



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SPOR BİLİMLERİ FAKÜLTESİ
ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI



**ELİT YÜZÜCÜLERDE FARKLI ZEMİNLERDE
UYGULANAN EGZERSİZLERDE CORE BÖLGE
KAS AKTİVASYONUNUN İNCELENMESİ**

BENGİSU VURGUN

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

BURSA-2024



**T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SPOR BİLİMLERİ FAKÜLTESİ
ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI**



**ELİT YÜZÜCÜLERDE FARKLI ZEMİNLERDE
UYGULANAN EGZERSİZLERDE CORE BÖLGE KAS
AKTİVASYONUNUN İNCELENMESİ**

Bengisu VURGUN

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

DANIŞMAN:

Prof.Dr. Şenay ŞAHİN

1302- Bursa Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri

BURSA-2024

T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK BEYANI

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “Elit Yüzücülerde Farklı Zeminlerde Uygulanan Egzersizlerde Core Bölge Kas Aktivasyonunun İncelenmesi” adlı çalışmanın, proje safhasından sonuçlanmasına kadar geçen bütün süreçlerde bilimsel etik kurallarına uygun bir şekilde hazırlandığını ve yararlandığım eserlerin kaynaklar bölümünde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir ve beyan ederim.

Bengisu VURGUN

TEZ KONTROL ve BEYAN FORMU

11/12/2023

Adı Soyadı: Bengisu VURGUN

Anabilim Dalı: Spor Bilimleri Fakültesi Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı

Tez Konusu: Elit Yüzücülerde Farklı Zeminlerde Uygulanan Egzersizlerde Core Bölge Kas Aktivasyonunun İncelenmesi

<u>ÖZELLİKLER</u>	<u>UYGUNDUR</u>	<u>UYGUN DEĞİLDİR</u>	<u>AÇIKLAMA</u>
Tezin Boyutları	☒	☐	
Dış Kapak Sayfası	☒	☐	
İç Kapak Sayfası	☒	☐	
Kabul Onay Sayfası	☒	☐	
Sayfa Düzeni	☒	☐	
İçindekiler Sayfası	☒	☐	
Yazı Karakteri	☒	☐	
Satır Aralıkları	☒	☐	
Başlıklar	☒	☐	
Sayfa Numaraları	☒	☐	
Eklerin Yerleştirilmesi	☒	☐	
Tabloların Yerleştirilmesi	☒	☐	
Kaynaklar	☒	☐	

DANIŞMAN ONAYI

Unvanı Adı Soyadı: Prof. Dr. Şenay ŞAHİN

İmza:

İÇİNDEKİLER

Dış Kapak	
İç Kapak	
ETİK BEYANI	II
TEZ KONTROL ve BEYAN FORMU	III
İÇİNDEKİLER	IV
TÜRKÇE ÖZET	VI
İNGİLİZCE ÖZET	VII
TEZ KONUSUNUN KÜRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA HEDEFLERİ İLE İLİŞKİSİ	VIII
1. GİRİŞ	1
1.1. Araştırmanın Amacı	2
1.2. Araştırmanın Alt Amaçları	3
1.3. Araştırmanın Önemi	3
1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları	5
1.5. Araştırmanın Varsayımları	5
1.6. Araştırma Soruları ve Hipotezleri	6
2. GENEL BİLGİLER	9
2.1. Kas Sistemi	9
2.1.1. Kasın Kimyasal Yapısı	9
2.1.2. İskelet Kasının Çizgili Organizasyonu ve Yapısı	9
2.1.3. İskelet Kası Morfolojisi ve Fizyolojik Anatomisi	10
2.1.4. Kas Lifinin Mikroskopik Yapısı	11
2.1.5. İskelet Kası Kasılmasının Fizyolojik Süreçleri - İskelet Kasının Uyarılma ve Kasılma Eşleşmesi	16
2.1.5.1. Kassal Kasılma	16
2.1.5.2. Kassal Gevşeme	17
2.1.6. Kas Kontraksiyon Tipleri	18
2.1.6.1. İzotonik Kontraksiyon	18
2.1.6.2. İzometrik Kontraksiyon	19
2.1.6.3. İzokinetik Kontraksiyon	19
2.1.7. Motor Ünite	19
2.1.7.1 Motor Ünite Yapısı	19
2.1.7.2. Motor Ünite Tipleri	21
2.2. Elektromiyografi	22
2.2.1. Yüzeysel EMG (sEMG)	23
2.2.2. Elektromiyografik Verilerin Normalizasyonu	24
2.3. Yüzme Sporu	26
2.3.2. Yüzmede Antrenman	27
2.3.2.1. Yüzmede Kara Antrenmanları	27
2.3.2.1.1. Kara Antrenmanlarında Kuvvet Çalışması	29
2.4. Core Kavramı	30
2.4.1. Core Bölgesi Anatomisi ve Kasları	31
2.4.2. Core Stabilizasyonu, Kuvveti ve Dayanıklılığı	33
2.4.3. Core Antrenman	35
2.4.4. Core Egzersiz Programlaması	36

2.4.5. Core ve Yüzme.....	37
2.5 Fonksiyonel Antrenman	38
2.5.1 Çalışmada Kullanılan Denge Ekipmanları.....	39
2.5.1.1. Bosu	39
2.5.1.2. Pilates Topu (Swiss Ball).....	41
3. GEREÇ ve YÖNTEM.....	43
3.1. Araştırma Modeli	43
3.2. Araştırma Grubu.....	43
3.3. Deneysel Prosedür.....	44
3.3.1. Çalışmada Uygulanan Egzersizler	46
3.3.1.1. Prone Plank	46
3.3.1.2. Crunch.....	46
3.3.1.3. Pike Push Up.....	47
3.3.2. Elektromiyografi Ölçümü	48
3.3.3. Çalışmadaki Kasların Elektromiyografik Verilerinin Normalizasyonu.....	49
3.4. İstatistiksel Analiz.....	50
4. BULGULAR	51
4.1. Elit Erkek Yüzücülerin Demografik Özellikleri	51
4.2. Elit Erkek Yüzücülerde Farklı Zeminlerde Uygulanan Egzersizlerde Kas Aktivasyonlarının İncelenmesi.....	51
4.3. Elit Erkek Yüzücülerde Farklı Zemin Varyasyonlarında Uygulanan Egzersizler Arasındaki Kas Aktivasyonlarının İncelenmesi.....	57
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	65
5.1. Sonuç.....	73
5.2. Öneriler	73
6. KAYNAKLAR.....	74
7. SİMGELER VE KISALTMALAR.....	82
8. EKLER.....	83
9. TEŞEKKÜR.....	91
10. ÖZGEÇMİŞ.....	92

TÜRKÇE ÖZET

Bu çalışmanın amacı, elit yüzücülerde, sabit zemin, Bosu ve Pilates topunda uygulanan core egzersizleri sırasında, belirli kas grubunun aktivasyonunun elektromiyografi cihazı ile incelenmesidir.

Çalışmaya 18-23 yaş aralığında 16 erkek elit yüzücü gönüllü olarak katılmıştır. Katılımcılar çalışmada Prone Plank, Crunch, Pike Push Up egzersizlerini sırayla sabit zeminde, Bosu ve Pilates topunda uygulamış, egzersizler gerçekleştirken Rectus Abdominis (RA), External Oblique (EO) ve Erector Spinae (ES) kaslarının aktivasyonları yüzeyel EMG cihazı ile ölçülmüştür. Çalışma verileri SPSS 26.0 programında One-Way ANOVA for Repeated Measures testi kullanılarak analiz edilmiştir. Gruplar arasındaki farklılığın karşılaştırılmasında ise Bonferroni testi kullanılmıştır.

Elde edilen veriler Plank egzersizinde, sabit zemin ve Bosu RA ve EO aktivasyon değeri, Pilates topu RA ve EO aktivasyon değerine, sabit zemin ES aktivasyon değeri ise Pilates topu ES aktivasyon değerine göre anlamlı derecede düşük çıkmıştır ($p<0,01$, $p=0,016$). Crunch egzersizinde sabit zemin ve Bosu RA aktivasyon değeri Pilates topu zemini RA aktivasyon değerine, Bosu EO aktivasyon değeri ise sabit zemin EO aktivasyon değerine göre anlamlı derecede düşük çıkmıştır ($p<0,01$, $p=0,014$). Pike Push Up egzersizinde instabilite artışı ile birlikte RA, EO ve ES kaslarında anlamlı derecede aktivasyon artışı tespit edilmiştir ($p<0,01$) Ayrıca farklı zemin varyasyonlarında gerçekleşen egzersizler arasında kasların aktivasyon oranlarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur ($p<0.05$).

Sonuç olarak, instabilitenin artışıyla bazı kaslarda aktivasyon artışı görülse de bazılarının aktivasyonlarında gerileme görülmüştür. Hedef kas grubunda zeminden ziyade egzersiz çeşitlerinde de aktivasyon farklılıkları meydana gelmiştir. Bu yüzden, egzersiz uygulayıcısının, geliştirmeyi hedefledikleri kasa göre egzersiz ve zemin seçmeleri optimal gelişim açısından önemli olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Elektromiyografi, Core Antrenman, Yüzme, Sabit Zemin, Sabit Olmayan Zemin.

İNGİLİZCE ÖZET

Examination of Core Region Muscle Activation in Elite Swimmers in Exercises Performed on Different Surfaces

The aim of this study is to examine the activation of certain muscle groups with an electromyography device in elite swimmers during core exercises performed on a fixed floor, Bosu and Pilates ball.

16 male elite swimmers between the ages of 18-23 participated in the study voluntarily. In the study, participants performed the Prone Plank, Crunch, Pike Push Up exercises on a fixed floor, Bosu and Pilates ball, respectively, and the activations of the Rectus Abdominis (RA), External Oblique (EO) and Erector Spinae (ES) muscles were measured with a superficial EMG device while the exercises were performed. Study data were analyzed using One-Way ANOVA for Repeated Measures test in SPSS 26.0 program. Bonferroni test was used to compare the differences between groups.

Data obtained in the Plank exercise, the fixed floor and Bosu RA and EO activation values were significantly lower than the Pilates ball RA and EO activation values, and the fixed floor ES activation value was significantly lower than the Pilates ball ES activation value ($p<0.01$, $p=0.016$).). In the crunch exercise, the fixed floor and Bosu RA activation values were significantly lower than the Pilates ball ground RA activation value, and the Bosu EO activation value was significantly lower than the fixed ground EO activation value ($p<0.01$, $p=0.014$). A significant increase in activation was detected in the RA, EO and ES muscles along with an increase in instability in the Pike Push Up exercise ($p<0.01$). Additionally, a statistically significant difference was found in the activation rates of the muscles between the exercises performed on different floor variations ($p<0.05$).

As a result, although there was an increase in activation in some muscles with the increase in instability, a decrease in the activation of some was observed. Activation differences occurred in the target muscle group in exercise types rather than on the surface. Therefore, it will be important for exercise practitioner to choose exercises and surfaces according to the muscle they aim to develop for optimal development.

Keywords: Electromyography, Core Training, Swimming, Stable Surface, Unstable Surface.

BUÜ SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEZ KONUSUNUN KÜRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA
HEDEFLERİ İLE İLİŞKİSİ

 1 YOKSULLUĞA SON	 2 AÇLIĞA SON	 3 SAĞLIK VE KALİTELİ YAŞAM	 4 NİTELİKLİ EĞİTİM	 5 TOPLUMSAL CİNSİYET EŞİTLİĞİ	 6 TEMİZ SU VE SANİTASYON
☐	☐	☒	☐	☐	☐
 7 ERİŞİLEBİLİR VE TEMİZ ENERJİ	 8 İNSANA YAKIŞIR İŞ VE EKONOMİK BÜYÜME	 9 SANAYİ, YENİLİKÇİLİK VE ALTYAPI	 10 EŞİTSİZLİKLERİN AZALTILMASI	 11 SÜRDÜRÜLEBİLİR ŞEHİRLER VE TOPLULUKLAR	 12 SORUMLU ÜRETİM VE TÜKETİM
☐	☐	☐	☐	☐	☐
 13 İKLİM EYLEMİ	 14 SUDAKİ YAŞAM	 15 KARASAL YAŞAM	 16 BARİS, ADALET VE GÜÇLÜ KURUMLAR	 17 AMAÇLAR İÇİN ORTAKLIKLAR	 KÜRESEL AMAÇLAR
☐	☐	☐	☐	☐	☐

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “**Elit Yüzücülerde Farklı Zeminlerde Uygulanan Egzersizlerde Core Bölge Kas Aktivasyonunun İncelenmesi**” başlıklı tez 3. Küresel Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ile ilişkilidir.

1. GİRİŞ

Sporcuların üst düzeyde performans gösterebilmesi için belirli antropometrik ve fiziksel özellikler vardır (Pourrahim Ghouroghchi, & Pahlevani, 2021). Bunlar spor disiplinlerine göre farklılık göstermekle birlikte yüzme branşında, kuvvet, kas gücü, denge, koordinasyon ve kondisyon düzeyi performansın önemli belirleyicilerindendir (Trappe, & Pearson, 1994). Ayrıca sportif performansın üst düzeylere taşınabilmesi için antropometrik ve fiziksel özelliklerin yanı sıra, sistemli ve bilimsel yöntemli antrenman planlamalarının yapılması ve uygun antrenman yöntemlerinin seçilmesi de oldukça önemlidir (Saygı, 2022).

Yüzme horizontal (yatay) pozisyonunda su direncine karşı yapılan bir spor olduğundan, yüzüstü veya sırtüstü yönelimlerle aerodinamik bir vücut pozisyonunun düzgünlüğünü sağlamak, dengede tutmak, kusursuz bir gövde rotasyonu kazanmak için statik ve dinamik core stabilitesinin gelişimi oldukça önemlidir (Atkins ve ark., 2015). Suda yapılan antrenmanların dışında Dry-land adı verilen kara antrenmanlarında yapılan core çalışmaları, yüzücülerin atletik performansını arttırmada önem arz edip, antrenman programının ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Güçlü ve stabil bir core bölgesi, nöromusküler kontrol ve postural hizalamanın önemli bir sonucudur. Sudaki kararsız zemin göz önüne alındığında, postural hizalamayı sağlamak, akıcı pozisyonu korumak, suyun direncini en aza indirerek yüzmede verimliliği arttırmak, eklemleri stabilize etmek, üst ve alt ekstremitelere etkili kuvvet aktarımını sağlamak güçlü bir core bölgesi ile mümkündür (Atkins ve ark., 2015; Björk, 2018; Karpiński ve ark., 2020). Core kaslarının uygun şekilde kuvvetlendirilmesi, yüzmede vuruşun yakalama ve sabitleme aşamasını iyileştirip, vuruş başına daha fazla mesafe için iyi vücut yuvarlamasını teşvik etmektedir (Atkins ve ark., 2015). Üst ve alt ekstremiteye daha fazla enerjinin aktarılması ile enerjinin dışarı sızması engellenmekte, kollar ve bacaklarda daha fazla itme ve çekme gücü ile sonuçlanmaktadır (Fig, 2005). Core antrenmanlarıyla yüzücülerde vücut kontrol yeteneği artmakta ve buna bağlı olarak sakatlanma riski minimum seviyelere inmektedir (Saygı, 2022).

Son yıllarda spor bilimcileri, yapılan hareketlerin çoklu düzlem ve farklı açısız hızlarda gerçekleştiğı takdirde iyi bir kas dengesi ve eklem stabilitesine katkı sağlayacağı görüşünü benimsemektedir. Bu görüşün sonucu olarak, geleneksel ağırlık antrenmanlarından, gövde ve ekstremite kaslarının entegre olarak çalıştığı fonksiyonel antrenmanlara doğru hızlı bir geçiş olmuştur. Özellikle core kas grubunun kuvvet ve stabilizasyonunda fonksiyonel antrenmanlar sıkça tercih edilmiştir. Yine birçok spor uzmanı entegre yöntem uygulamalarında en etkili yolun geleneksel egzersiz hareketlerini dengesiz yüzeyler üzerinde gerçekleştirmek olduğunu savunmaktadır (Kohler, Flanagan, & Whiting, 2010). Dengesiz yüzey oluşturabilmek için BOSU topları, İsviçre topları, TRX, denge tahtası gibi ekipmanlar yaygın olarak kullanılmaktadır. Literatürdeki bazı çalışmalarda sabit zemine kıyasla sabit olmayan bir yüzeyde yapılan egzersizlerin nöromüsküler stresi, proprioseptif talepleri daha çok arttırdığı için daha fazla kas aktivasyonu oluşturduğu sonucuna varılmıştır (Escamilla ark., 2010; Marshall, & Murphy, 2005; Saeterbakken, Chaudhari, van den Tillaar, & Andersen, 2019; Snarr, Esco, Witte, Jenkins, & Brannan, 2013; Sternlicht, Rugg, Fujii, Tomomitsu, & Seki, 2007). Buna karşılık bazı çalışmalarda ise, instabil yüzeylerde yapılan egzersizlerin, kuvvet üretiminde azalmalar meydana getirdiğı tespit edilmiştir (Anderson, & Behm, 2004; Behm, Anderson, & Curnew, 2002; McBride, Cormie, & Deane, 2006). Bu sebeple stabil olmayan yüzeyde egzersiz yapmanın etkinliğı çelişkili sonuçlar vermiştir. Elit sporcularla gerçekleştirilen, farklı denge ekipmanları ile uygulanan egzersizlerin core bölge kas aktivasyonuna etkisini inceleyen çalışmalar ise sınırlıdır (Atkins ve ark., 2015).

1.1. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, elit yüzücülerde, sabit zemin, Bosu ve Pilates topunda uygulanan core egzersizleri sırasında, belirli kas grubunun nöromüsküler aktivasyonunun yüzeyel elektromiyografi cihazı ile incelenmesidir.

1.2. Araştırmanın Alt Amaçları

- Denge ekipmanları ile uygulanan hareketlerin sabit zemine kıyasla kas aktivasyon oranındaki farklılıkları tespit etmek.
- Aynı egzersizin farklı zemin uygulamalarında hedef kasta hangi zeminin en iyi fayda sağladığını tespit etmek.
- Farklı zemin varyasyonlarında gerçekleşen egzersizler arasında hedef kasta hangi egzersiz ve zeminin en iyi fayda sağladığını tespit etmek.

