined for three tasks. The results of the study suggested that the reliability of sEMG amplitude normalization factors from FM and LH tasks for four target forces or loads were high (intraclass correlation (ICC): 0.863-0.958) to very high (ICC: 0.970-0.995). Due to some limitations of the MVC maximal contraction normalization procedure, normalization to the maximal might not always be possible or the best method for some sEMG studies. In such cases, submaximal isometric load holding tasks could be an alternative to the MVC task for biceps brachii muscle.

**Keywords:** *Biceps brachii, Normalization, Electromyography*

### Öz

Yüzeysel elektromiyografi (yEMG) sinyal genliğinin normalleştirilmesi, farklı kaslar, bireyler, seanslar arasında karşılaştırılabilir veriler sağlamak için gerekli bir işlem olarak kabul edilir. Önceki çalışmalar genellikle maksimal istemli kasılma normalizasyon yöntemini kullanmayı önermiştir. Ancak, bu yöntem bazı yEMG çalışmalarında her zaman mümkün ya da en iyi yöntem olmayabilir. Bu çalışmanın iki temel amacı vardır. Birincisi, farklı yükler altında iki farklı submaksimal izometrik kasılma normalizasyon prosedürünün (görsel geri beslemeli ve geri beslemesiz) güvenilirliğini araştırmaktır. İkincisi, maksimal istemli kasılma ve submaksimal izometrik kasılma görevlerinden elde edilen normalizasyon değerleri arasındaki korelasyonu araştırmaktır. Bu deneysel çalışmaya 18 genç sağlıklı katılımcı gönüllü olarak katılmıştır. Denekler üç kas kasılması görevi gerçekleştirdiler. Bunlar sırasıyla şöyledir: (i) maksimal istemli kasılma görevi: biceps brachii kasının izometrik maksimal istemli kasılması, (ii) kuvvet eşleştirme görevi: 2.5 kg, 5.0 kg, 7.5 kg ve 10.0 kg yük ve görsel geri bildirim ile, (iii) yük tutma görevi: görsel geri bildirim olmadan 2,5 kg, 5,0 kg, 7,5 kg ve 10,0 kg ağırlıkları tutmak. yEMG genlik normalizasyon değerleri üç görev için incelenmiştir. Çalışmanın sonuçları, kuvvet eşleştirme ve yük tutma görevlerinden elde edilen normalizasyon değerlerinin güvenilirliğin yüksek (güvenirlik katsayısı 0.863 ve 0.958 arasında) ya da çok yüksek (güvenirlik katsayısı 0.970 ve 0.995 arasında) olduğunu göstermiştir. Maksimal istemli kasılma normalizasyon yönteminin bazı sınırlılıkları nedeniyle, bazı yEMG çalışmaları için maksimale göre normalizasyon her zaman mümkün ya da en iyi yöntem olmayabilir. Bu gibi durumlarda, submaksimal izometrik yük tutma görevi, biceps brachii kası için maksimal istemli kasılma görevine tekrarlanabilir bir alternatif olabilir.

**Anahtar Kelimeler:** *Biceps brachii, Normalizasyon, Elektromiyografi*



## INTRODUCTION

Variations in amplitude of surface EMG (sEMG) signals are linked to many intrinsic and extrinsic factors such as thickness of the subcutaneous tissue, electrode location, muscle fiber composition (De Luca, 1997, Merletti and Parker, 2004). To reduce the impact of such variability sources on the interpretation of sEMG signals, normalization of sEMG amplitude is usually considered as a necessary operation (Staudenmann et al., 2010), which facilitate comparable data on different muscles, individuals, sessions, and studies (e.g. Besomi et al., 2020). Normalization of sEMG amplitude signals is typically performed by dividing the sEMG amplitude signals during the studied task (e.g. walking, cycling, rowing) by a reference sEMG amplitude value obtained from the same muscle in the same experimental data collection session (Halaki et al., 2012). Motivated by this necessity, extracting the most representative, physiologically meaningful, and repeatable denominator for the normalization equation has long been a topic for a considerable body of research on electromyography (e.g., Burden, 2010; Halaki et al., 2012; Besomi et al., 2020).

Normalization procedures of the sEMG amplitude values yield information on the magnitude of muscle activation with respect to a reference value, and there are several approaches based on isometric, isokinetic, or dynamic actions to perform normalization procedures in the literature (e.g. Burden, 2010). Specifically, two common isometric action EMG normalization methods are based on reference electrical activity of muscle during a standardized isometric submaximal reference voluntary contraction (RVC) and maximal electrical activity of muscle during an isometric maximal voluntary contraction (MVC) (Mirka, 1991; Merletti and Parker, 2004; Besomi et al., 2020). Despite the common usage, both methods, however, have several limitations (e.g., Hug and Tucker, 2017). For instance, the area of signal recording under the sEMG electrode would differ when the muscle length changes during isometric contractions due to muscle tendon interaction which induce nonisometric behavior of muscle fascicles during isometric contractions on the joint level (Ito et al., 1998). As a result, different maximal values might be observed at different joint positions and at different instants of contraction during an MVC task within the same subject (Pieter Clarys et al., 2010). In fact, if simultaneous recording of force output is not readily available, the researchers or clinicians might not be able to choose the best representative interval for normalization factor estimation (Soylu and Arpinar-Avsar, 2010). Therefore, several studies investigated the most representable time interval for the amplitude analysis of sEMG signal on time domain based on the force output during an MVC task (Buckthorpe et al., 2012, Soylu and Arpinar-Avsar, 2010). There are also issues with the RVC normalization procedures, for instance, visual feedback on the force output is necessary for successfully producing a constant level of contraction. On the other hand, force level and the availability of visual feedback (Tracy et al., 2007; Baweja et al., 2009; Athreya et al., 2012) have been shown to alter force fluctuations during submaximal isometric contractions. It is possible that the variability in sEMG signal during submaximal isometric contractions might be partially linked to fluctuations in force output. For instance, Tracy et al. (2007) have shown that in the presence of visual feedback, visuo-motor corrections contribute to force fluctuations. Removal of visual feedback has been shown to reduce force fluctuations and muscle activity during constant isometric contractions (Baweja et al., 2009 and 2011). The results of those studies demonstrated that removal of visual feedback has been a facilitator since it could reduce force fluctuations during constant isometric contractions.

A recent consensus article on EMG normalization presented six approaches as MVC in same task, standardized isometric MVC, standardized submaximal task, peak or mean EMG amplitude in task, non-normalized, and maximal M-wave (Besomi et al., 2020). Obtaining normalization factors based on the maximal EMG amplitude during an MVC task is often recommended method since it provides a reference that is shown to be repeatable (Burden, 2010) and

normalization to with respect to this reference might be read as a percentage of the maximal potential capacity of the muscle under investigation (Burden, 2010; Besomi et al., 2020). However, MVC normalization may not be implemented or the best method for some analyses (Burden, 2010). For instance, due to pain, discomfort, risk of injury, fatigue, being novice in attaining maximal effort, or some other limiting conditions, participants might be unable or unwilling to perform a maximal effort in an MVC task which imply a bias towards higher resulting normalized values for magnitude of muscle activation (Besomi et al., 2020). If MVC task cannot be performed due to those aforementioned conditions, standardized submaximal tasks could be an alternative method for EMG normalization (Burden, 2010). For instance, Dankaerts et al. (2004) compared reliability of normalization factors obtained from submaximal and maximal voluntary isometric contractions. The results of the study indicated that both methods showed excellent intra-day reliability. Apart from differences in EMG normalization approaches by task, availability of visual feedback is another design variable in EMG normalization studies. Although, a number of studies have investigated the effects of providing force production feedback on reliability of normalization factors obtained from maximal voluntary contractions (e.g. Fischer et al., 2010), few studies have investigated the impact of feedback on reliability of normalization factors obtained from submaximal voluntary contractions.