1.3. Araştırmanın Önemi

Yüzme branşında performansı arttırmak ve sportif verime ulaşılabilmek için spora özgü su içi antrenmanlarla birlikte kara antrenman çalışmalarının da geliştirilmesi ve çeşitlendirilmesi oldukça önemlidir. Kara antrenmanlarının temel amacı sporcunun yaşı, cinsiyeti, yüzme stili gibi bireysel özellikleri göz önünde bulundurarak gerekli kas ve kas gruplarının kuvvetini geliştirmek, kassal dayanıklılığı arttırmak, güç ve hız kazanmayı sağlamak, yüzücünün su içindeki etkinliğini arttırmak ve sporcuların yaralanma riskini azaltmaktır (Crowley, Harrison, & Lyons, 2018; Koparan, 1998). Kara antrenmanlarında kuvvet, kondisyon, sıçrama çalışmaları, dayanıklılık, plyometrik ve core antrenmanları gibi farklı antrenman yöntemleri yer almaktadır (Hermosilla, Sanders, González-Mohino, Yustres, & González-Rave, 2021). Amaca uygun ve doğru bir şekilde planlanan kara antrenmanları, yüzücünün yarışma şartlarına uyum özelliğini geliştirerek, yaralanma riskini azaltıp, su içi antrenmanlarının daha verimli yapılmasına imkân sağlamaktadır (Uçak, 2019).

Yüzmede temel amaç belirli bir mesafeyi mümkün olduğunca en kısa zaman zarfında tamamlamak olduğundan itici güçlerin üretilmesi ve suda harekete karşı oluşan direncin azaltılması oldukça önemlidir. Yüzücülerde core kas gücüne bağlı olarak su içinde denge ve vücut pozisyonunun korunması, performans yeterliliğini arttırmada çok önemlidir. Yer teması gerektirmeyen yüzme sporu, vücut hareketlerin açığa çıkması ve dengenin korunması için ağırlık merkezini ayarlamayı sınırlayan zemin itici bir yapıya sahip değildir. Bu nedenle diğer branşlarla benzer denge

fonksiyonlarını yerine getirebilmek için core kasların mümkün olduğu kadar güçlü olması gerekir (Patil, Salian, & Yardi, 2014). Kuvvetli bir core bölgesi, gövde ile üst ve alt ekstremiteler arasındaki kuvvetin etkili bir şekilde iletilmesine, sporcuların su içinde daha hızlı vücut hareketleri ile daha güçlü vuruşlar yapmasına olanak tanır. Bu da atletik performansın artmasına ve fonksiyonel becerilerin gelişimine katkı sağlamaktadır (Khiyami, Nuhmani, Joseph, Abualait, & Muaidi, 2022). Khiyami ve arkadaşlarının 2022 yılında yüzücülerle yaptığı çalışmada, düzenli yüzme antrenmanı ile birlikte yapılan altı haftalık core antrenman programının, core kas grubunun nöromüsküler özelliklerini (kontraktilite, uyarılabilirlik) ve 50 m serbest stil yüzme performansını geliştirdiği tespit edilmiştir. Yine literatürde yer alan bazı çalışmalarda da, yüzücülere uygulanan core kuvvet antrenmanlarının sprint süresi, hızı ve vuruş indeksinde önemli iyileşmeler meydana getirdiği, yüzme performansını arttırdığına yönelik benzer sonuçlar bulunmuştur (Karpinski ve ark., 2020; Patil, Salian, & Yardi, 2014).

Core çalışmaları vücut ağırlığıyla yapılacağı gibi farklı denge materyallerin kullanımıyla da yapılabilmektedir. Bosu, pilates topu, egzersiz lastikleri, TRX kayışı gibi materyaller core egzersizlerinin farklı yüzeylerde uygulanmasına izin vermektedir. Sabit ve sabit olmayan yüzeylerde yapılan core egzersizleri farklı oranda kas aktivasyonu ile sonuçlanmaktadır. Sabit zemine kıyasla hareketli yüzey üzerinde uygulanan core egzersizlerinde kasın gerilim süresi uzun, hareketin hızı düşüktür. Böylelikle aynı egzersizin farklı zeminlerde uygulanması, kas gruplarının farklı oranda kuvvet üretmesine olanak sağlamaktadır (Egesoy ve ark., 2018). Literatürdeki bir çok çalışmada sabit olmayan bir yüzeyde yapılan core antrenmanları proprioseptif talepleri arttırmış ve sabit bir yüzeye göre daha fazla core kas aktivasyonu ile sonuçlanmıştır (Escamilla ark., 2010; Marshall, & Murphy, 2005; Saeterbakken ve ark., 2019; Snarr ve ark., 2013; Sternlicht, Rugg, Fujii, Tomomitsu, & Seki, 2007). Çalışmalar genellikle rekreasyonel aktif ve ya sağlıklı yetişkin bireylerde tek denge aleti ile uygulanan egzersizlerin core kas aktivasyonuna etkisini incelemiştir (Escamilla, Lewis, Pecson, Imamura, & Andrews, 2016; Harris, Ruffin, Brewer, & Ortiz, 2017; Youdas ve ark., 2018). Bu çalışma, hem elit yüzücülerde uygulanacak olması, hem de iki farklı denge ekipmanı ve sabit zeminde gerçekleşecek olan üç farklı core egzersizi sırasındaki kas aktivasyonunun

karşılaştırmalı olarak incelemesi bakımından literatürde bilginiz dahilinde en kapsamlı çalışma olma özelliğine sahiptir. Çalışma sonunda denge ekipmanlarıyla uygulanan egzersizlerin sabit zemine kıyasla kas aktivasyon oranındaki farklılıklar belirlenecek olup, egzersizler ve zeminler arasında hedef kasta hangi zemin ve egzersizin en iyi fayda sağladığı tespit edilecektir. Böylelikle antrenörlere farklı core antrenman çeşitlerinin etkinliğini değerlendirmede yol gösterici olacaktır.

1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları

1. Araştırma örneklemini Bursa ilinde yaşayan 16 erkek elit yüzücü ile sınırlandırılmıştır.
2. Araştırmada uygulanan egzersizler Prone Plank, Crunch ve Pike Push Up ile sınırlandırılmıştır.
3. Araştırmada instabil zemin oluşturmak için kullanılan denge ekipmanları Bosu ve Pilates Topu ile sınırlandırılmıştır.
4. Araştırmada, core egzersizleri sırasındaki nöromuskuler aktivasyon Rectus Abdominis, External Oblique ve Erector Spinae kas grupları ile sınırlandırılmıştır.

1.5. Araştırmanın Varsayımları

1. Sporcuların test gününden önce en az 24 saat süreyle ağır yüzme ve direnç antrenmanı yapmadıkları,
2. Sporcuların test gününden önce 12 saat süreyle kafein içeren içecekler, sigara ve alkol kullanmadıkları,
3. Sporcuların test gününde egzersizden en az 2 saat önce yiyecek yemekten kaçındıkları,
4. Sporcuların egzersizleri maksimum efor ve ciddiyetle gerçekleştirdikleri,
5. Araştırma öncesinde sporcuların beyan ettikleri kişisel bilgilerin ve sakatlık öykülerinin doğru olduğu varsayılmıştır.

1.6. Araştırma Soruları ve Hipotezleri

1. Prone Plank egzersizi sırasında Rectus Abdominis kasının farklı zeminlerdeki elektromiyografik aktiviteleri arasında fark var mıdır?

H0: Prone Plank egzersizi sırasında Rectus Abdominis kasının farklı zeminlerdeki elektromiyografik aktiviteleri arasında fark yoktur.

H1: Prone Plank egzersizi sırasında Rectus Abdominis kasının farklı zeminlerdeki elektromiyografik aktiviteleri arasında fark vardır.

2. Prone Plank egzersizi sırasında External Oblique kasının farklı zeminlerdeki elektromiyografik aktiviteleri arasında fark var mıdır?

H0: Prone Plank egzersizi sırasında External Oblique kasının farklı zeminlerdeki elektromiyografik aktiviteleri arasında fark yoktur.

H1: Prone Plank egzersizi sırasında External Oblique kasının farklı zeminlerdeki elektromiyografik aktiviteleri arasında fark vardır.

3. Prone Plank egzersizi sırasında Erector Spinae kasının farklı zeminlerdeki elektromiyografik aktiviteleri arasında fark var mıdır?

H0: Prone Plank egzersizi sırasında Erector Spinae kasının farklı zeminlerdeki elektromiyografik aktiviteleri arasında fark yoktur.

H1: Prone Plank egzersizi sırasında Erector Spinae kasının farklı zeminlerdeki elektromiyografik aktiviteleri arasında fark vardır.

4. Crunch egzersizi sırasında Rectus Abdominis kasının farklı zeminlerdeki elektromiyografik aktiviteleri arasında fark var mıdır?

H0: Crunch egzersizi sırasında Rectus Abdominis kasının farklı zeminlerdeki elektromiyografik aktiviteleri arasında fark yoktur.

H1: Crunch egzersizi sırasında Rectus Abdominis kasının farklı zeminlerdeki elektromiyografik aktiviteleri arasında fark vardır.

5. Crunch egzersizi sırasında External Oblique kasının farklı zeminlerdeki elektromiyografik aktiviteleri arasında fark var mıdır?

H0: Crunch egzersizi sırasında External Oblique kasının farklı zeminlerdeki elektromiyografik aktiviteleri arasında fark yoktur.

H1: Crunch egzersizi sırasında External Oblique kasının farklı zeminlerdeki elektromiyografik aktiviteleri arasında fark vardır.

6. Crunch egzersizi sırasında Erector Spinae kasının farklı zeminlerdeki elektromiyografik aktiviteleri arasında fark var mıdır?

H0: Crunch egzersizi sırasında Erector Spinae kasının farklı zeminlerdeki elektromiyografik aktiviteleri arasında fark yoktur.

H1: Crunch egzersizi sırasında Erector Spinae kasının farklı zeminlerdeki elektromiyografik aktiviteleri arasında fark vardır.

7. Pike Push Up egzersizi sırasında Rectus Abdominis kasının farklı zeminlerdeki elektromiyografik aktiviteleri arasında fark var mıdır?

H0: Pike Push Up egzersizi sırasında Rectus Abdominis kasının farklı zeminlerdeki elektromiyografik aktiviteleri arasında fark yoktur.

H1: Pike Push Up egzersizi sırasında Rectus Abdominis kasının farklı zeminlerdeki elektromiyografik aktiviteleri arasında fark vardır.

8. Pike Push Up egzersizi sırasında External Oblique kasının farklı zeminlerdeki elektromiyografik aktiviteleri arasında fark var mıdır?

H0: Pike Push Up egzersizi sırasında External Oblique kasının farklı zeminlerdeki elektromiyografik aktiviteleri arasında fark yoktur.

H1: Pike Push Up egzersizi sırasında External Oblique kasının farklı zeminlerdeki elektromiyografik aktiviteleri arasında fark vardır.

9. Pike Push Up egzersizi sırasında Erector Spinae kasının farklı zeminlerdeki elektromiyografik aktiviteleri arasında fark var mıdır?

H0: Pike Push Up egzersizi sırasında Erector Spinae kasının farklı zeminlerdeki elektromiyografik aktiviteleri arasında fark yoktur.

H1: Pike Push Up egzersizi sırasında Erector Spinae kasının farklı zeminlerdeki elektromiyografik aktiviteleri arasında fark vardır.

10. Rectus Abdominis kasının farklı zemin varyasyonlarında uygulanan egzersizlerdeki elektromiyografik aktiviteleri arasında fark var mıdır?

H0: Rectus Abdominis kasının farklı zemin varyasyonlarında uygulanan egzersizlerdeki elektromiyografik aktiviteleri arasında fark yoktur.

H1: Rectus Abdominis kasının farklı zemin varyasyonlarında uygulanan egzersizlerdeki elektromiyografik aktiviteleri arasında fark vardır.

11. External Oblique kasının farklı zemin varyasyonlarında uygulanan egzersizlerdeki elektromiyografik aktiviteleri arasında fark var mıdır?

H0: External Oblique kasının farklı zemin varyasyonlarında uygulanan egzersizlerdeki elektromiyografik aktiviteleri arasında fark yoktur.

H1: External Oblique kasının farklı zemin varyasyonlarında uygulanan egzersizlerdeki elektromiyografik aktiviteleri arasında fark vardır.

12. Erector Spinae kasının farklı zemin varyasyonlarında uygulanan egzersizlerdeki elektromiyografik aktiviteleri arasında fark var mıdır?

H0: Erector Spinae kasının farklı zemin varyasyonlarında uygulanan egzersizlerdeki elektromiyografik aktiviteleri arasında fark yoktur.

H1: Erector Spinae kasının farklı zemin varyasyonlarında uygulanan egzersizlerdeki elektromiyografik aktiviteleri arasında fark vardır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kas Sistemi

İnsan vücudunda iskelet ve eklem sistemleri pasif bir bütünlük arzederken, canlıların en önemli hayatsal fonksiyonlarından biri olan hareket ise kas sistemi yardımıyla meydana gelmektedir (Yazıcıoğlu, & Erbahçeci, 2020). Kaslar, kimyasal enerjiyi mekanik (kinetik) enerjiye ve ısı enerjisine çeviren, kas sistemini oluşturan efektör organlardır. Kaslar elektriksel, mekanik ve kimyasal olarak uyarılabilme özelliğine sahiptir. Uyarıları hücre zarı boyunca iletilebilme ve sinir sinyali tarafından oluşturulan aksiyon potansiyeli tarafından etkinleştirilen kasılabilme özelliğine sahiptir (Saç, 2016).

Kaslar, morfolojik, fizyolojik, kontraktıl protein ve çalışma mekanizmalarına göre iskelet kası, düz kas ve kalp kası olmak üzere üçe ayrılır. Tüm kas tiplerinde aynı kontraksiyon prensipleri geçerlidir (Guyton, & Hall, 2007). İskelet kasları çizgili kaslardır. Somatik sinir sistemi tarafından uyarılan iskelet kasının en önemli biyolojik özelliği aktif kasılma yeteneğidir. Hareket ve postürün devamını sağlama, ısı üretme gibi fonksiyonlara sahiptir (Yazıcıoğlu ve ark., 2020).

2.1.1. Kasın Kimyasal Yapısı

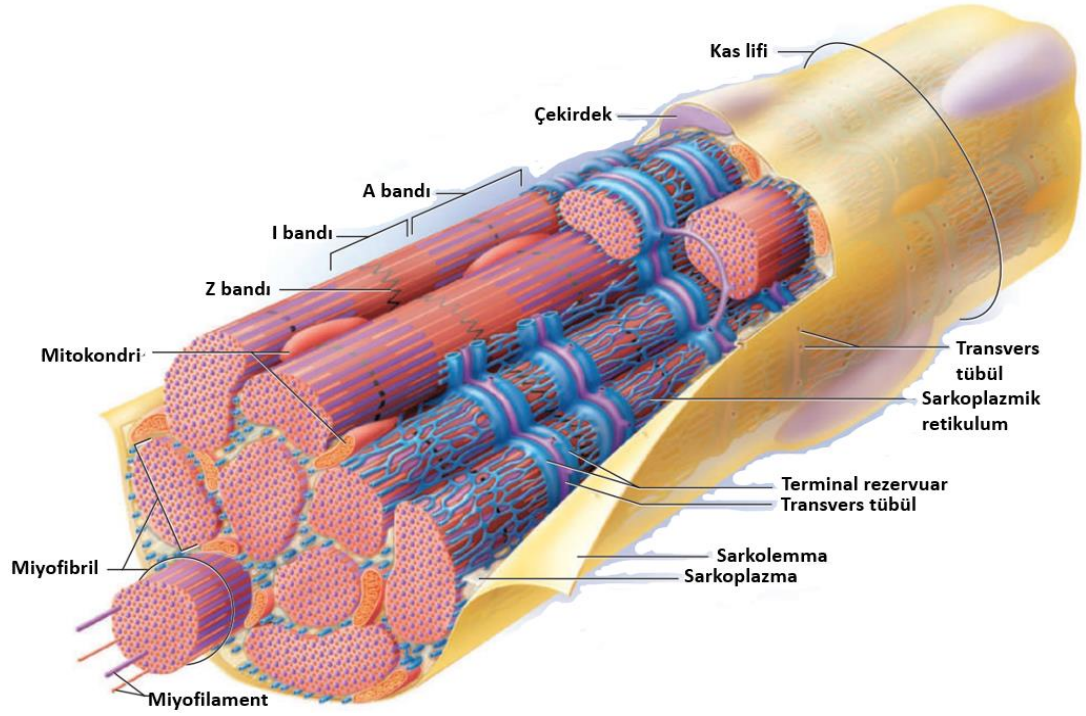
Kas, %75 su, %20 protein ve %5 diğer proteinlerden; miyozin (%52), aktin (%23), tropomyozin (%15) oluşur.

2.1.2. İskelet Kasının Çizgili Organizasyonu ve Yapısı

Kas lifi (kas fibrili), miyofibrillerden, miyofibriller, miyofilamentlerden (1500 miyozin, 3000 aktin miyofilamenti) oluşmaktadır. Kas lifleri, kas fasiküllerini, kas fasikülleri de birleşerek kas dokusunu meydana getirmektedir (Yazıcıoğlu ve ark., 2020).