This study aims to study normalization factors calculated from sEMG record in relation with force output. It was hypothesized that if an RVC procedure performed in the absence of visual feedback such as carrying a constant load at a static position, it could improve reliability of the normalization procedure. Moreover, if the normalization factors obtained from the RVC procedures had good correlation with the MVC procedure, the common procedure in sEMG amplitude normalization, constant-force contraction normalization procedure without feedback could be an alternative for some sEMG studies. Therefore, the purpose of this study has two folds: i) to investigate reliability of two different constant load normalization procedures (with and without feedback) at different constant-force contractions, and ii) to investigate correlation between MVC and RVC normalization factors.

## MATERIALS and METHODS

**Subjects and sEMG Measurements:** Eighteen healthy and physically active subjects volunteered to participate in the study by providing written consent approved by the University Ethics Committee. The mean  $\pm$  SD age, body weight and body mass of the subjects were  $22.8 \pm 3.0$  years,  $176 \pm 5$  cm,  $74.8 \pm 9.4$  kg respectively.

For sample size estimation, a priori statistical power analysis was performed using the G\*Power 3.1 software (Faul et al., 2007) with the option of effect size specification as in Cohen (1988). With an  $\alpha = 0.05$ , power = 0.80, and effect size  $f(V) = 0.8$ , the projected sample size needed was 15 subjects for repeated measures ANOVA within-factors design.

sEMG measurements were performed on biceps brachii muscle of the dominant arm during the experimental procedures. To collect sEMG data, Biovision EMG amplifiers and electrodes were used. The electrodes were placed following SENIAM recommendations as on the line between the medial acromion and the fossa cubit at one third from the fossa cubit along the line between the acromion and the fossa cubit (Hermens et al., 2000). Before attaching surface electrodes, measurement sites were shaved and cleaned with alcohol by lightly abrading the skin. Ag/AgCl electrodes with center-to-center distance of 2 cm were placed longitudinally along the muscle belly. Reference electrode was placed on the upper part of the sternum. Pass band of EMG amplifier, sampling rate, maximum inter-electrode impedance and minimum CMMR were 10–500 Hz, 2000 Hz, 5 K $\Omega$  (at DC) and 100 dB (at 50 Hz) respectively. The EMG signal were

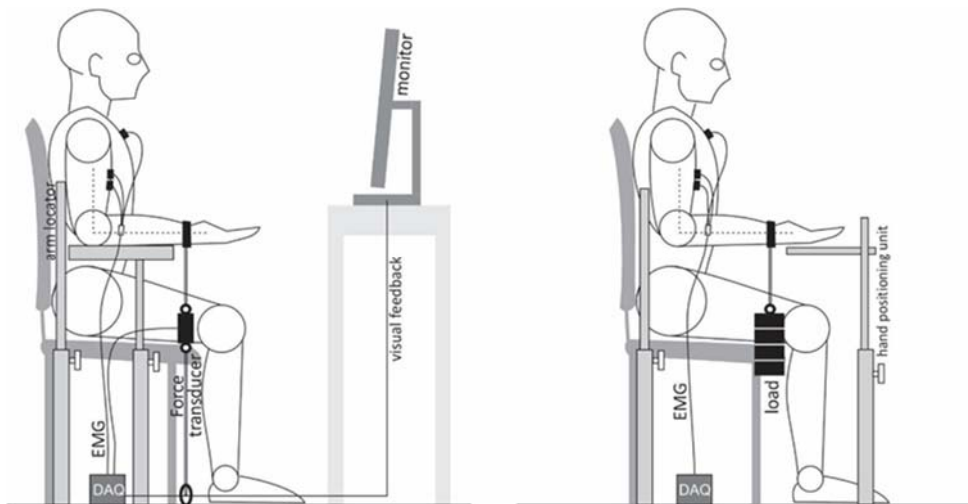
then digitally filtered with a fourth-order zero-lag Butterworth bandpass filter with the cut-off frequencies of 20 Hz and 400 Hz (Martinek et al., 2021).