2.1.3. İskelet Kası Morfolojisi ve Fizyolojik Anatomisi

İskelet kası, çapı 10-100 µm, uzunluğu 1-120 mm arasında değişen bağ dokusu ile çevrilmiş, kas lifi (kas hücresi) adı verilen uzun, silindirik, çok çekirdekli hücrelerden oluşur. Bu çekirdekler, kas lifi hücre zarının (oval sarkolemma) hemen altında yer almaktadır. Kas fibrilinin en dışında konnektif dokudan oluşmuş, endomisyum denilen bir zar vardır. Bunun altında çift katlı sarkolemma adı verilen bir zar mevcuttur. Uyarılma ve impuls yayılımını mümkün kılan sarkolemma, kas aksiyon potansiyelinin hücrenin derinliklerine kadar yayılmasını kolaylaştıran T-tübülleri içerir. Kas fibrilleri daha sonra fasiküller halinde gruplanır ve perimisyum adı verilen bağ dokusu kılıfı sarılır. Perimisyum içinde kan damarları ve sinir dallanmaları bulunur. Kas fasikülleri bir arada tutan, kasın tüm yüzeyini saran dokuya ise fasya denir. Fasyanın altında kas bütününe çevreleyen fibröz bağ dokusuna ise epimisyum adı verilir. Epimisyum tendon adı verilen konnektif dokuları oluşturur. Tendonlar, kasların kemiğe bağlandığı yapılardır ve kemikleri saran periosta tutunurlar. Kasın kontraksiyon kuvveti, kasın bağ dokusundan tendonlara iletilir ve tendonlar kemiklere tutunduğu noktada çekme hissi oluştururlar (Tiryaki Sönmez, Vatansever, & Gezen Bölükbaş, 2022; Yazıcıoğlu ve ark., 2020). Kaslar iki tendon arasında paralel olarak yerleşir. Kasın kemik üzerindeki başlangıç kısmına kasın origosu, hareketli olan son kısmına ise kasın insersiyosu denir. Kas lifi sitoplazmasına sarkoplazma denir. Hücrenin sarkoplazması kontraksiyonda rol oynayan, proteinler, enzimler, büyük miktarlarda depolanmış glikojen, nükleus (hücre çekirdeği), miyoglobin, potasyum (K), magnezyum fosfat (MgPO₄) ve çok sayıda mitokondri içerir. Mitokondri tarafından sentezlenen adenosin trifosfat (ATP) kas kasılması esnasında miyofibrillere büyük oranda enerji sağlar. Kas dokusunda yer alan, demir ve oksijen bağlayıcı protein olan miyoglobin kasın kasılması için gerekli olan enerjinin üretilmesine imkan sağlar. Sarkoplazmada bulunan sarkoplazmik retikulum, kas kontraksiyonun kontrolünde oldukça önemlidir (Ca'u depo eder ve salınımı sağlar). Sarkoplazmik Retikulum miyofibriller çevresinde ağ oluşturur ve A-I bantlarının kesiştiği hizada sonlanır buraya terminal sisterna adı verilir. TS Ca²⁺ deposudur. Ca²⁺ salınımı ya da geri alınımı yoluyla kasılmayı sağlar. Hızlı kasılan kas fibrillerinde yoğun sarkoplazmik retikulum bulunur.

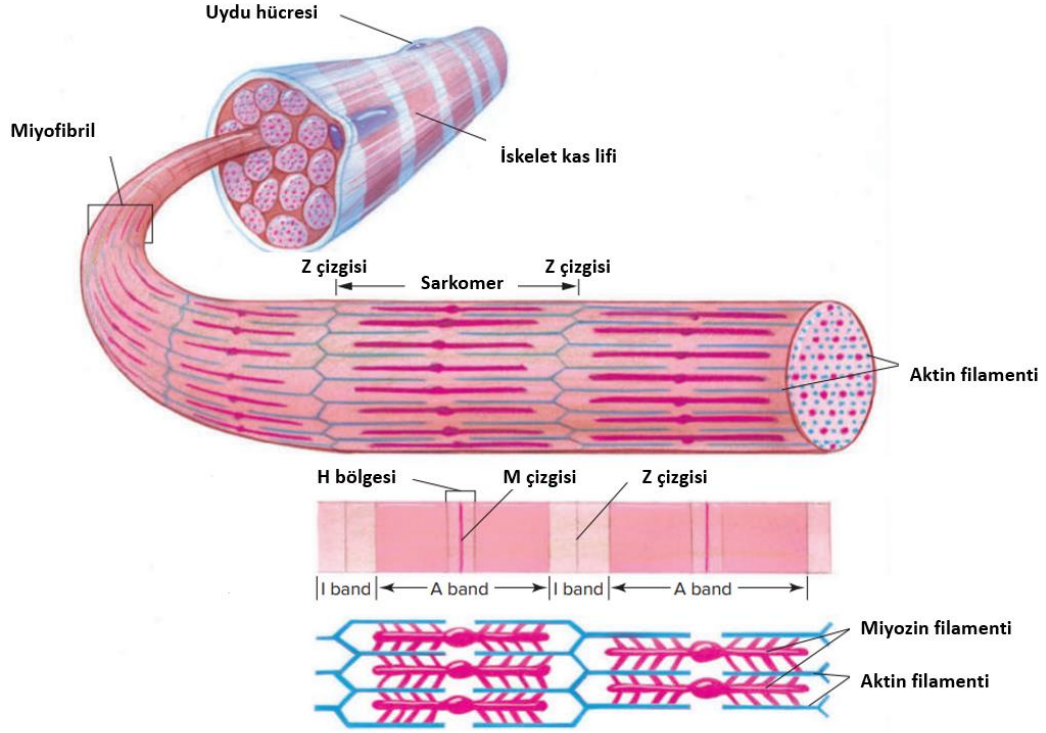


Şekil 2.1. İskelet kasının yapısı (Powers, Howley, 2018).

2.1.4. Kas Lifinin Mikroskopik Yapısı

Kas lifini oluşturan miyofibriller, kas lifinin yapısal ve işlevsel en alt birimidir. Kas lifi boyunca uzanırlar ve sarkomerlerin uç uca tekrarlanmasıyla oluşmuşlardır. Miyofibriller, miyofilamentlerden meydana gelmiştir. Miyofilamentler, ince (aktin) ve kalın (miyozin) filamentler olmak üzere iki tiptir. Elektron mikroskopunda miyofibriller, koyu ve açık renkli alanlar şeklinde görülür. Bunlar aktin ve miyozin filamentlerinin kısmen iç içe girmesi ile oluşmuştur. Açık bantlar (I bandı) sadece aktin filamentlerini içerirken, koyu bantlar (A bandı) miyozin filamentlerini ve aralarına giren aktin filamentlerinin uçlarını içermektedir. A bandının ortasında açık renkli alana H bandı denir. H bölgesi tam orta kısmından M çizgisi ile, I bandı ise koyu renkli Z çizgisi ile ikiye ayrılmıştır. İki Z çizgisi arasında sarkomer adı verilen kas hücresinin fonksiyonel yapısı bulunur. Sarkomer kasın en küçük kasılma birimidir. Sarkomerlerin orta bölümünde kalın miyofilamentler (A bandı) yer alır. İnce miyofilamentler Z çizgisine tutunur ve kalın miyofilamentlerin aralarına doğru uzanırlar. I bandını oluştururlar. Kas kontrakte

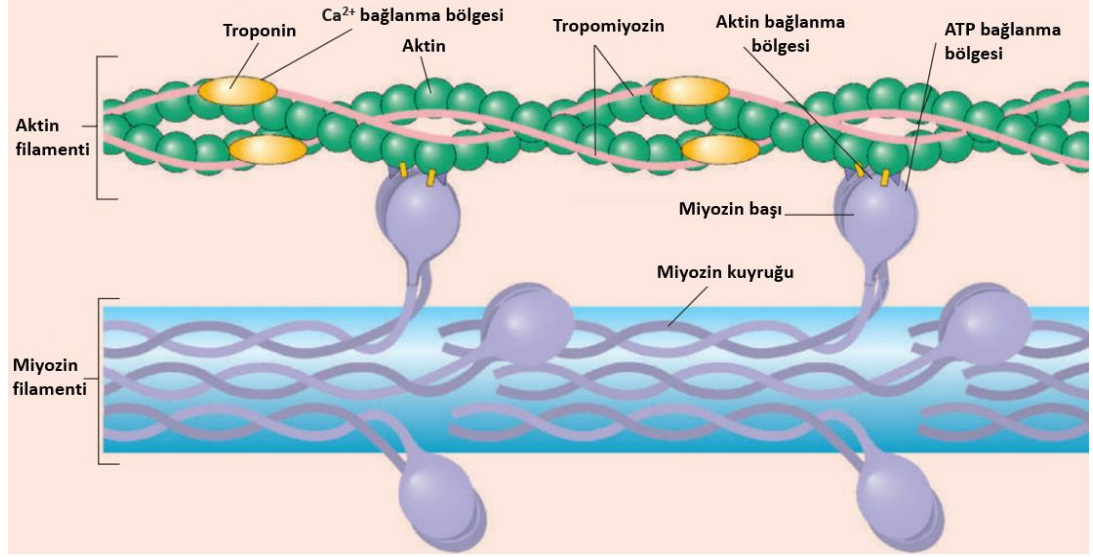
olduğu zaman I ve H bandı daralır ve iki Z çizgisi birbirine yaklaşır, böylece sarkomerin boyu kısalır.



Şekil 2.2. İskelet kasının mikroskopik yapısı (Powers ve ark., 2018).

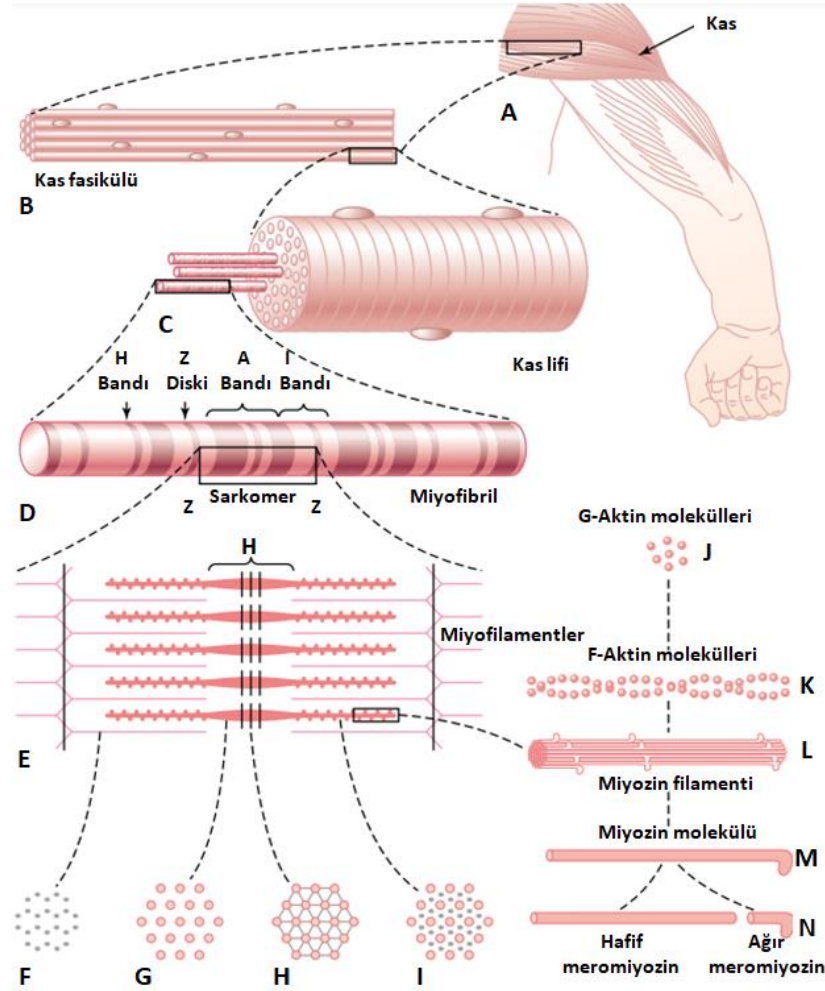
Kas kasılmasında görevli filamentleri oluşturan protein molekülleri miyozin ve aktindir. Miyozin ve aktin filamentleri arasındaki ilişkiyi sağlayan çok sayıdaki filamentöz moleküle titin denir. Titin molekülü filamentöz yapıda olduğu için esnektir. Titin molekülleri, miyozin ve aktin filamentlerini bir arada tutar. Miyozin molekülü içerisindeki iki ağır protein zincir birbiri üzerine spiral olarak sarılmış haldedir. Bu sarmal yapıya kuyruk adı verilir. Bu zincirlerden her birinin ucu karşılıklı olarak kıvrılır, yuvarlaklaşarak miyozin başını oluşturur. Çift sarmal yapının bir ucunda iki serbest baş vardır. Bu yapı miyozin filamentinden dışarı doğru uzanır ve kontraksiyon esnasında aktin üzerindeki aktif bölgelere temas eden çapraz köprüleri meydana getirir. Bir aktin filamenti üç protein molekülünden oluşur.

1. Aktin
2. Tropomiyozin
3. Troponin



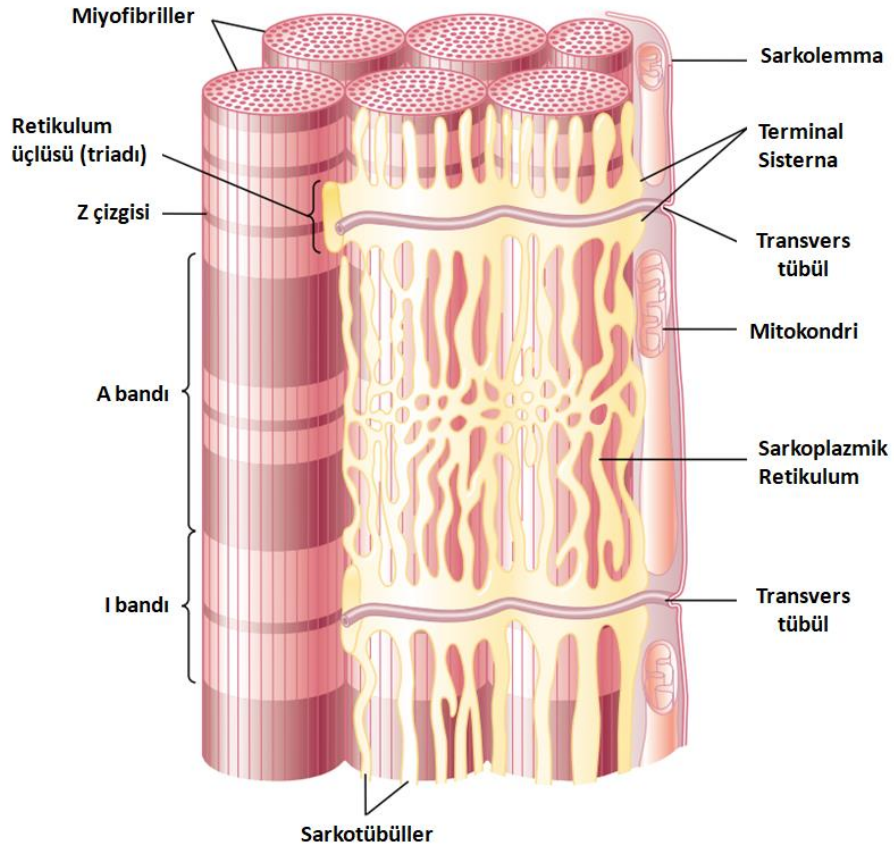
Şekil 2.3. Troponin, tropomiyozin ve miyozin çapraz köprüleri arasındaki tahmini ilişki (Powers ve ark., 2018).

Tropomiyozin aktin filamentlerinin üzerini sarar. Troponin daha karmaşıktır ve aktin ve tropomiyozin kompleksinin üzerine bağlanır. Troponin, Troponin-T, Troponin-I ve Troponin-C adı verilen üç birimden oluşur. Troponin-T tropomiyozine bağlanır. Troponin-I aktin-miyozin etkileşimini uygun zamana kadar bloke eder. Troponin-C ise Ca^{2+} için bağlanma alanları içermektedir. Tropomiyozin ve troponin kompleksi, Ca^{2+} ile birlikte çalışarak kas kasılmasını ve gevşemesini koordine eder. Aksiyon potansiyeli ile kas uyarıldığında, kalsiyum kanalları açılır ve sarkoplazmaya kalsiyum salınımı başlar. Kalsiyum troponine bağlanır ve aktin filamentlerindeki aktif bölgeleri açığa çıkarır. Miyozin-aktine etkileşimi çapraz köprü oluşturur ve kas kontraksiyonu başlar. Çift-sarmal bir yapı sağlayan, F-aktin ipliği, aktin filamentlerin omurgasını oluşturur. Sarmaldaki ipliklerin her biri, polimerize G-aktin moleküllerinden oluşmuştur. G-aktin, kontraksiyon esnasında aktin ve miyozin filamentlerinin çapraz köprülerini bağlayan aktif bölgelerdir.



Şekil 2.4. İskelet kasının moleküler düzeye kadar organizasyonu. F, G, H, I ile belirtilen kısımlar enine kesitlerdir (Guyton, & Hall, 2007).

Miyofibrillere paralel uzanan tübüllere longitüdinal tübüller denir. Longitüdinal tübüller her iki tarafta veziküller içinde sonlanırlar. Bu ağ yapısı miyofibrillerin uzun eksenini boyunca devam eder. Transvers tübüller dış veziküller ve diğer vezikülleri birbirinden ayırır. Transvers tübüller miyofibrillere dik olarak uzanmalarından dolayı bu adı almaktadır. T-tübülleri SR ile fonksiyonel bağlantılı olmasına rağmen fakat anatomik olarak bu yapıdan ayrılır. Her Z çizgisinde iki terminal sisterna ve bunları ayıran T-tübülü vardır. Bu yapı triadı oluşturur ve kas fibrilinin uzun eksenini boyunca tekrar eder.



Şekil 2.5. Transvers (T) tübül- Sarkoplazmik Retikulum sistemi (Guyton, & Hall, 2007).

T-tübülleri aksiyon potansiyelinin sarkolemmadan kas fibrilinin derinliklerine doğru iletilmesini sağlar. SR un dış vezikülleri ise bol miktarda kalsiyum (Ca^{2+}) içerir. Sinir iletimi T-tübülleri boyunca ve bu iki dış veziküller arasında ilerlerken, Ca^{2+} iyonları sitoplazma içine serbest bırakılır. Depolarizasyon esnasında serbest bırakılan Ca^{2+} iyonları, yakın mesafedeki filamentlere yayılır ve aktin filamentlerini harekete geçirir böylece miyozin filamentleri aktin filamentlerinin aktif kısmı ile birleşir ve kasılma gerçekleşir. Sinir iletimi durduğunda sarkoplazmadaki serbest Ca^{2+} konsantrasyonu azalır. Ca^{2+} aktif transport yolu ile sarkoplazmik retikuluma geri pompalanır, bu da kasın gevşemesini sağlar (Tiryaki Sönmez ve ark., 2022).