### Experimental Procedures:

**MVC measurements:** For each subject, force was measured during the MVC trials. Subjects sat on a chair with back supported, dominant arm positioned with the upper arm perpendicular to the ground, elbow flexed at 90 degrees and forearm supported by armrest in supine position. A force transducer (Biovision, Germany) was fixed on one end to the ground and on the other attached to subjects' right wrist by means of a non-elastic cable and a wrist band (Figure 1). The subjects were instructed to pull the cable up by gradually increasing force to reach maximal level of exertion within two seconds and to maintain the same level for the subsequent eight seconds (Soylu and Arpinar-Avsar, 2010). Four trails were performed with two minutes rest in between. No force feedback was provided to reduce possible sudden increases in the magnitude of force (Fischer et al., 2010).

Figure 1

*The Experimental Setup (Left: During The MVC and FM Tasks; Right: During The LH Tasks)*



**RVC measurements:** The experimental setup for isometric RVC tasks consisted of two different constant-force contraction experiments, namely, force matching (FM) and load holding (LH) tasks. Each task was repeated four times for each of four different absolute target forces or loads, i.e., 2.5 kg, 5.0 kg, 7.5 kg and 10.0 kg force. The trials were in random order with two minutes rest in between. The block randomization approach was used to determine the order of target forces or loads, i.e., the subjects completed all four trials for one of the target forces or loads before passing on the next one. The trials of FM task were performed on the dominant arm with the same setup used in the MVC task. Additionally, a computer screen was placed about one meter away from the subject's eye level to provide visual feedback using a custom program written in MATLAB. The subjects were asked to move a bar displayed on the computer screen by pulling the cable attached to the force transducer and to match the line which represents the target force for that trial. The subjects were expected to maintain the force level at the target for eight seconds. The target lines were displayed on the same screen and at the same feedback resolution.

For the LH tasks, the armrest and force transducer were removed from the setup, instead, a steel cable that fastened to a hanging load was connected to the subjects' wrist. The subjects were instructed to keep their hand parallel to forearm in supine position as stable as possible and in parallel with the adjacent hand positioning unit. Whenever the subjects were positioned properly, the load was gently released by one of the experimenters. The subjects were instructed to stabilize

the load within two seconds and to maintain the same level for the subsequent eight seconds. The arm position of the subject was visually checked during the trials to detect any unwanted movement of the arm or unintended contact of the hand with the unit. No such errors were noted during data acquisition.

**Analysis of force and sEMG signals:** First, a distinctive two seconds long force plateau from the force recordings was determined for each trial (Soylu and Arpinar-Avsar, 2010). Then, to calculate sEMG amplitude normalization factors, root mean square (RMS) values of the sEMG signals (Hermens et al., 2000) were estimated for each trial over the previously established two seconds long force plateau of each trial. The force fluctuations during the MVC and FM tasks were also quantified over the two second periods of force plateau of each trial by means of standard deviation (SD) and coefficient of variation (CV) which was equal to  $(SD/\text{mean value of the force signal over the force plateau}) \times 100$ . For the FM tasks, after reaching the target forces,  $\pm 5\%$  CV values were used to determine plateau. For the MVC tasks, the procedure which was described in Soylu and Arpinar-Avsar (2010) in detail has been used, and it was based on first detecting the peak force, then searching a plateau of two second period after the peak force.

**Statistical Analysis:** The normality of the distribution of the data was checked using the Lilliefors test for normality. Intraclass correlation coefficients (ICCs) (2-way random effects, absolute agreement among measurements, ICC(2,4) (McGraw and Wong, 1996)) with 95% confidence interval were calculated to assess the intra-session reliability of the sEMG normalization factors obtained in MVC, and LH and FM tasks for four target forces or loads. To assess ICC values, have adopted Munro's correlation strength categories as 0.00–0.25: little, if any; 0.26–0.49: low; 0.50–0.69: moderate; 0.70–0.89: high; 0.90–1.00: very high level of strength of reliability coefficients (Carter and Lubinsky, 2016). Pearson correlation coefficients were also calculated to determine the relationship among the sEMG amplitude normalization factors obtained in the MVC and LH tasks as well as MVC and FM tasks for each target loads or forces, namely, 2.5 kg, 5.0 kg, 7.5 kg and 10.0 kg force. To also assess Pearson correlation coefficients, Munro's correlation strength categories were used. The statistical analysis was performed using SPSS (version 23, IBM, Inc). Significance level was set at  $p < 0.05$ .