2.1.5. İskelet Kası Kasılmasının Fizyolojik Süreçleri - İskelet Kasının Uyarılma ve Kasılma Eşleşmesi

İskelet kası fibrilleri omuriliğin ön boynuzundaki motor nöronlardan başlayan, miyelinli sinir lifleri tarafından inerve edilir. Her motor nöronun uç kısmı kas lifinin ortasına yakın bir yerde kas lifiyle sinir-kas kavşağı (motor son plak) denilen bir bağlantı yapar. Bir kas hücresinin içi ve dışı arasındaki iyonik denge, kas lifi zarında bir dinlenme potansiyeli oluşturur bu potansiyel değer yaklaşık -80 ila -90 mV arasındadır. Kas liflerinin yaklaşık %2 sinin dışında, her kas fibrilinde sadece bir kavşak vardır (Yazıcıoğlu ve ark., 2020).

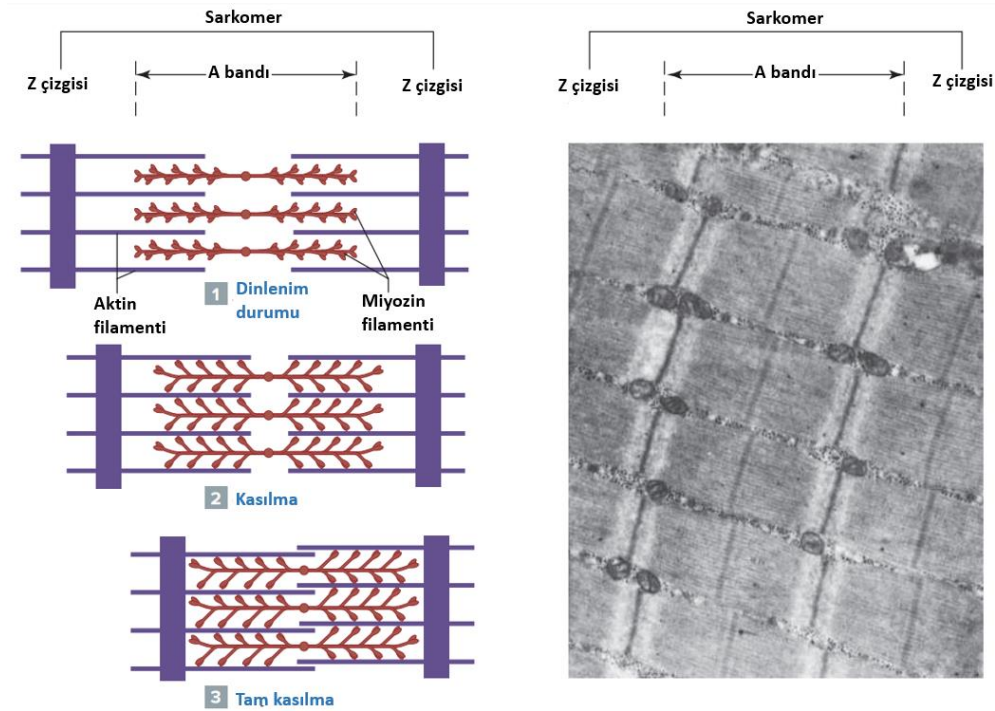
2.1.5.1. Kassal Kasılma

Sinirsel ileti, alfa-motor sinir ucuna ulaştığında zarda bulunan Ca^{2+} kanalları açılır ve kas içerisine Ca^{2+} girişi olur. Ca^{2+} , salgı keseciklerini hareketlendirir ve asetilkolinin terminal sinir dallarından sinaptik aralığa boşaltmalarını sağlar. Asetilkolin, karşı kas hücresi sarkoplazmasında bulunan asetilkolin reseptörlerine tutunur ve katyon kanalı olan bu reseptörlerin açılmasını sağlar. Böylece hücreye sodyum $Na(+)$ girişi, bir miktar da potasyum ($K(+)$) çıkışı olur. Asetilkolinin sarkoplazmadaki reseptörüne bağlanması **depolarizasyon** ile sonuçlanır. Zar boyunca ilerleyen depolarizasyon ile yakın bölgelerde bulunan voltaj kapılı $Na(+)$ kanallarının açılır ve aksiyon potansiyeli oluşumu sağlanır. Aksiyon potansiyeli, kas lifi membranına yayıldığında T-tübülleri ile kas lifi derinliklerine dağılır ve sarkoplazmik retikulumdan Ca^{2+} salınımını sağlar. Kalsiyum iyonu (Ca^{2+}), troponine bağlanır ve troponin-tropomiyozin birleşkesinin konumunu değiştirir. Bu kompleks, yapı miyozin bağlanma bölgelerini açıkta bırakarak, aktin üzerinde kayar. Ca^{2+} iyonu ATPaz aktivitesini artırır ve ATP'nin hidrolize olup, miyozin başında enerjinin açığa çıkmasını sağlar. Depolanan bu enerji sayesinde miyozin başının aktin miyofilamentlerine doğru kayarak çapraz köprü oluşturmasını sağlar. Böylece Z diskleri birbirine yaklaşır, sarkomer boyu kısalır ve kasılma gerçekleşmiş olur. Sarkomer boyu kısalırsa bile kalın ve ince filamentlerin uzunluğunda bir değişiklik yoktur Kasılma esnasında, A bandının boyunda değişme olmaması, I bandının

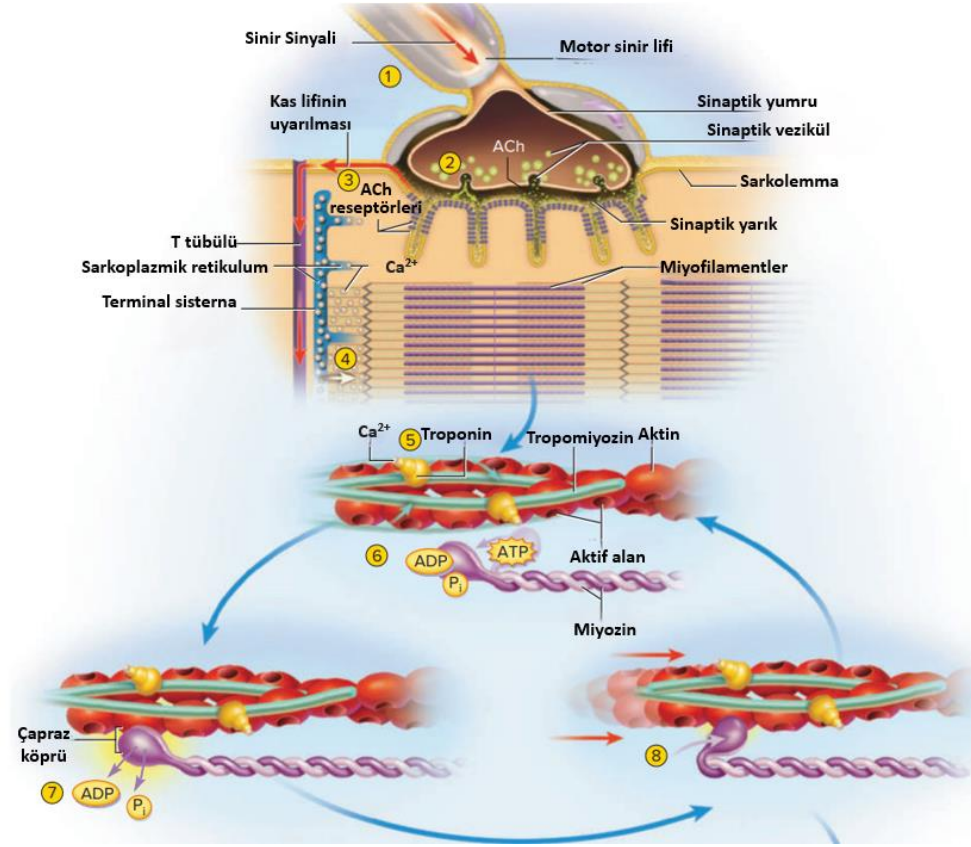
kısalması ince filamentlerin kalın filamentlerin arasında kayması şeklinde olan kasılmaya kayan filamentler teorisi'ne göre kasılma denir (Yazıcıoğlu ve ark., 2020).

2.1.5.2. Kassal Gevşeme

Kas kontraksiyonu Ca^{2+} salınımı sonlanana kadar devam eder. Sinirsel ileti sonlandığında Ca^{2+} SR'a geri pompalanır, Ca^{2+} troponinden ayrılır. Sitoplazmadaki bulunan ATP, kontraksiyondan sonra Ca^{2+} 'un aktive olması ile miyozin başına bağlanır ve miyozin başı aktinden ayrılır. Gevşemenin gerçekleşmesi için ATP ile çalışan kalsiyum pompasının, kalsiyumu tekrar Sarkoplazmik retikulum dışına çıkarması gerekmektedir. Ca ortamdan uzaklaşınca, ATPaz enzim aktivitesi azalır. Aktif iyonların pompalama mekanizması ve geriye doğru olan iyon değişimi ile tekrar yapılanma gerçekleşir. Buna da **repolarizasyon** denir (Yazıcıoğlu ve ark., 2020).



Şekil 2.6. Kayan filamentler teorisi (Powers ve ark., 2018).



Şekil 2.7. Kas kasılmasında kalsiyum ve tropomiyozin bağlantısı (Powers ve ark., 2018).

2.1.6. Kas Kontraksiyon Tipleri

2.1.6.1. İzotonik Kontraksiyon

İzotonik kasılma esnasında kas uzunluğu değişirken, kastaki gerim sabit kalmaktadır. İzotonik kontraksiyon, konsentrik ve eksentrik kontraksiyon olmak üzere iki şekilde gerçekleşir. Konsantrik kasılma sırasında, kasın origo ve insersiyosu birbirine yaklaşır ve kasın boyu kısalır. Eksantrik kasılma sırasında ise, devamlı bir direnç uygulandığında bile origo ve insersiyosu arasındaki uzaklık artıp, kasın boyu uzamaktadır. Bu kasılma sırasında eklem üzerindeki gerilim daha azdır (Yazıcıoğlu ve ark., 2020).

2.1.6.2. İzometrik Kontraksiyon

İzometrik kasılma, kas boyunun sabit kaldığını ve kas tonusunun değişimi ile kuvvet üretiminin olduğu kasılma çeşididir. Kontraksiyon arttıkça kasın boyunda değişim olmadan kasın geriliminde artma olur. Uygulanan dış kuvvet kas gücüne eşit ve ya ondan daha büyüktür (Yazıcıoğlu ve ark., 2020).

2.1.6.3. İzokinetik Kontraksiyon

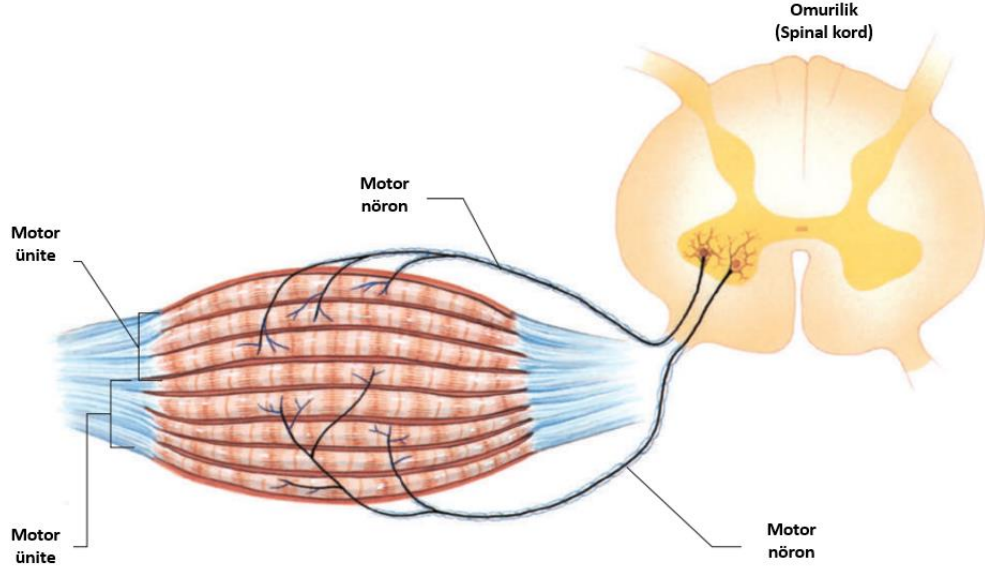
İzokinetik kasılma, sabit bir hızda, hareket açıklığı boyunca maksimum gerilimle kasta kasılma meydana gelmesidir. Uygulanan eksternal direnç değişken ve ayarlanabilir. İzokinetik kontraksiyonlar için özel aletlere ihtiyaç vardır (Yazıcıoğlu ve ark., 2020).

2.1.7. Motor Ünite

2.1.7.1 Motor Ünite Yapısı

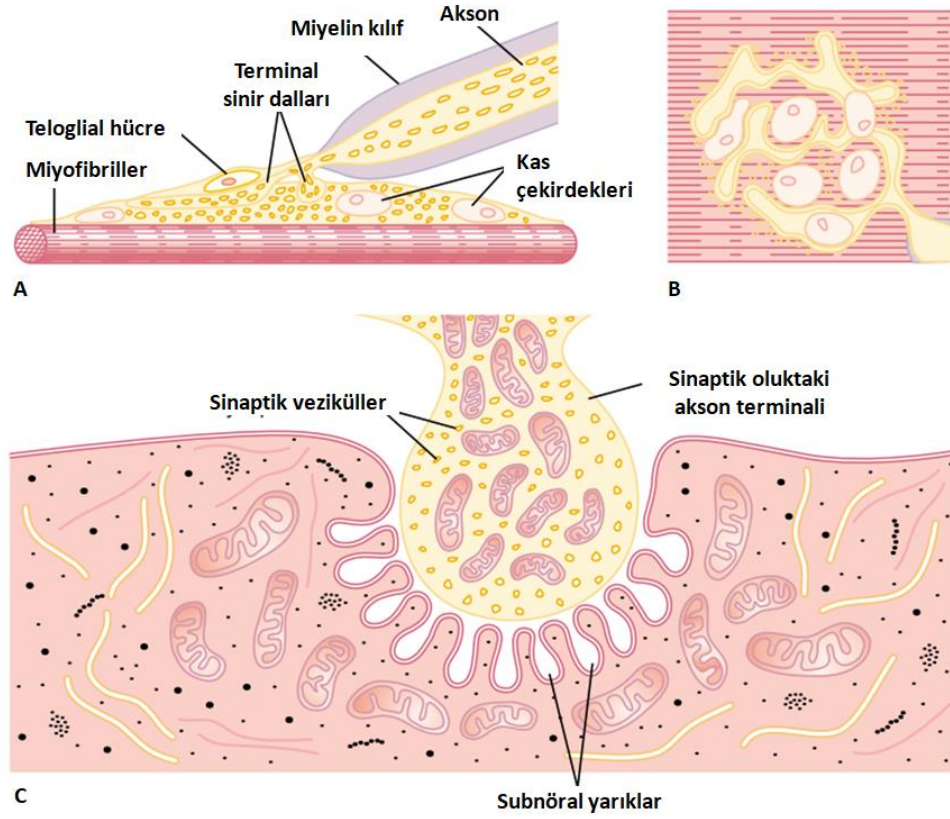
Alt motor nöron sistemi, ön boynuz hücreler, periferik sinirler, nöromusküler sinapslar ve kaslardan oluşmaktadır. Bir motor nöron, aksonu ve innerve ettiği tüm kas liflerinden oluşan fonksiyonel birimin tümüne motor ünite denir. Motor üniteyi, bir motor nöronun hücre gövdesi ve dendritleri, aksonun çoklu dalları, motor nöronun innerve ettiği tüm kas fibrilleri ve nöromüsküler kavşaklar (motor sinir ve kas hücresinin kesiştiği yer) olarak tanımlamak da mümkündür. Medulla spinalisten ayrılan her motor nöron, kas tipine bağlı olmak üzere bir ve ya daha fazla kas lifini kontrol etmektedir. Tek bir motor nöronun uyarılması, ona bağlı tüm kas liflerinin kasılmasını sağlamaktadır. Bir motor ünitenin ortalama büyüklüğü, her kas için farklı innervasyon oranının (kas lifi sayısı: motor akson sayısı) belirlenmesiyle ölçülmektedir. Genel olarak, hızlı reaksiyon veren daha ince hareketleri kontrol eden laringeal kaslar gibi küçük kaslarda her bir motor üniteye az sayıda kas lifi varken, Gastrocnemius, Hamstring gibi büyük kaslarda bir motor üniteye birkaç yüz kas lifi

bulunabilmektedir. Oran, laringeal kaslarda 2:1 ila 3:1 iken; Gastrocnemius için 1,934:1'dir (Guyton, & Hall, 2007; Oh, 2003; Yazıcıoğlu ve ark., 2020).



Şekil 2.8. Bir motor ünite modeli (Powers ve ark., 2018).

İnervasyon sürecinde rol oynayan ön boynuz hücreleri Omuriliğin ventral gri maddesinde bulunurlar. Bu alt motor nöronların aksonları spinal kordtan bir ventral kök yoluyla veya kraniyal sinir yoluyla çıkmakta, uyarıları kaslara taşıyana kadar periferik sinirlerdeki motor lifler şeklinde ilerlemekte ve kas liflerini innerve etmek için geniş çapta dallanmaktadır. Bu aksonlar miyelin ile sarılmakta ve bu miyelin kılıf ile etkin bir şekilde yalıtılmaktadır. Miyelinli motor nöronların aksonları terminal dallara ayrılmaktadır. Bu dalların her biri, bir kas fibrilinin ortasına yakın bir yerde kas fibrili ile motor son plak (sinir kas kavşağı) denilen bir bağlantı yapmaktadır. Taşınan aksiyon potansiyeli motor ünite içindeki kas liflerinin depolarizasyonuna ve aynı zamanda bir MUAP (Motor ünite aksiyon potansiyeli) olarak bilinen elektriksel potansiyeller oluşturmaya neden olmaktadır (Topçu, 2021; Yazıcıoğlu ve ark., 2020).



Şekil 2.9. Motor son plağın çeşitli görüntüleri. A, Son plaktan. B, Son plağın dış görünüşü. C, bir akson terminali ile kas lifi zarı arasındaki birleşim noktasının görüntüsü (Guyton, & Hall, 2007).

2.1.7.2. Motor Ünite Tipleri

Kas liflerinin biyokimyasal yapısı ve morfolojik özellikleri, liflerin bağlı olduğu motor nöronla ilişkilidir. Kas fibril tipini motor nöronun yapısı belirler. Bir kas grubunda her iki kas lif tipi de yer alabilmektedir. Bu durum bir kas grubunda farklı motor ünitelerin bulunmasından kaynaklıdır (Saç, 2016).

Motor üniteleri de tip I, tip IIa ve tip IIb olarak da sınıflandırılmak mümkündür. Motor ünite tiplerini sınıflandırmada kas liflerinin mekanik ve kasılma özellikleri, biyokimyasal özellikleri, aksonların elektrofizyolojik özellikleri, motor nöronun elektriksel özellikleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Tip I motor üniteleri, tip I kas fibrillerine sahiptir. Yavaş kasılan liflerin ürettiği kuvvet, aksiyon potansiyeline cevap olarak yavaşça yükselip ve düşmektedir. Tip I motor ünitelerden oluşan motor nöronlar, düşük sinir iletim hızına ve küçük aksonlara sahiptir. Bu lifler en küçük çapa sahip lifler oldukları için daha az kasılma kuvveti üretirler. Metabolik

olarak yüksek oksidatif fosforilasyon kapasitesine sahip oldukları için oksidatif lifler olarak da adlandırılır. Lifler büyük miktarlarda miyogloblin içeriğine sahip oldukları için kırmızı renktedirler ve kırmızı kas lifi olarak adlandırılırlar. Tip IIa motor üniteleri, tip IIa kas liflerinden oluşur. Bu lifler tip I kas liflerine kıyasla daha hızlı kasılma ve daha hızlı gevşemeye sahiptirler. Lifler daha düşük miyogloblin içeriğine sahip oldukları için tip I liflere göre rengi soluktur. Mitokondri yoğunluğu orta derecededir. Hem oksidatif metabolizmayı hem de glikolizi kullanabildikleri için uzun süreli eforlara dayanıklıdır. Tip I liflere göre kas lifi çapı daha büyük olduğu için daha fazla kasılma kuvveti üretirler. Tip IIb motor üniteleri, tip IIb kas fibrillerinden oluşur. Bu kas lifleri en hızlı kasılmaya ve en hızlı gevşemeye sahiptirler. Kas lifi çapı büyük olduğundan yüksek kasılma kuvveti üretirler. Tip IIb motor üniteleri büyük hücre gövdelerine ve büyük çaplı aksonlara sahiptir. Bu lifler en yüksek miyozin-ATP aktivitesine sahiptirler. Diğer kas liflerine kapiller yoğunluğu az, miyogloblin sayısı düşük olduğu için soluk renklidirler. Tip IIb lifleri düşük mitokondri içerikleri ve yüksek glikolitik metabolik özelliğinden dolayı kısa ve büyük şiddetli kasılmalarda aktiftir (Topçu, 2021; Yazıcıoğlu ve ark., 2020).

2.2. Elektromiyografi

Merkezi sinir sisteminin organizmada iç organlardan veya kaslardan gelen uyarılara cevap verme, denge ve postürün sağlanması, beceri öğrenimi ve istemli hareket kazanımını sağlama gibi bir takım görevleri vardır. Hücreler arası iletişim mikro ya da mili volt elektrik akımları ile sağlanmaktadır. Bu elektrik akımlarının merkezi sinir sistemi ve periferik bölgelerde analiz edilmesi ve yorumlanması insan hayatının birçok alanına dair önemli ipuçları sağlamaktadır. Özellikle egzersiz yapan kişilerde, profesyonel sporcularda, gerek egzersiz sırasında gerekse egzersizin subakut etkilerinin ortaya çıkarılması hususunda elektro-fizyolojik yaklaşımlar önem kazanmaktadır (Cerrah, Ertan, & Soylu, 2010).

Elektromiyografi (EMG), sinir sistemi tarafından kontrol edilen ve kasal aktivasyon sırasında kaslardan gelen toplu elektrik sinyalinin deri üzerine konulan yüzeyel elektrot yardımı ya da iğne elektrotlar aracılığıyla ölçüm işlemi ifade etmektedir. EMG, motor üniteye kas hücrelerinin elektriksel aktivasyonu hakkında

bilgi vermenin yanı sıra; tendonlar üzerine etki eden, kemiklere iletilen yükün üretimi hakkında da bilgi vermektedir. Elektromiyografi yönteminin, yüzeysel EMG (sEMG) ve kas içi EMG (İğne EMG) olmak üzere iki tipi mevcuttur. Yüzeysel EMG’de elektrik sinyalleri non-invaziv elektrotlar tarafından kaydedilirken, kas içi EMG’de invaziv elektrotlar tarafından sinyaller kaydedilmektedir (Chowdhury ve ark., 2013; Saç, 2016).

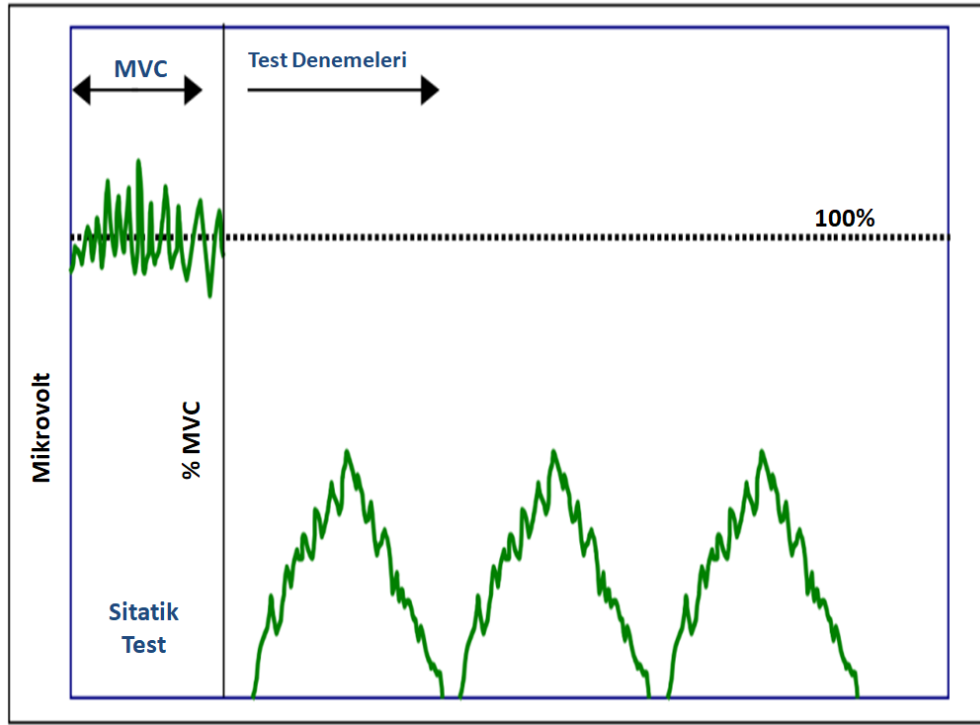
2.2.1. Yüzeysel EMG (sEMG)

Kaslarda elektriksel aktivitelerin boyut ve zamanlaması hakkında bilgi sahibi olmak ve analiz edebilmek için deri üzerine yapıştırılan yüzeysel elektrotlar ile kas aksiyon potansiyellerinin ölçüldüğü EMG türüne yüzeysel elektromiyografi (sEMG) yöntemi adı verilir (Saç, 2016). Son yıllarda yüzeysel elektromiyografi, elektronik, bilgisayar ve biyomedikal alanlarda teknolojinin de gelişmesiyle birlikte nörofizyoloji, beyin cerrahisi, biyomühendislik, rehabilitasyon, biyomekanik, fizik tedavi, spor hekimliği ve spor bilimi alanlarında kullanılmaya başlanmıştır (Clarys, & Cabri, 1993). Elektromiyografik aktivitenin büyüklüğü, nöromüsküler sisteme yönelik zorluğun da o kadar fazla olduğu anlamına gelmektedir (Oliva Lozano, & Muyor, 2020). Bu EMG sinyalleri genel olarak, kasların aktivasyon zamanlarını ölçmek, kasların kasılma ve gevşeme profilleri hakkında bilgi sahibi olmak, kasın meydana getirdiği kuvveti saptamak ve kas kasılmasının yorgunluk düzeylerini analiz etmek, hareket analizi sırasında destekleyici bilgi sağlayabilmek amacıyla kullanılmaktadır (Cerrah ve ark., 2010; Saç, 2016). Bu nedenle kassal aktivasyonun değerlendirilmesi, egzersiz seçimi ve reçete edilmesinde, uygun antrenman programlarının oluşturulmasında, sporcunun gelişiminin takip edilmesinde teknik gelişimlerin değerlendirilmesinde spor bilimcilerine, antrenörlere kolaylık sağlamaktadır. Ayrıca sEMG tek başına ölçüm aracı olarak kullanılmasının yanı sıra kuvvet platformu, izokinetik dinamometre vb. cihazlardan alınan bilgileri destekleyici unsur olarak da kullanılmaktadır. Böylelikle antrenör ve spor bilimcilere farklı antrenman yaklaşımlarını da sunmaktadır (Cerrah ve ark., 2010). Sadece yüzeysel kaslarda kullanılması, kasın küçük bir bölümü hakkında bilgi vermesi, verilerin kaydı sırasında kayıt alınan kasa komşu olan kaslarda sinyallerin alınması

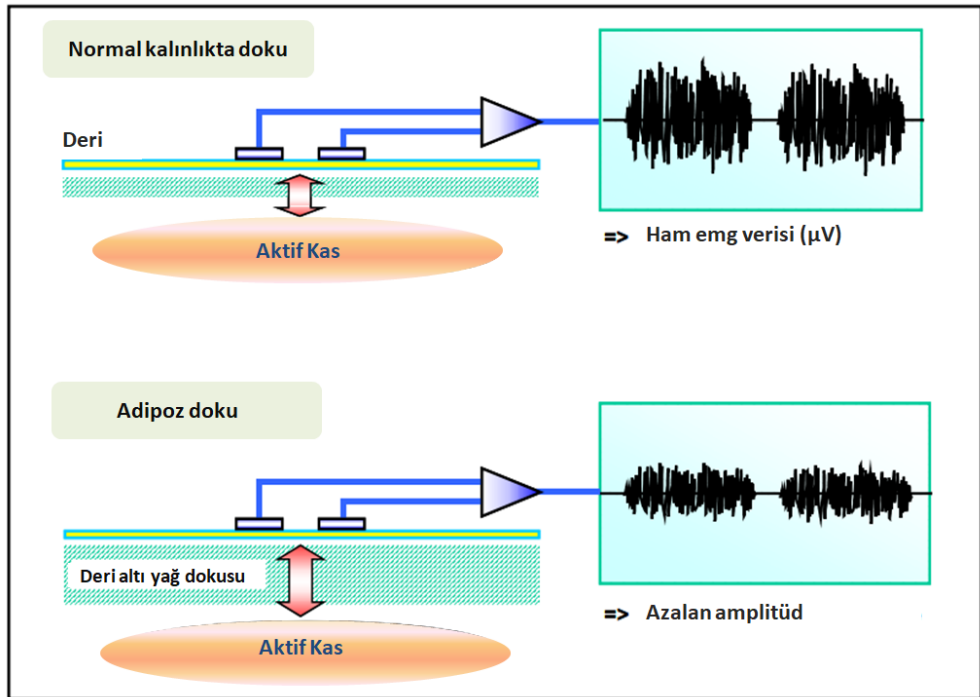
(yanses) durumu sEMG'nin dezavantajlarından. Ayrıca elektrotların vücut üzerinde standart yerleşiminin olmaması, değişik şekil ve boyutta elektrot çeşitlerinin olması kassal aktiviteleri kayıtlarında da bir dezavantaj oluşturmaktadır (Cerrah ve ark., 2010; Eser, 2018).

2.2.2. Elektromiyografik Verilerin Normalizasyonu

Üst üste binen MUAP'leri (Motor birim aksiyon potansiyeli) algılayan, işlenmemiş bir sinyale ham EMG Sinyali denir. Ham sEMG sporcularda +/- 5000 mikrovolt arasında değişebilir ve tipik olarak frekans içerikleri 6 ile 500 Hz arasındadır. EMG ölçümlerinde bu sEMG sinyal genlik verilerini etkileyen birçok fizyolojik, psikolojik ve çevresel faktörler vardır. Kas doku özelliği (tipi, kalınlığı), katılımcıların anlık psikolojik ve fizyolojik durumları, elektrotların seçimi ve kalitesi, dış gürültü gibi etmenler bunlardan bazılarıdır. Bu faktörler neticesinde sinyaller farklı değerler almaktadır. Bu belirsizliğin önüne geçmek için amplitüd verilerin, mikro volttan seçilen referans değerinin yüzdesine yeniden ölçeklendirilip normalleştirmesine gidilmiştir. Literatürde sEMG sinyalleri farklı yöntemler kullanılarak analiz edilmiştir. Genlik normalleştirmesi, EMG eğrilerinin şeklini değiştirmeyip, yalnızca Y eksenini ölçeklemelerini değiştirmektedir. Elektromiyografik verilerin normalizasyonunda sık tercih edilen, en popüler yöntem, maksimum istemli kasılma (MVC)'dir. MVC, bir kasın statik bir dirence karşı uyguladığı maksimum kuvvet esnasındaki elektromiyografik aktivasyonlarının referans değer olarak alınıp, egzersiz sırasında gerçekleşen kas aktivasyonunun bu referans değere oranının yüzde olarak verildiği bir normalleştirme yöntemidir (Konrad, 2005; Topçu, 2021).



Şekil 2.10. MVC normalleştirme kavramı (Konrad, 2005).



Şekil 2.11. Farklı kalınlıktaki doku katmanlarının sEMG sinyallerine etkisi (Konrad, 2005).

MVC testi, egzersizlerden önce incelenen her kas için ayrı ayrı yapılmalıdır. Maksimum bir innervasyon üretmek için uygun pozisyon belirlenmeli, ilgili tüm segmentler iyi bir şekilde sabitlenmeli ve başka kas grupları tarafından hareket kompanse edilmemelidir. Alt ve üst ekstremité kasları için tipik olarak izole edilmiş tek eklemlî hareketler, eklem hareket aralığı (ROM) içinde orta konumlarda statik olarak sabitlenip ve dirence karşı maksimum kontrakte edildiğinde en iyi sonucu verirken; gövde kasları için kas zincirini innerve eden egzersizler en iyi sonucu vermektedir. MVC normalleştirilmiş verileri kasların hangi kapasite düzeyinde çalıştığını, bir egzersiz için ihtiyaç duyulan nöromusküler çabanın ne kadar olduğunu anlamamıza fayda sağlar. MVC normalizasyonunun diğer büyük yararı ise bir çalışmadaki tüm katılımcılar için benzersiz ve standart hale getirilmiş bir referans değerin yüzdesine yeniden ölçeklendirmedir. Böylece yerel sinyal algılama koşullarının değişen etkilerini ortadan kaldırılır ve bu yine katılımcılar arasında EMG bulgularının doğrudan kantitatif karşılaştırmasına izin verir (Konrad, 2005; Topçu, 2021).

2.3. Yüzme Sporü

Yüzme rekabete dayalı bir spor olarak, dünya çapında popüleritesi yüksektir. 1896'daki ilk modern Olimpiyat Oyunlarından bu yana Olimpik programın bir parçası olmuştur (Fone & van den Tillaar, 2022).

Yüzme, bireyin su içerisinde belirli bir mesafeyi katetebilmesi için yaptığı anlamlı ve düzenli hareketlerin tamamı olarak nitelendirilirken, sportif anlamda yüzme, sporcunun su içerisinde belirli bir mesafeyi en kısa sürede tamamlama becerisidir. Yüzmede diğer branşlara nazaran sakatlık riski minimum düzeydedir. Aynı zamanda dayanıklılık, esneklik gibi motorik özelliklerin de gelişimine destek vermektedir (Günay, 2007).

Yüzme, diğer spor branşlarına göre farklı olarak su içinde ve horizontal pozisyonda yapılmaktadır. Suyun özellikleri, yoğunluğu, ısı faktörü organizmada farklı etkiler yaratmaktadır. Suyun solunum sistemi üzerine baskılayıcı etkisi ile solunum güçleşmektedir. Ayrıca organizma ısısı düşük fakat ısı alışverişı yüksek olan ortamda sürekli hareket halinde olduğu için fazla enerji harcamaktadır. Bu

nedenle uygulanacak antrenmanların niteliği, yüzme branşına uygun kas ve eklemleri aktive edecek nitelikte olması önemlidir (Koparan,1998).

Yüzme, serbest, sırtüstü, kelebek, kurbağalama olmak üzere dört stilden, kısa mesafe (50m.,100m.), orta mesafe (200m.,400m.), uzun mesafe (800 m.,1500 m.) olarak da üç mesafe bölümünden oluşmaktadır (Tüzen, Müniroğlu, & Tanılkan, 2005). Bu dört stil, kendi içerisinde vücut ve başın pozisyonu, kol itiş ve çekişi, ayak vuruşu, kol-bacak zamanlaması, nefes alma ve koordinasyon açısından farklılık göstermektedir (Ekmekci, 2020).

2.3.2. Yüzmede Antrenman

Yüzmede, kuvvet, kas gücü, teknik beceri, koordinasyon, ritim, koordinasyon, esneklik, aerobik ve anaerobik dayanıklılık gibi bir çok faktör performansın önemli belirleyicilerindendir (Trappe, & Pearson, 1994; Tüzen ve ark., 2005).