## RESULTS

The mean value of the force signal over the force plateau was  $179.0 \pm 8.9$  N (range: 167.6 to 200.2 N) in the MVC task. The reliability of sEMG amplitude normalization factors for the MVC task could be considered very high according to Munro's classifications (Table 1). The ICC values of sEMG amplitude normalization factors for the FM tasks were 0.894, 0.863, 0.958, and 0.945 for 10.0, 7.5, 5.0, and 2.5 kg target forces respectively (Table 1). The ICC values of sEMG amplitude normalization factors for the LH tasks were 0.985, 0.995, 0.985, and 0.970 for 10.0, 7.5, 5.0, and 2.5 kg target loads respectively (Table 1). All those ICC values could be considered high to very high level of strength of reliability coefficients according to Munro's classification (Carter and Lubinsky, 2016). If the ICC values were averaged over the task, then the order was as  $MVC > LH > FM$ . Among the LH and FM tasks for four target loads or forces, the highest ICC value was for the LH task with 7.5 kg load.

Table 1

*Intraclass Correlation Coefficients (Iccs) for Sema Amplitude Normalization Factors Obtained in Maximal Voluntary Contraction (MVC), and Load Holding (LH) and Force Matching (FM) Tasks for Four Target Loads or Forces*

n=18	Load	ICC	Lower and upper bounds
FM	10.0 kg	0.894	0.693-0.964
	7.5 kg	0.863	0.593-0.954
	5.0 kg	0.958	0.876-0.986
	2.5 kg	0.945	0.835-0.981
LH	10.0 kg	0.985	0.954-0.995
	7.5 kg	0.995	0.980-0.998
	5.0 kg	0.985	0.954-0.995
	2.5 kg	0.970	0.902-0.991
MVC	maximal	0.996	0.989-0.999

Table 2 presented the force fluctuations over the force plateau during MVC and FM tasks across subjects by means of SD and CV. For the MVC task, the force fluctuations were the largest as 0.52 kg with a CV value of 4.90% (Table 2). For the FM tasks, the highest force fluctuations were observed for 10.0 kg target force as 0.22 kg with a CV value of 2.67%. In terms of CV, the highest value was experienced for the 2.5 kg force matching task as 4.01%.

Table 2

*The Force Fluctuations Over The Force Plateau During The Force Matching (FM) and Maximal Voluntary Contraction (MVC) Tasks By Means of Standard Deviation (SD) and Coefficient of Variation (CV)*

n=18	SD (kg)	CV (%)
2.5 kg	0.06	4.01
5.0 kg	0.10	2.21
7.5 kg	0.18	2.13
10.0 kg	0.22	2.67
MVC maximal	0.52	4.90

Table 3 showed Pearson correlation coefficients of the sEMG amplitude normalization factors among the MVC and LH tasks (highlighted with grey shading) together with MVC and FM tasks (no highlight) of each target loads or forces, specifically, 2.5 kg, 5.0 kg, 7.5 kg and 10.0 kg force. Significant and high level (according to Munro's classifications) of correlations were observed between the 10.0 kg target force of FM and MVC tasks. Among the LH and MVC tasks, however, the highest value of Pearson correlation coefficient was realized between the 7.5 kg target load and MVC tasks (very high level according to Munro's classifications).