Sporcunun sportif performansını üst düzeylere taşıyabilmesi için sistemli ve bilimsel yöntemli antrenman planlaması oldukça önemlidir. Yüzmede, performans gelişimi için sezon içi çalışmaların parçalara ayrılmasına ise periyotlama denir. Temel teknik çalışmalar, antrenman mesafeleri ve yoğunlukları, kara, sürat, temel dayanıklılık antrenmanların miktarı ve sıklığı, sporcuların motivasyonunu artırıcı çalışmalar, hazırlık ve müsabaka dönemi antrenmanları için yapılacak olan çalışmaların miktarı ve sıklığı yıllık planlamalarda yer alan programlardır. Antrenman ve periyotların her bölümü yüzmede performansın farklı yönleri üzerinde durmakta ve farklı yönlerdeki gelişime odaklanmaktadır. Yarışılacak yüzme mesafeleri, yüzme stilleri ve ihtiyaca göre antrenman programları farklılık göstermektedir (Saygı, 2022).

2.3.2.1. Yüzmede Kara Antrenmanları

Yüzme branşında su dışında yapılan çalışmalar kara antrenmanı olarak adlandırılmaktadır. Dry-land adı verilen kara antrenmanları yüzücüler için antrenman programının ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir (Martens, Einarsson, Schnizer,

Staes, & Daly, 2011; Strass, 1988). Yüzme performansını arttırmak ve sportif verime ulaşılabilmesi için spora özgü su içi antrenmanlarla birlikte kara antrenman çalışmalarının da geliştirilmesi ve çeşitlendirilmesi oldukça önemlidir (Hermosilla, ve ark., 2021). Elit düzeydeki yüzücülerin antrenmanlarının yaklaşık %30'unu kara antrenmanları oluşturmaktadır. Uluslararası müsabakalarda yarışacak olan performans yüzücülerin haftada 8-12 birim yüzme antrenmanına ek olarak 3-5 birim kara antrenmanı yapmaları gerektiği vurgulanmaktadır (Uçak, 2019).

Kara çalışmaları maksimal kuvvet, çabuk kuvvet, patlayıcı kuvvet, genel ve özel kuvvet, sürat, dayanıklılık esneklik gibi motorik becerileri geliştirmeye yönelik egzersizleri kapsamaktadır (Koparan, 2008; Selçuk, 2013). Kara antrenmanlarının temel amacı sporcunun yaşı, cinsiyeti, yüzme stili gibi bireysel özellikleri göz önünde bulundurarak gerekli kas ve kas gruplarının kuvvetini geliştirmek, kassal dayanıklılığı arttırmak, güç ve hız kazanmayı sağlamak, yüzücünün su içindeki etkinliğini arttırmak ve sporcuların yaralanma riskini azaltmaktır (Crowley, Harrison, & Lyons, 2018; Koparan, 1998). Kara antrenmanlarında bu etmenlere bağlı olarak kuvvet, kondisyon, sıçrama çalışmaları, dayanıklılık, plyometrik ve core antrenmanları gibi farklı antrenman yöntemleri yer almaktadır (Hermosilla ve ark., 2021). Egzersiz lastiği, bosu topu, TRX, pilates topu, yüzmeye özgü olarak geliştirilmiş vasa trainer gibi ekipmanlar kara çalışmalarında sıklıkla kullanılmaktadır (Uçak, 2019).

Kara antrenmanlarına başlama konusunda farklı görüşler mevcuttur. Ortak görüş, teknik eğitimi tamamlanmış yüzücülerin kara antrenmanlarına başlaması yönündedir. 9 ile 10 yaş aralığı başlama yaşı olarak idealdir. Bu yaş grubundaki sporcular için, kendi vücut ağırlığı ile gerçekleştirilen çalışmalar, yüklenme yoğunluğu %50'yi geçmeyecek lastik vb. malzemelerle yapılan egzersizler, kara antrenmanlarında uygulanabilmektedir (Günay, 2007). Amaca uygun, doğru bir biçimde planlanıp, uygulanan kara antrenmanları yüzücüler üzerinde olumlu sonuçlar doğurmaktadır. Yüzücünün yarışma şartlarına uyum özelliğini geliştirmek, yaralanma riskini azaltmak, antrenmanların daha verimli ve kaliteli yapılmasına imkân sağlamak gibi etkileri söz konusudur (Uçak, 2019). Amaca yönelik doğru bir biçimde planlanmayan kara antrenmanları ise sporcuda performans düşüklüğüne sebep olmaktadır. Yüzücü için az ihtiyaç duyulan kasların yüklü miktarda

geliştirilmesi, yüzücüye yük olup ve fazla enerji kullanmasına sebep olmaktadır (Yiğit, 2019). Literatürde kara antrenmanlarının dahil olduğu çalışmalarda yüzücülerde sprint performanslarının üzerinde olumlu etkileri olduğu, ayrıca yapılan direnç antrenmanlarına bağlı kuvvet artışının yüzme performansına önemli katkı sağladığı bildirilmiştir (Crowley ve ark 2017; Sadowski, Mastalerz, Gromisz, & NiŹnikowski, 2012). Özellikle kısa mesafe yüzücülerine uygulanan kuvvet antrenmanı içerikli kara çalışmaları ile yüzme hızlarında artış olduğu yapılan çalışmalarla tespit edilmiştir.

2.3.2.1.1. Kara Antrenmanlarında Kuvvet Çalışması

Yüzme zamana karşı yapılan metrik bir spor olduğundan, kuvvet yeteneği yüzücüler için önem taşımaktadır. Yüzücüler akıcı bir şekilde suda ilerlemek için suyun meydana getirdiği pasif direncini yenmelidir (Uçak, 2019). Kuvvet antrenmanları yüzmede gövde stabilitesini ve vücut kas grupları arasındaki koordinasyonu geliştirerek, minimum sürtünme ile itiş kuvvetini maksimum seviyeye getirmeyi sağlamaktadır (Yiğit, 2019).

Yüzmede kuvvet hem karada hem de suda yapılan çalışmalarla kazanılabilmektedir. Özellikle kara antrenmanlarında, yüzme performansını iyileştirmek için kuvvet antrenmanı sıkça kullanılmaktadır. Kara çalışmalarında kuvvet kazanımı için çeşitli metotlar kullanılmaktadır. Kendi vücut ağırlığıyla yapılan çalışmalar, serbest ağırlık çalışmaları, egzersiz bandı çalışmaları, yüzmeye özel dizayn edilmiş vasa trainerlar, core çalışmaları ile kuvvet kazanımı için uygulanan çeşitli metotlardandır (Uçak, 2019).

Yüzmede dönüş, çıkış, giriş süreleri performansı büyük ölçüde etkileyebilecek anahtar parametrelerdir. Dönüş süreleri 100 m yarışmalarında toplam yarış süresinin %19-20'sine, 1500 serbest stilde %36'sına katkı sağlamaktadır. Literatürde yapılan çalışmalar doğrultusunda, kısa bir duvar teması periyodunun, duvara uygulanan tepe kuvvetinin artışına bağlı olarak dönüş sürelerinin azaldığı saptanmış ve kuvvet antrenmanlarının yüzme dönüş performansını iyileştireceğini sonucuna varılmıştır. Daha yüksek kuvvet ve hız zirveleri, daha iyi dönüş performanslarıyla ilişkilendirilmiştir. Düşük hacimli (düşük set ve tekrar sayısı) ve

yüksek yoğunluklu (yüksek hız/kuvvet) kuvvet antrenman programları, yüksek hacimli ve düşük yoğunluklu programlara göre daha fazla kuvvet ve nöromüsküler iyileşme sağlamıştır. %85 ila %100 RM arasındaki yüksek yoğunluklarda çalışma, duvarla temas aşamasında oluşan kuvvet ve güce olumlu etki yapmış ve süreyi 5 m'ye düşürmüştür. Yoğunluk %80-90'e azaldığında dürtüde sadece hafif bir iyileşme olmuştur. Maksimuma yakın ve maksimum yüklerde yapılan kuvvet antrenmanı, yüzme dönüş performansını iyileştirmek için en etkili antrenman yoğunlukları gibi görünmektedir. Bu nedenle hem yüzücü hem antrenör için kuvvet önemli bir yer tutmaktadır (Hermosilla ve ark., 2021). İyi bir planlanmayla antrenmanlara dahil edilen kara antrenmanlarındaki kuvvet çalışmaları, yüzme performansının geliştirilmesinde katkı sağlayacaktır.

2.4. Core Kavramı

Core İngilizce kökenli bir kelimedir. Kelime anlamı olarak “çekirdek, merkez” şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Literatürde bir çok farklı tanımlama mevcuttur. Akuthota, & Nadler (2004), vücudun stabilizasyonuna katkı sağladığı ve proksimal segmentlerden distal segmentlere kuvvet aktarımının geçiş noktası olarak kabul ettiği için core bölgesini “güç evi, güç merkezi” olarak tanımlarken, Behm, Drinkwater, Willardson, & Cowley (2010), core bölgesini eksenel iskelet (pelvik kuşak, omuz kuşağı, göğüs kafesi, vertebral kolon), yumuşak dokular (bağlar, kıkırdak, tendonlar) ve hareketi sağlayan aktif kasları kapsayan bölge olarak tanımlamıştır. Başka bir tanımlamaya göre, vücudun merkez bölgesi olarak anılan bu bölge, abdominal, paraspinal ve gluteal kasların stabilizasyonunda rol oynadığı için lumbopelvik bölge olarak da bilinmektedir (Egesoy, Alptekin, & Yapıcı, 2018).

Core iskelet yapısı, vücudun yapısal çerçevesini oluşturmaktadır. Tıpkı bir kaldıraç sistemi gibi, hareketin oluşmasını ve kontrol edilmesini sağlamaktadır. Sağ ve sol koksall kemikler ile sakrumdan oluşan pelvis, sakroiliak eklemler ile gövdeye, alt ekstremiteler ise kalça eklemi ile pelvise bağlıdır. Alt ekstremitelerden üst ekstremitelere tork ve açısal hız bu bağlantı yeri ile aktarılmaktadır. Core hareketleri ile vertebraların arasındaki faset eklemlerde, bağlardan ve intervertebral disklerden pasif direnç olmadan her düzlemde yaklaşık 1-2 derece hareket oluşumu sağlanır. Bu

hareket nötral bölge olarak anılmaktadır. Dış yükler altında bu nötral bölgedeki lomber omurganın ve postürün korunması ile omurga stabilizasyonu sağlanmaktadır. Lomber omurga nötral pozisyonda iken paraspinal kaslar stabiliteyi sağlar. Fakat lomber omurga fleksiyon postüründe olduğunda omurga ekstansör kasları hareketi engelleyip stabilite desteğini meydana getirmeye çalışır bu da bölgede yaralanma riskinin artırır. Pasif dokuların stabilize etme yeteneği sınırlı olduğundan, omurga stabilizasyonunun etkili bir şekilde sağlanması için core kaslarının harekete geçirilmesi gerekmektedir (Cingöz, 2021).

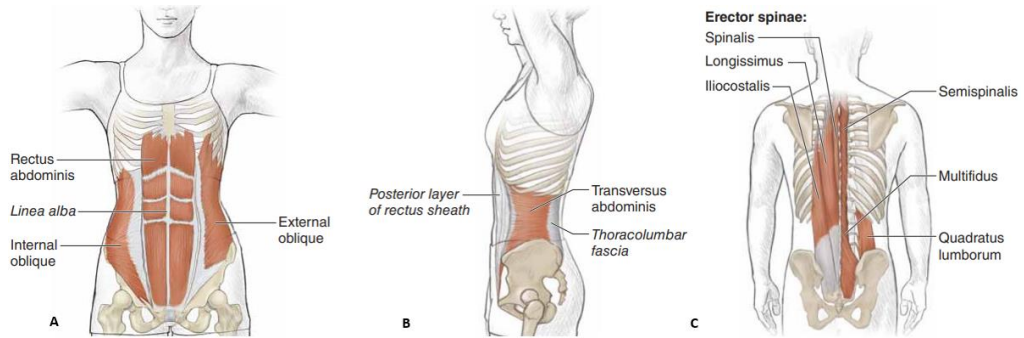
2.4.1. Core Bölgesi Anatomisi ve Kasları

Core kas sistemi, önde abdominal kaslar, arkada paraspinal ve gluteal kaslar, üstte diyafram, altta pelvik taban ve kalça kuşağı kaslarından meydana gelen, fonksiyonel hareketler sırasında omurga, pelvis ve kinetik zincirin stabilitesini sağlayan, lumbopelvik-kalça kompleksini destekleyen 29 farklı kastan oluşmaktadır (Fredericson, & Moore, 2005). Literatürde core kaslarının birçok farklı sınıflaması mevcuttur. Bergmark (1989), core kaslarını global ve lokal kaslar olarak ikiye ayırmıştır. Yüzeyde dış tabakada hareketten ve güç üretiminden sorumlu olan global (genel) kaslar bulunurken, daha derinde stabilizasyon ve propriyosepsiyondan sorumlu lokal kaslar bulunur (Fredericson, & Moore, 2005). Global kas sisteminin, hızlı kasılan kas liflerinden oluşması, kasların uzun ve büyük olması, yüksek miktarda güç üretimini ve omurganın büyük hareketlerinin meydana gelmesini sağlamaktadır. Böylelikle global kaslar omurgadaki dış kuvvetleri kontrol edip ve lokal kaslar üzerindeki gerilimi azaltmaktadır. M.Psoas posterior lifleri hariç origosu ve insersiyosu omurda olan tüm kaslar lokal sisteme ait olarak tanımlanmaktadır. Psoas kasının anterior lifleri, mekanik rolü (kalça eklemlerinin fleksörü) olduğu için lokal sisteme dahil değildir. Lokal kaslar yavaş kasılan liflerden oluşur ve uzunlukları kısadır. Lokal kas sistemi, spinal segmentlerin dönme merkezine daha yakındır ve daha kısa kas uzunlukları ile segmentler arası hareketi kontrol etme, omurgaya etki eden kuvvetleri dengeleme, omurga stabilitesini koruma gibi görevleri vardır (Bergmark, 1989). Gövdeden alt ve üst ekstremiteye kuvvet transferini sağlayan core kasları da mevcuttur. Bu nedenle core kaslarını global core

stabilizatörler, lokal core stabilizatörler, üst ve alt ekstremité transfer kasları olmak üzere üç genel sınıflandırma ile ayırmak mümkündür (Cingöz, 2021).

Lokal Kaslar (Stabilizasyon Sistemi)		Global Kaslar (Hareket Sistemi)
Birincil Kaslar	İkincil Kaslar	
M. Transversus abdominis M. Multifidus spinae	M. Obliquus Internus Abdominis M. Obliquus Externus Abdominis'e ait medial fibriller Diafragma M. İntrapelvic forum area M. İntertransversarii M. İnterspinales M. İliocostalis lumborum M. Iognissimus lumborum	M. Erector spinae M. Rectus abdominis M. Obliquus Externus Abdominis M. Qadratus lumborum (lateral kısımları) M. Psoas Major M. İliocostalis thoracis

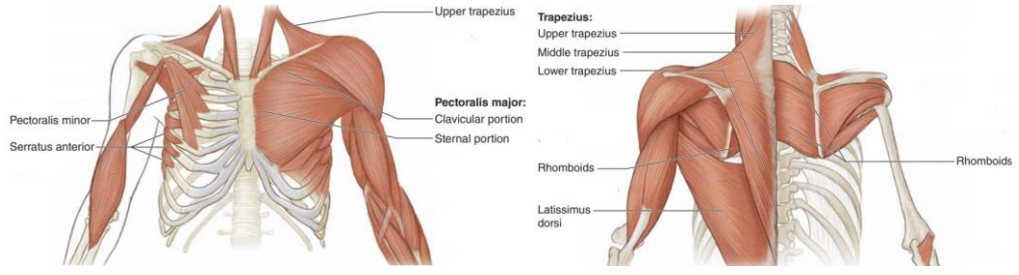
Şekil 2.12. Core Bölgesi Kasları (Bergmark, 1989).



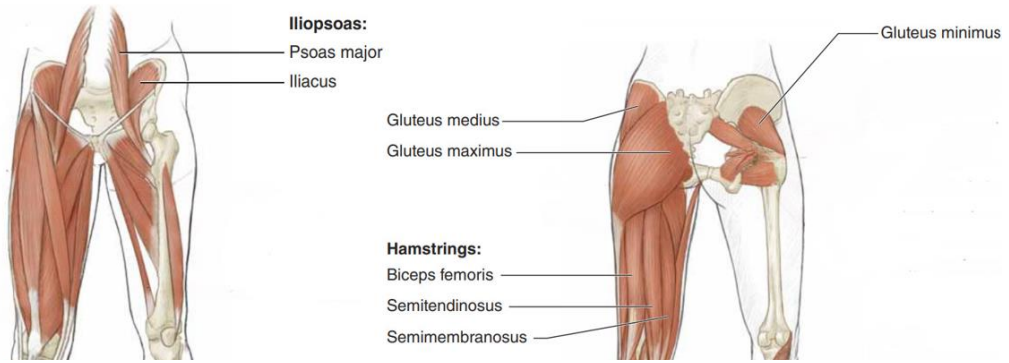
Şekil 2.13. Core bölgesi kaslarının görünüşü. A ve B, Abdominal kasların anterior ve yandan, C, spinal ekstansörlerin ve M. Quadratus Lumborum'un posteriordan görünümü (Isacowitz, & Clippinger, 2011).

Üst Ekstremité Core Transfer Kasları	Alt Ekstremité Core Transfer Kasları
M. Pectoralis major M. Latissimus dorsi M. Pectoralis minör M. Serratus anterior M. Rhomboid M. Trapezius	M. İliopsoas (M. İliopsoas majör, M. İliopsoas minör, M. Iliacus) M. Gluteus maximus M. Hamstring M. Gluteus medius M. Gluteus minimus

Şekil 2.14. Üst ekstremité ve alt ekstremité core transfer kasları (Cingöz, 2021).



Şekil 2.15. Üst ekstremité core transfer kas gruplarının önden ve arkadan görünümü (Isacowitz, & Clippinger, 2011).



Şekil 2.16. Alt ekstremité core transfer kas gruplarının önden ve arkadan görünümü (Isacowitz, & Clippinger, 2011).

Core kaslarını vücuttaki konumuna göre inceleyecek olursak, karın bölgesinde, rectus abdominis, transversus abdominis, internal ve external oblique kasları, sırt bölgesinde; erector spinae kas grubu (external intercostalis, quadratus lumborum, iliocostalis lumborum, iliocostalis dorsi, longissimus dorsi, multifidus), trapezius, latissimus dorsi, rhomboideus, kalça bölgesinde; gluteus maximus, gluteus medius ve gluteus minimus, iliopsoas kasları yer almaktadır (Cingöz, 2021).

2.4.2. Core Stabilizasyonu, Kuvveti ve Dayanıklılığı

1980'lerin başından beri core stabilitesi ve core kuvveti bir çok çalışmaya konu olmuştur. Core kuvvet, core stabilite ve core dayanıklılık kavramları birbiriyle ilişkili fakat birbirinden farklı fizyolojik değişimler, performans çıktıları oluşturmaları ve kullanım şekilleri göre farklılık göstermektedir. Rehabilitasyon, tedavi amaçlı kullanımlarda, atletik performansı arttırmaya yönelik kullanımlara göre daha statik,

daha düşük şiddetli, spinal yükün kontrolünü vurgulayan core stabilizasyon egzersizleri tercih edilirken, spor sektöründe, sıklıkla dinamik, yüksek ve uzun süreli kas aktivasyonunu sağlamaya yönelik core kuvvet, core dayanıklılık egzersizleri seçilmektedir (Hibbs, Thompson, French, Wrigley, & Spears, 2008; Savaş, Gülşen Eşkil, Türkmen, Yılmaz, & Fakazlı, 2020).

Core stabilizasyonu, bireyin gövde stabilizasyonu yoluyla elde edilmekte olup, entegre bir kinetik aktivite sırasında vücudun pozisyon ve hareketlerinin en uygun biçimde üretilmesi için kuvvet ve enerjinin merkezden ekstremitelere aktararak, omurganın anatomik denge sınırlarında tutma kapasitesi olarak açıklanmaktadır (Okada, Huxel, & Nesser, 2011; Panjabi, 1992). Kibler, Press, & Sciascia (2006), stabilizeyi “gövdenin pozisyonunu ve hareketini gövde üzerinde kontrol etme yeteneği” olarak tanımlamıştır. Omurga stabilitesi, aynı zamanda merkezi sinir sistemini uyaran, geri bildirim sağlayan ve hareketin iyileştirilmesine izin veren duyuşal girdiye de bağlıdır. Omurga stabilize sistemi, nöromuskuler kontrol, pasif alt sistem (kemik ve bağ), aktif alt sistem (lokal ve global kas grupları) oluşmaktadır (Akuthota, Ferreiro, Moore, & Fredericson, 2008).

Core kuvveti, fonksiyonel stabilizeyi korumak için omurga çevresindeki bir kas veya kas grubunun kontrollü güç üretimi olarak tanımlanmıştır (Akuthota, & Nadler, 2004). Core antrenmanları, kuvvet artışına bağlı olarak sporcunun nöromuskuler kontrol ve postural hizalamasına katkı sağlamakta, eklem stabilizasyonunda olumlu etkiler yaratmaktadır (Atkins ve ark., 2015; Björk, 2018; Karpiński ve ark., 2020). Ayrıca sporcuların müsabaka esnasında vücut hareketlerini daha iyi kontrol etmelerine, enerji tasarrufu yapmalarına, yaralanma oranlarını düşürmelerine, yorgunluğu gidermelerine olumlu etkileri mevcuttur (Cavaggioni, Ongaro, Zannin, Iaia, & Alberti, 2015).

Core Dayanıklılık: Akuthota, & Nadler (2004), core dayanıklılığını fonksiyonel stabilizeyi korumak için, omurga çevresindeki kassal kontrolün devam ettirilmesi olarak ifade ederken; Dendas (2010), core dayanıklılığını lumbo-pelvik-gluteal bölge kaslarının kontraksiyonunu belirli bir süre sürdürmesi, belirli bir süre tekrarlı kontraksiyonlar oluşturması olarak tanımlamıştır. Knapik, Mawdsley, & Ramos (1983), core dayanıklılığını kassal kuvvetten daha çok omurga

stabilizasyonda etkili olduğu belirtip nedenini de lokal core stabilizatörlerinin lomber omurgayı stabilize etme yeteneğine bağlamışlardır.

2.4.3. Core Antrenman

Core antrenmanı kişinin kendi vücut ağırlığı ya da yardımcı ekipmanlarla uyguladıkları, vücut merkez kaslarına odaklanan, vücudu stabilizasyonunu sağlayan derin kasların ve hareket üretiminden sorumlu olan yüzeyel kasların güçlendirilip, vücut dengesini korumayı ve geliştirmeyi amaçlayan sistematik egzersizler olarak tanımlanabilmektedir (Hermosilla ve ark., 2021; Savaş ve ark., 2020).

Core antrenmanı son yıllarda büyük ilgi görmüş, atletik performansın temel bir bileşeni haline gelmiştir. Bir çok spor uzmanı tarafından antrenman periyotlarının önemli bir parçası olmuştur (Dendas, 2010; Luo ve ark., 2023; Riewald, 2003). Literatürdeki çalışmalarda, core antrenmanlarının vücudun denge ve kontrolünü geliştirdiği, dayanıklılık ve kuvvet artışına bağlı olarak sportif performansa katkı sağladığına yönelik bir takım sonuçlar bulunmuştur (Aggarwal, Kumar, & Kumar, 2010; Dastmanesh, Shojaedin, & Eskandari, 2012; Ozmen, & Aydogmus, 2016). Güçlü ve stabil bir core bölgesi sporcuya daha fazla yüklenme olanağı vermenin yanında vücudun kontrol ve dengesini geliştirip, teknik hareketlerin daha verimli ve iyi sergilenmesini sağlamaktadır. Böylelikle hem atletik performansın geliştirilmesinde hem de rehabilitasyon sürecinin koruma fazında sporcuya faydalı olmaktadır. Böylelikle kuvvet ve stabilitesi artan kas grupları varlığında sporcu yaralanmaları azalmış olur. Core çalışmaları, vücut dengesine katkı sağladığı gibi hareketler arasındaki geçiş verimliliğini artırmakta, sporcuların sportif faaliyetlerde hareketleri daha akıcı ve ekonomik yapmalarına olanak sağlamaktadır (Egesoy ve ark., 2018).

Core çalışmaları kişinin kendi vücut ağırlığıyla yapılacağı gibi farklı denge ekipmanlarının kullanımıyla da yapılabilir. Bosu, pilates topu, egzersiz lastikleri, TRX kayışı gibi materyaller core egzersizlerinin farklı yüzeylerde uygulanmasına izin vermektedir. Sabit ve sabit olmayan yüzeylerde yapılan core egzersizleri farklı oranda kas aktivasyonu ile sonuçlanmaktadır. Sabit zemine kıyasla hareketli zemin üzerinde uygulanan core egzersizlerinde kasın gerilim süresi uzun,

hareketin hızı düşüktür. Böylelikle aynı egzersizin farklı yüzeylerde uygulanması, kasların farklı oranda kuvvet üretmesine olanak sağlamaktadır (Egesoy ve ark., 2018). Literatürdeki bir çok çalışmada, sabit olmayan bir yüzeyde yapılan core antrenmanları proprioseptif talepleri arttırmış ve sabit bir yüzeye göre daha fazla core kas aktivasyonu ile sonuçlanmıştır (Escamilla ark., 2010; Marshall, & Murphy, 2005; Saeterbakken ve ark., 2019; Snarr ve ark., 2013; Sternlicht, Rugg, Fujii, Tomomitsu, & Seki, 2007).

2.4.4. Core Egzersiz Programlaması

Core egzersizleri, sistematik, progresif, doğru planlandığı takdirde amacına uygun, bir antrenman metodu olarak karşımıza çıkmaktadır. Core antrenman programında, egzersiz uygulayıcısı, hareket düzlemini, hareket açıklığını, yardımcı ekipmanları (sağlık topu, bosu topu, TRX vb.), egzersiz yoğunluğunu, set ve tekrar miktarını, kişiye ve egzersiz seviyesine uygun olarak değiştirmelidir. Core çalışmalarını tasarlarken;

1. Core egzersiz reçetesi, antrenmanın aşamasına ve sporcunun sağlık durumuna göre değişmelidir.
2. Basitten zora doğru bir sıralama yapılması önerilmektedir.
3. Başlangıç, orta ve ileri seviyelerdeki egzersizlerin seçimi, tekrar ve set sayıları, dinlenme aralıkları çok dikkatli planlanmalıdır. Sporcu egzersizi doğru yaptığı takdirde zorluk derecesine göre tekrar sayısı artırılmalı ya da azaltılmalıdır.
4. Core egzersizlerinin, statik ve dinamik ortamda lumbo-pelvik-gluteal stabilitenin geliştirilmesine yönelik planlanması önerilmektedir.
5. Kişiye uygun proprioseptif olarak zenginleştirilmiş egzersizler seçilmelidir.
6. Egzersizlerde hareketin niteliği, nicelikten çok vurgulanmalıdır (Jones, 2013; Willardson, 2007).

Core antrenman programları tasarlanırken stabilizasyon, kuvvet ve güç gelişimleri hedeflenmeli ve belli amaçlar doğrultusunda sistematik olarak ilerlenmelidir. Nöromüsküler verimliliği ve intervertebral stabiliteyi geliştirmek için tasarlanan core stabilizasyon aşaması tamamlandıktan sonra omurganın daha

dinamik eksantrik ve eş merkezli hareketlerinin dahil edildiği core kuvvet aşaması, daha sonra bireyi dinamik olarak stabilize etmeye ve daha işlevsel olarak uygulanabilir hızlarda kuvvet oluşturmaya hazırlayan core güç aşamasına geçilmelidir (Jones, 2013).

Core çalışmasında, sporcunun düzeyine uygun zorluk derecesine sahip, seçilmiş 6-12 egzersizin, 8-20 tekrar sayısı 2-3 set ve haftada da 2-3 kez uygulanması önerilmektedir. Hareketin tam ve doğru yapılmasının ardından tekrar ve set sayılarının arttırılması tavsiye edilmektedir. İnstabil ortamda yapılan core egzersizleri, düşük yüklenme, uzun gerilim süresi ve düşük hız şeklinde planlanmalıdır (Jones, 2013; Willardson, 2007).

2.4.5. Core ve Yüzme

Core bölgesi, yer teması gerektirmeyen yüzme gibi sporlarda gelen kuvveti yönlendirmek için tüm hareketlerin referans noktasıdır (Fig, 2005). Sabit olmayan bir ortamda yüzüstü veya sırtüstü yönelimlerle aerodinamik bir pozisyonun korunmasında statik ve dinamik core stabilitesi oldukça önemlidir. Statik ve dinamik core stabilitesi, core bölgesi fonksiyonel duruşun temel bileşenini oluştururken, nöromüsküler kontrol ve postüral hizalanmanın da temel bir sonucudur (Atkins ve ark., 2015). Core antrenmanlarıyla yüzücülerde vücut kontrol yeteneği artmakta ve buna bağlı olarak sakatlanma riski minimum seviyelere inmektedir (Saygı, 2022). Güçlü bir core bölgesi üst ve alt ekstremiteye daha fazla enerjinin aktarılmasını sağlamaktadır. Böylelikle enerjinin dışarı sızması engellenmekte, kollar ve bacaklarda daha fazla itme ve çekme gücü ile sonuçlanmaktadır. Yüzmede kalça ve omzun rotasyonel hareketi esnasında core bölgesi güç üretmede oldukça etkilidir. Serape etkisi olarak da bilinen, core kaslarının bir bütün olarak diyagonal hareketi bu güce olanak sağlamaktadır. Bu etkiyi yaratan kaslar M. Rhomboideus, M. Serratus anterior, M. External Oblique ve M. İnternal Oblique'dir. Bu kaslar, core bölgesinin verimli bir şekilde güçlü dönme hareketi üretmesini sağlamaktadır. Güçlü rotasyonel hareket ile yüzücünün vuruş gücü ve hızında artış meydana gelmektedir (Fig, 2005). Core kasları, doğrusal sapmaları önleyip akıcı bir pozisyonun korunmasına yardımcı olmaktadır (Hermosilla ve ark., 2021). Düzgün duruş, postural hizalama gibi

etmenler korunmazsa, direnç kuvvetleri artacak, eklemlerin stabilizasyonu bozulacak, kuvvet aktarımındaki yetersizlikten dolayı verimsiz bir vuruşa sebep olacaktır (Björk, 2018; Karpiński ve ark., 2020). Core kuvvet artışı hem antrenman hem de yarış dönemi boyunca verimli tekniği sürdürme yeteneğini geliştirecektir (Fig, 2005). Literatürdeki çalışmalarda; yüzücülere uygulanan core kuvvet antrenmanlarının suda düzgün duruşu geliştirdiği, denge ve postural kontrolü sağladığına yönelik bir takım sonuçlar bulunmuştur. (Aggarwal ve ark., 2010; Atkins ve ark., 2015; Dastmanesh ve ark., 2012; Ozmen, & Aydogmus, 2016). Bu çıktılar doğrultusunda, güçlü bir core bölgesi ve birleşik postüral stabilite yüzme branşında önem arz etmekte ve core çalışmaları antrenörler, spor uzmanları için büyük ilgi görmektedir.

2.5 Fonksiyonel Antrenman

Son yıllarda spor bilimcileri, çoklu düzlem ve farklı açısal hızlarda gerçekleşen egzersizlerin kassal denge ve eklem stabilitesine katkı sağlayacağı görüşünü benimsemektedir. Bu görüşün sonucu olarak, geleneksel ağırlık antrenmanlardan, gövde ve ekstremiteler kaslarının entegre olarak çalıştığı fonksiyonel antrenmanlara doğru hızlı bir geçiş olmuştur (Boyle, 2010; Kohler ve ark., 2010). Mark Verstegen, geleneksel yöntemleri bir kenara bırakan ve çok yönlü hareketleri doğrusal hareketler kadar yoğun bir şekilde çalışmaya başlayan ilk kişilerden biridir. Staley, Muscle Logic adlı kitabında fonksiyonel antrenmanı “çeşitli egzersiz ekipmanlarını kullanan egzersiz formları” olarak tanımlamıştır (Boyle, 2010).

Birden fazla kas grubunun devrede olduğu egzersizlerde optimum verimi yakalamak, eklem hareketinin kontrolünü sağlamak, üst ve alt ekstremitelerde hedeflenen hareket açıklığı boyunca akıcı bir şekilde hareketlilik seviyesine ulaşmak ve kinetik zincir boyunca postüral kararlılığı geliştirmek stabilite ve mobilite kombinasyonu ile gerçekleşmektedir. Mobilite ve stabilite birbirini tamamlayan kavramlardır ve hemen hemen her fiziksel aktivitede önemli rol oynamaktadır (Topçu, 2021). Bu nedenle, fizyoterapistler stabilizasyondan sorumlu kas gruplarının yetersiz çalıştırılmasını yaralanma nedeni olarak tanımlamış ve egzersiz reçetelerinde

yer alan fonksiyonel antrenmanlarda stabilizasyon fonksiyonu olan kasları hedef alan egzersiz biçimlerine odaklanmışlardır (Boyle, 2010).

Antrenman programlarına, dengesiz yüzeylerde uygulanan core kuvvet çalışmalarının dahil edilmesi fonksiyonel antrenmanın yeniliklerinin en yaygın olanlarından (Boyle, 2010). Böylelikle kararsız yüzeyden yayılan reaksiyon ile az işlevsellikten çok işlevselliğe doğru ilerleyen bir süreç başlamıştır. Bosu topları, İsviçre topları, denge tahtası, köpük rulolar, TRX gibi denge ekipmanları stabilite gereksinimlerini arttırmak için fonksiyonel antrenmanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Literatürde kararlı ve kararsız zeminde gerçekleştirilen egzersiz karşılaştırılmalarında sabit olmayan zeminde yapılan egzersizler proprioseptif talepleri arttırmış ve daha fazla core kas aktivasyonu ile sonuçlanmıştır (Marshall & Murphy, 2005; Saeterbakken ve ark., 2019; Snarr ve ark., 2013; Sternlicht ve ark., 2007). Sabit olmayan zemindeki kararsızlık, nöromuskuler sistemi daha fazla zorlayıp, strese sokacağı için sabit zemine kıyasla daha fazla güç kazanımı ile sonuçlanması spor sektöründe avantaj sağlamaktadır (Behm ve ark., 2002). Sabit olmayan zeminde yapılan core stabilite egzersizleri, yaralanması olan sporcularda kuvvet, denge, eklem hareket açıklığı gibi parametreleri iyileştirmekte olup, aynı zamanda yaralanmalar için risk faktörü taşıyan sporcularda kinematiksel avantajlar sağlamaktadır (Alizamani, Ghasemi, & Lenjan-Nejadian, 2023; Matias ve ark., 2022; Myer, Chu, Brent, & Hewett, 2008). Bu sebeple kararsız yüzeylerde uygulanan egzersizlere hem rehabilitasyon hem spor sektöründe sıkça yer verilmektedir.

2.5.1 Çalışmada Kullanılan Denge Ekipmanları

2.5.1.1. Bosu

Bosu denge ekipmanı, Amerikalı Antrenör David Weck tarafından, yaşadığı kronik bel ağrısı şikayetine çözüm aramak amaçlı 1999 yılında icat edilmiştir. Cihazın fonksiyonel faydasını tanımlamak için "Both Sides Up" (Her iki tarafı yukarıda) kısaltmasından oluşan Bosu, düz plastik sert bir yüzeye yerleştirilmiş, şişirilmiş bir yarım kauçuk yarım küreden oluşmaktadır (Wing, 2014). Dolayısıyla topun bir tarafı düz bir platforma sahipken, diğer tarafı ise kubbe şeklindedir.