Table 3

*Pearson Correlation Coefficients Among The Sema Amplitude Normalization Factors For The Maximal Voluntary Contraction (MVC) and Load Holding (LH) Tasks (Highlighted With Grey Shading, Upper Triangular) Together With MVC and Force Matching (FM) Tasks (No Highlight, Lower Triangular) of Each Target Loads or Forces*

	MVC	10.0 kg	7.5 kg	5.0 kg	2.5 kg	
MVC	1	0.751*	0.787*	0.773*	<b>0.850**</b>	
10.0 kg	<b>0.812**</b>	-	<b>0.949**</b>	<b>0.861**</b>	<b>0.925**</b>	LH
7.5 kg	0.551	0.695*	-	0.746*	<b>0.905**</b>	
5.0 kg	0.669*	0.690*	0.761*	-	<b>0.914**</b>	
2.5 kg	0.296	0.454	0.627*	0.728*	-	
FM						

\*, \*\*: Correlations are significant at the level of 0.05 and 0.01 respectively

## DISCUSSION

The purpose of this study was twofold. The first was to investigate reliability of two different constant load normalization procedures (with and without feedback) at different constant-force submaximal contractions. The second was to investigate correlation between MVC and RVC normalization factors. Reliability of such procedures are crucial since a normalization procedure, in general, converts a signal into a scale relative to a known and repeatable value (Halaki et al., 2012). The results of the current study indicated that reliability of sEMG amplitude normalization factors from FM and LH tasks for four target forces or loads were high to very high according to Munro's classification (Carter and Lubinsky, 2016). On average, the ICC values were higher for the LH than the FM tasks. When the force fluctuations were quantified with CV, the lowest force fluctuations were attained for the FM task with 7.5 kg force. In terms of correlations, significant and highest level of correlations were observed between the 7.5 kg target load of LH and MVC tasks.

Considering the limitations of MVC maximal contraction normalization procedure (e.g., Halaki et al., 2012; Hug and Tucker, 2017), normalization to the maximal might not always possible or the best method for some analyses (Besomi et al., 2020). In some experimental designs, holding a constant load may be an affordable alternative as the results of the current study yielded high to very high reliability and significant and high to very high of correlations with the normalization factors obtained in the MVC task. Also, for some groups, holding a load of 5.0 to 7.5 kg would be more preferable in terms of favoring participants' comfort in the data collection sessions.

Another important consideration is that both MVC and visually guided RVC tasks inevitably result in force fluctuations in order to function at the muscle's maximal potential or to maintain a steady force level. Even though, visual feedback has been shown to increase the reliability of submaximal contractions for the purpose of EMG normalization procedures (Burnett et al., 2007), it introduces considerable force fluctuations at submaximal contractions (Athreya et al., 2012). In a supportive way, Baweja et al. (2009) have reported that force fluctuations were lower when the visual feedback had removed. In our study, the lowest force fluctuations were observed for the FM task with 7.5 kg force (2.67% vs. 4.90% for MVC task).

The force fluctuations in the MVC task was higher than the force fluctuations in the FM tasks. In healthy subjects, force fluctuations could be driven by tuning the level of muscle contraction actively in the presence of visual feedback which could be linked to physiologic factors such fatigue (Hunter et al., 2004) or aging (Tracy et al., 2007). It has been suggested that when visual feedback is available, matching of a target force requires continuous control of muscle activity which leads to increased role of the motor cortex during persistent performance adjustments (Kazennikov and Levik, 2009). Compatible with this mechanism, Baweja et al. (2009 and 2011) showed increased EMG activity especially at higher force levels in the presence of visual feedback. That neuromuscular control strategy might explain the increased force fluctuations during MVC and FM tasks. In contrast, holding a constant load without visuomotor corrections could be argued to be predominantly controlled by subcortical structures (Donoghue et al., 1998).

Certain limitations affected our study. First main limitation was that only intra-day reliability was assessed in this particular study. Another possible output of reliability studies is the inter-day or test-retest reliability which reflects consistency of test measures over time. Future studies may investigate inter-day reliability of the normalization procedures applied in this study. Second limitation of the study was that the subjects were healthy young ones. As reliability is a population-specific quality, the results of this study cannot be directly applicable to patient or elderly populations. Further

studies may examine a subject group with elderly individuals and/or patients with musculoskeletal disorders who might particularly struggle with maximal contractions of the normalization procedure. Third, in the experiments, all subjects were tested with the same set of loads regardless of their maximal voluntary contraction forces. Future studies may take individual strength differences into account by introducing relative loads with respect to subjects' maximal forces attained in the MVC tasks.

## CONCLUSION

In conclusion, sEMG amplitude normalization factors from the force matching and load holding tasks could be deemed reliable to be used in normalization procedures. When compared to the force matching tasks (with visual feedback on force output), the reliability of the load holding tasks (without visual feedback on force output) were higher. Significant and high level of correlations were observed between the load holding and MVC tasks. Those findings provided support for using submaximal isometric load holding tasks to obtain normalization factor for biceps brachii muscle as an alternative to the MVC task.

## Yazar Katkısı (Author contributions):

1. **Pinar Arpinar-Avsar:** Idea, Design, Supervision, Data Collection and Processing, Analysis/Comment, Writing, Critical Review
2. **Hüseyin Çelik:** Data Collection and Processing, Analysis/Comment, Writing, Critical Review

### Etik Kurul İzni ile İlgili Bilgiler

**Kurul Adı:** Hacettepe University Non-interventional Clinical Researches Ethics Board

**Tarih:** 11.02.2016

**Sayı No:** 2016-EGT-013

## KAYNAKÇA

1. **Athreya, D. N., Van Orden, G., and Riley, M. A.** (2012). Feedback about isometric force production yields more random variations. *Neuroscience Letters*, 513(1), 37–41. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2012.02.002>
2. **Baweja, H. S., Patel, B. K., Martinkewiz, J. D., Vu, J., and Christou, E. A.** (2009). Removal of visual feedback alters muscle activity and reduces force variability during constant isometric contractions. *Experimental Brain Research*, 197(1), 35–47. <https://doi.org/10.1007/s00221-009-1883-5>
3. **Baweja, H. S., Patel, B. K., Neto, O. P., and Christou, E. A.** (2011). The interaction of respiration and visual feedback on the control of force and neural activation of the agonist muscle. *Human Movement Science*, 30(6), 1022–1038. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2010.09.007>
4. **Besomi, M., Hodges, P. W., Clancy, E. A., Van Dieën, J., Hug, F., Lowery, M., Merletti, R., Søgaard, K., Wrigley, T., Besier, T., Carson, R. G., Disselhorst-Klug, C., Enoka, R. M., Falla, D., Farina, D., Gandevia, S., Holobar, A., Kiernan, M. C., McGill, K., ... Tucker, K.** (2020). Consensus for experimental design in electromyography (CEDE) project: Amplitude normalization matrix. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 53, 102438. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2020.102438>
5. **Buckthorpe, M. W., Hannah, R., Pain, T. G., and Folland, J. P.** (2012). Reliability of neuromuscular measurements during explosive isometric contractions, with special reference to electromyography normalization techniques: Reliability of Explosive Neuromuscular Measurements. *Muscle and Nerve*, 46(4), 566–576. <https://doi.org/10.1002/mus.23322>
6. **Burden, A.** (2010). How should we normalize electromyograms obtained from healthy participants? What we have learned from over 25 years of research. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20(6), 1023–1035. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2010.07.004>
7. **Burnett, A., Green, J., Netto, K., and Rodrigues, J.** (2007). Examination of EMG normalisation methods for the study of the posterior and posterolateral neck muscles in healthy controls. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 17(5), 635–641. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2006.06.003>
8. **Carter, R. E., and Lubinsky, J.** (2016). *Rehabilitation research: Principles and applications* (Fifth edition). Elsevier.
9. **Cohen, J.** (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed). L. Erlbaum Associates.
10. **Dankaerts, W., O'Sullivan, P. B., Burnett, A. F., Straker, L. M., and Danneels, L. A.** (2004). Reliability of EMG measurements for trunk muscles during maximal and sub-maximal voluntary isometric contractions in healthy controls and CLBP patients. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 14(3), 333–342. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2003.07.001>
11. **De Luca, C. J.** (1997). The use of surface electromyography in biomechanics. *Journal of Applied Biomechanics*, 13(2), 135–163. <https://doi.org/10.1123/jab.13.2.135>
12. **Donoghue, J. P., Sanes, J. N., Hatsopoulos, N. G., and Gaál, G.** (1998). Neural discharge and local field potential oscillations in primate motor cortex during voluntary movements. *Journal of Neurophysiology*, 79(1), 159–173. <https://doi.org/10.1152/jn.1998.79.1.159>
13. **Farina, D., Leclerc, F., Arendt-Nielsen, L., Buttelli, O., and Madeleine, P.** (2008). The change in spatial distribution of upper trapezius muscle activity is correlated to contraction duration. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 18(1), 16–25. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2006.08.005>
14. **Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.-G., and Buchner, A.** (2007). G\*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39(2), 175–191. <https://doi.org/10.3758/BF03193146>
15. **Fischer, S. L., Belbeck, A. L., and Dickerson, C. R.** (2010). The influence of providing feedback on force production and within-participant reproducibility during maximal voluntary exertions for the anterior deltoid, middle deltoid, and infraspinatus. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20(1), 68–75. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2009.01.007>
16. **Halaki, M., and Ginn, K.** (2012). Normalization of EMG signals: To normalize or not to normalize and what to normalize to? In G. R. Naik (Ed.), *Computational intelligence in electromyography analysis—A perspective on current applications and future challenges*. InTech. <https://doi.org/10.5772/49957>
17. **Hermens, H. J., Freriks, B., Disselhorst-Klug, C., and Rau, G.** (2000). Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 10(5), 361–374. [https://doi.org/10.1016/S1050-6411\(00\)00027-4](https://doi.org/10.1016/S1050-6411(00)00027-4)
18. **Hug, F., and Tucker, K.** (2018). Surface electromyography to study muscle coordination. In *Handbook of Human Motion* (pp. 451–470). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-14418-4\\_184](https://doi.org/10.1007/978-3-319-14418-4_184)
19. **Ito, M., Kawakami, Y., Ichinose, Y., Fukashiro, S., and Fukunaga, T.** (1998). Nonisometric behavior of fascicles during isometric contractions of a human muscle. *Journal of Applied Physiology*, 85(4), 1230–1235. <https://doi.org/10.1152/jappl.1998.85.4.1230>
20. **Kazennikov, O. V., and Levik, I. S.** (2009). Study of the motor cortex excitability in the task of holding load. *Fiziologiya Cheloveka*, 35(5), 71–78.



21. **Martinek, R., Ladrova, M., Sidikova, M., Jaros, R., Behbehani, K., Kahankova, R., and Kawala-Sterniuk, A.** (2021). Advanced bioelectrical signal processing methods: Past, present, and future approach—Part III: Other biosignals. *Sensors*, 21(18), 6064. <https://doi.org/10.3390/s21186064>
22. **McGraw, K. O., and Wong, S. P.** (1996). Forming inferences about some intraclass correlation coefficients. *Psychological Methods*, 1(1), 30–46. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.1.1.30>
23. **Merletti, R., and Parker, P.** (Eds.). (2004). *Electromyography: Physiology, engineering, and noninvasive applications*. IEEE/John Wiley and Sons.
24. **Mirka, G. A.** (1991). The quantification of EMG normalization error. *Ergonomics*, 34(3), 343–352. <https://doi.org/10.1080/00140139108967318>
25. **Pieter Clarys, J., Scafoglieri, A., Tresignie, J., Reilly, T., and Van Roy, P.** (2010). Critical appraisal and hazards of surface electromyography data acquisition in sport and exercise. *Asian Journal of Sports Medicine*, 1(2), 69–80.
26. **Soylu, A. R., and Arpinar-Avsar, P.** (2010). Detection of surface electromyography recording time interval without muscle fatigue effect for biceps brachii muscle during maximum voluntary contraction. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20(4), 773–776. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2010.02.006>
27. **Staudenmann, D., Roeleveld, K., Stegeman, D. F., and van Dieën, J. H.** (2010). Methodological aspects of SEMG recordings for force estimation – A tutorial and review. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20(3), 375–387. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2009.08.005>
28. **Tracy, B. L., Dinunno, D. V., Jorgensen, B., and Welsh, S. J.** (2007). Aging, visuomotor correction, and force fluctuations in large muscles. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(3), 469–479. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31802d3ad3>