Cihazın her iki yüzü de sıklıkla denge antrenmanları için kullanılmaktadır. Denge merkezi sürekli değişen bir yüzey üzerinde egzersiz yapmak ağırlık merkezinin kontrolü ile gerçekleşmektedir. Kasların eklemlerle uygun pozisyonda tutulması ve çalışması durumunda egzersiz uygulayıcısı bosu topunun üzerinde durmuş olur. Ayrıca hareket esnasında farklı bir çok kas grubunun o harekete katılımını sağlamış olur ve temelde core bölgesi olmak üzere harekete katılan kasları güçlendirir. Bosu topu, gençlerden yaşlılara, sakatlığı olan bireylerden elit seviyedeki atletlere kadar geniş bir kullanım alanı sağlamaktadır. Egzersiz uygulayıcısına zihinsel konsantrasyon sağlama, koordinasyonu artırma, kasları güçlendirme gibi pek çok parametreye olumlu yönde etki ettiği için atletik performansı arttırmada antrenörler tarafından sıklıkla tercih edilmektedir. Ayrıca kas ve eklem rahatsızlığı olan hasta ve sporcuların rehabilitasyon dönemlerinde de denge ve propriosepsiyonu geliştirdiği, nöroplastisiteyi destekleyerek ikinci bir yaralanma ve rekonstrüksiyonu önlediği için fizyoterapistler tarafından da sıklıkla kullanılmaktadır (Çakal, 2022; Emilio, Hita-Contreras, Jiménez-Lara, Latorre-Román, & Martínez-Amat, 2014; Gidu ve ark., 2022; Gokeler, Neuhaus, Benjaminse, Grooms, & Baumeister, 2019).

Okludil ve Serin 2022 yılında yaptıkları çalışmada 8 haftalık bosu topu egzersizlerinin adölesan kadın voleybolcularda anaerobik güç, statik denge, durarak uzun atlama ve dikey sıçrama performanslarını olumlu yönde etkilediğini tespit etmişlerdir. Gidu ve ark. (2022), ortalama yaşları 14 olan futbolcularda 8 haftalık bosu topu propriosepsiyon egzersizlerinin etkisi incelemiş, çalışmanın sonucunda çeviklik, denge, patlayıcı güç ve top sürme performansında gelişmeler kaydetmişlerdir. Arka çapraz bağ yaralanmasından sonra opere olan katılımcıların 12 haftalık denge ve kas gücü antrenmanına bosu topunun dahil edildiği ve etkilerinin incelendiği çalışmada izole arka çapraz bağ yaralanması olan hastalarda propriosepsiyon ve kas gücünde iyileşme gözlenmiştir (Lu ve ark., 2021). Nugraha ve arkadaşlarının 2022 yılında basketbolcularla yaptıkları çalışmada bosu egzersizlerinin denge performansını olumlu yönde etkilediği ve hastaların ikinci ön çapraz bağ yaralanması riskini azaltarak nöroplastisiteyi desteklemek için klinik olarak entegre edilmiş yeni motor öğrenme ilkelerinde bosu topu egzersizlerinin olumlu etkisi olduğu tespit edilmiştir. Saeterbakken ve arkadaşları (2014) Bosu topu ve sabit zemin üzerindeki gerçekleştirilen mekikler sırasında, Bosu topunda

maksimum 10 tekrar (10RM) ile dış direnç olarak elastik bantlar kullanılarak yapılan crunch egzersizinde sabit zemine kıyasla daha fazla üst ve alt rektus abdominis aktivitesi gözlemlenmiştir.

2.5.1.2. Pilates Topu (Swiss Ball)

Pilates topu, çapı 35 santimetreden (14 inç), 85 santimetreye (34 inç) kadar değişen, içi hava dolu elastik malzemeden yapılmış bir egzersiz topu çeşididir. 1960'ların başında İtalyan plastik üreticisi Aquilino Cosani, jimnastik egzersizlerine yardımcı olmak için büyük şişirilebilir pezzi topunu geliştirmiştir. Daha sonraki yıllarda pezzi topu, jimnastik dışında daha geniş uygulamalarda kullanılmaya başlanmıştır. Bobath Terapi konseptinin savunucusu olan İsviçreli Dr. Elsbeth Köngan ve fizyoterapist Mary Quinton, pediatrik nörolojik rehabilitasyon programlarında pezzi toplarını kullanmaya başlamışlardır. Postural eğitim ve omurga rehabilitasyonu ile ilgilenen İsviçreli fizik tedavi uzmanı Dr. Susan Klein-Vogelbach, egzersiz toplarının kullanımını fonksiyonel kinetik sınıflarına entegre etmiş, nörogelişimsel tedavi programına top egzersizlerini dahil etmiştir. 1985 yılında "Ballgymnastik zur funktionellen Bewegungslehre" (fonksiyonel hareket teorisi için top jimnastiği) adlı kitabında topa ilgili egzersizlere yer vermiştir. Amerikalı Joanne Posner - Mayer fizik tedavi diplomasını aldıktan sonra İsviçre'de çalışmış ve orada egzersiz toplarının kullanımıyla tanışmıştır. 1980 yılında, Amerika Birleşik Devletleri'ne döndükten sonra egzersiz toplarıyla klinik çalışmalarına devam etmiştir. Amerikalı fizyoterapistler pezzi topunu "İsviçre topu" olarak adlandırmışlardır. Joanne Posner-Mayer, topun ortopedik ve spor alanında kullanımı ile ilgili dersler vermeye başlamış ve ulusal - uluslararası konferanslarında İsviçre topuna sıkça yer vermiştir. 1995 yılında ABD'de "Ortopedi ve Spor Hekimliği için İsviçre Topu Uygulamaları" adlı kitabını yayınlamıştır (Carrière, & Tanzberger, 1998; Topçu ve ark., 2022).

Günümüzde pilates topu olarak da bilinen bu egzersiz topu, sadece pediatrik, nörolojik, ortopedik alanlarda tedavi aracı olarak görülmekten ziyade aynı zamanda antrenörler ve spor bilimcileri tarafından fonksiyonel antrenmanlarda kullanılmaya

başlanmış ve eğitmenler tarafından yoga, pilates gibi egzersiz yaklaşımlarına dahil edilmiştir (Topçu ve ark., 2022).

Padua ve arkadaşlarının 2019 yılında kadın basketbolcularla yaptıkları çalışmada, 10 hafta boyunca genel ve kombine ısınma protokollerinin ayak bileği yaralanmalarında hareket açıklığı (EHA) ve denge üzerine etkilerini araştırmış ve genel antrenman ısınma rutinine İsviçre topu ile yapılan core stabilizasyon egzersizlerinin eklenmesi, basketbol oyuncularında ayak bileği yaralanmalarının önlenmesinde anahtar rol oynayan ayak bileği dorsifleksiyon hareket açıklığında (ROM) ve basınç yer değiştirme merkezinde (CoP) iyileşmeler meydana getirdiği tespit edilmiştir. Seo ve arkadaşları (2012), 12 hafta süresince yaşlı kadın bireylerde uygulanan Pilates topu egzersiz programının etkisini incelediği çalışmanın sonucunda fiziksel uygunluk ve denge parametreleri üzerinde olumlu gelişmeler kaydetmişlerdir. Pilates topu antrenmanlarının 50 metre kelebek stil yüzme performansına etkisinin incelendiği çalışmada, 15 kadın yüzücüye 8 hafta boyunca pilates topu antrenmanları yapılmış olup deney grubu sporcularının kontrol grubuna göre 50m kelebek stil yüzme dereceleri ve yüzme performanslarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde dereceler elde edildiği sonuçlarına ulaşılmıştır (Gönener, & Akyüzlü, 2019). Youdas ve arkadaşları 2018 yılında Pilates topu ve sabit zeminde yapılan Plank egzersizlerinde omurga stabilizatörlerinin kas aktivasyonlarını karşılaştırdıkları çalışmada sabit zemine kıyasla Pilates topuyla yapılan egzersizlerde yüksek Rectus Abdominis ve çok yüksek External Oblique kas aktivasyonu gözlemlenmiştir.

3. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu araştırma, 2023-4/14 nolu Bursa Uludağ Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurul Kararı (EK 1) ve TYL-2023-1302 proje kodu ile Bursa Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi desteği ile yürütülmüştür. Veriler toplanmadan önce Gençlik Spor Bakanlığı Eğitim, Araştırma ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü'nden gerekli izinler alınmış (EK 2).

3.1. Araştırma Modeli

Bu araştırma, elit genç yüzücülerde, farklı zeminlerde uygulanacak olan egzersizlerin, core kas sistemindeki nöromüsküler aktivasyonunun yüzeyel elektromiyografi cihazı ile incelenerek, zeminler arasında kas aktivasyon oranındaki farklılıkları tespit etmek ve hedef kasta hangi zemin ve egzersizin en iyi fayda sağladığını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Prone plank, Crunch ve Pike Push Up egzersizlerinin, sırasıyla sabit zemin, Bosu ve Pilates topu ekipmanlarında uygulandığı ve core kas aktivasyonlarının değerlendirildiği bu çalışma cross-over dizayn esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Bağımsız değişkenler, farklı zeminlerde gerçekleşen egzersiz koşullarını içerirken (Prone Plank / sabit zemin, Prone Plank / Bosu, Prone Plank / Pilates Topu, Crunch / sabit zemin, Crunch / Bosu, Crunch / Pilates topu, Pike Push Up /sabit zemin, Pike Push Up / Bosu, Pike Push Up / Pilates topu), bağımlı değişkenler, Rectus Abdominis, External Oblique ve Erector Spinae kaslarının EMG ölçümlerini içeriyordu.

3.2. Araştırma Grubu

Bu araştırmaya , Bursa Olimpik Hazırlık Merkezi'nde (TOHM) yer alan, 18-22 yaş aralığında 16 elit erkek yüzücü gönüllü olarak katılmıştır. Katılımcıların ortalama yaş $19,56 \pm 1,50$ yıl, ağırlık $72,76 \pm 6,78$ kg, boy $182,19 \pm 6,99$ cm, Vücut Kütle İndeksi (VKİ) $21,90 \pm 1,13$ kg/m² ve vücut yağ yüzde değerleri $12,58 \pm 1,79$ 'dir. Katılımcılar son 6 aydan itibaren, haftada en az 5 gün, haftalık en az 18 saat

antrenman yapan elit yüzücülerden seçilmiştir. Araştırma, katılımcıların hazırlık ve müsabaka dönemi dışında yapılmıştır.

Çalışmaya dâhil olma kriterleri;

1. Gönüllü olmak,
2. 18-22 yaş aralığında olmak,
3. VKİ değerlerinin 18,5 ile 24,9 kg/m² arasında olması
4. Vücut yağ oranının en fazla %15 olması,
5. Son 3 aydan itibaren spor yapmaya engel teşkil edecek kas-iskelet yaralanması, karın ve sırt ağrısı öyküsü olmaması,
6. Geçmişte omurgada kırık öyküsü, herhangi bir sistemik hastalık, disk ve omurga patolojisi olmamasıdır.

Katılımcılar ile araştırmaya başlamadan bir hafta (alıştırma oturumu) önce toplantı yapıldı. Katılımcılara, araştırmanın amacı, süresi ve deneysel protokolü ayrıntılı açıklandı ve araştırmada uygulanacak egzersizlerin tanıtımı yapıldı. Egzersizlerde kullanılacak test materyalleri, ölçüm cihazı ve araştırmadan elde edilecek yararlar hakkında detaylı bilgi verildi. Toplantı esnasında her katılımcıdan “Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur” formu imzalatılıp toplatıldı (EK 3).

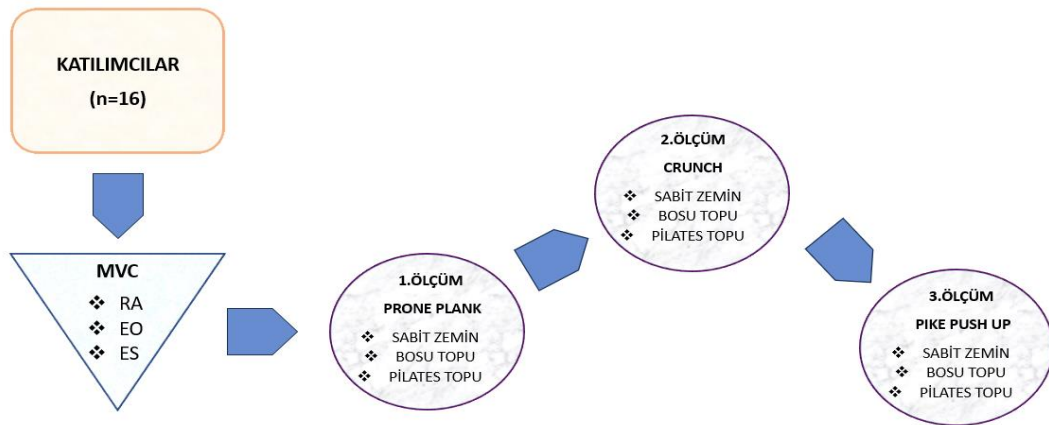
3.3. Deneysel Prosedür

Araştırmada sporculara ait test ölçümleri, Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı Laboratuvarı’nda yapılmıştır. Testler aynı araştırmacı tarafından, aynı ölçüm ortamında, 14:00-17:00 saatleri arasında günde maksimum 2 kişi ölçülecek şekilde gerçekleştirilmiştir. Katılımcılardan test gününden en az 24 saat önce ağır yüzme ve direnç antrenmanından, 12 saat süreyle kafein içeren içecekler, sigara ve alkolden ve 2 saat süreyle de yiyecek yemekten kaçınmaları istenmiştir.

Test günü, katılımcıların stadiometre ile boy ölçümleri yapılmış ve Tanita MC-780MA cihazı ile kilo, VKİ ve vücut yağ yüzdesi verileri kayıt altına alınmıştır. Test ölçümleri öncesi katılımcılar 5 dakikalık ısınma protokolü uygulamışlardır. 3 dakika koşu bandında jogging koşusu ve ardından 2 dakika abdominal ve sırt kaslarına yönelik statik germe egzersizleri uygulamışlardır.

Çalışmada, egzersiz sırası Prone Plank, Crunch ve Pike Push Up şeklinde olup her bir egzersiz sırayla sabit zemin, Bosu ve Pilates Topu materyallerinde uygulanmıştır. Egzersizlerde aktivasyonu ölçülecek kaslara elektrot yapıştırma işlemi yapılmadan önce deri empedansını en aza indirmek için, derideki kıllar tıraşlanmış, isopropil alkolle temizlenmiş ve zımpara kağıdı ile deri zımparalanmıştır. Elektrot yerleştirme işleminden sonra, aktivasyonu ölçülecek her kasa ayrı ayrı MVC ölçümleri yapılmıştır. MVC ölçümleri, çalışmadaki kasların elektromiyografik verilerinin normalizasyonu bölümünde detaylı bir şekilde anlatılmaktadır.

MVC ölçümlerinin ardından katılımcılar egzersiz testi kısmını uygulamaya başlamıştır. Katılımcılardan Prone Plank egzersizinde 10 saniye sabit kalmaları (izometrik kasmaları) istenmiştir. Egzersiz 3 tekrar yapılmış olup, en yüksek kas aktivasyonuna sahip tekrarda, kaydın ortasındaki 5 saniye veri olarak alınmıştır. Katılımcılardan Crunch ve Pike Push Up egzersizlerini ise, 2 saniye iniş, 2 saniye çıkış fazı olmak üzere toplamda 4 saniyede tamamlayacak şekilde 3 tekrar yapmaları istenmiş olup, en yüksek kas aktivasyonuna sahip tekrarın veri ortalamaları analizde kullanılmıştır. Kassal yorgunluğu önlemek amacıyla katılımcılara her egzersiz arası 2 dakika dinlenme verilmiştir. Egzersizlerde uygun kadansın sağlanması için dijital bir metronom kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Deneysel Prosedür

3.3.1. Çalışmada Uygulanan Egzersizler

3.3.1.1. Prone Plank

Katılımcılar, yüzüstü pozisyonda, omuz, dirsekler 90°'lik fleksiyonda ve dirsekler glenohumeral eklemin hemen altında, eller yumruk pozisyonunda ve avuç içleri birbirine bakacak şekilde, ayak parmaklar ekstansiyonda ve ayaklar omuz genişliğinde açık, pelvis posterior tiltte, omurga, pelvis, baş nötral pozisyonunun korunması istenen geleneksel plank egzersizi uyguladı. Katılımcılardan aynı zamanda omuzların yuvarlaklaşmaması veya scapulanın göğüs kafesinden yukarı kalkmaması istendi. Pilates topu ve Bosu'da yapılacak plank egzersizinde ise aynı hareket açıklığı talimatlarına uyulması, el, ayak ve omurganın aynı yükseklikte düz bir hatta olması için katılımcıların ayakları denge ekipmanlarının yüksekliğine uygun şekilde basamak kutusuna yerleştirildi (Topçu 2021; Youdas ve ark., 2018).

Plank egzersizinin üç denge varyasyonunda da katılımcıların Rectus Abdominis, External Oblique ve Erector Spinae kaslarının elektromiyografik aktivasyonları ölçüldü. Katılımcıların 10 saniye boyunca EMG kayıtları yapıldı ve kaydın ortasındaki 5 saniyelik kısım veri olarak kaydedildi.

3.3.1.2. Crunch

Standart crunch egzersizini gerçekleştirecek katılımcılara, sırtüstü pozisyonda, eller göğüste kenetlenmiş olarak, kalçalar ve dizler, sırasıyla yaklaşık 45° ve 90° derece fleksiyona getirilerek, baş, omuzlar ve scapulalarının alt açılarının minderden kaldırana kadar gövdeyi kıvrımları talimatı verildi. Bu arada alt torakal bölgenin zemin ile temasını sürdürülmesi istendi. Omuz-kalça-diz açısı (SHKA) gonyometre ile ölçüldü ve yaklaşık 100° olarak ayarlandı. Pilates topunda gerçekleştirilen crunch egzersizinde katılımcının pilates topunun üzerine uzanması ardından baş, omuzlar ve scapulalarının alt açılarının toptan kaldırana kadar gövdeyi kıvrımları, yatar pozisyona inerken ayaklarını bir miktar uzağa doğru götürerek tekrar topun üzerine uzanması istendi. Bosu ekipmanında ise topun merkezi lomber bölgenin altına konumlandırılıp standart Crunch egzersizi gerçekleştirildi. Hem Bosu

hem de Pilates topu ekipmanlarında da aynı kalça ve diz açılarını sağlamak için katılımcıların ayaklarının altına basamak kutusu yerleştirildi (Duncan, 2009; Saeterbakken ve ark., 2014).

Crunch egzersizinin üç denge varyasyonunda da katılımcıların Rectus Abdominis, External Oblique ve Erector Spinae kaslarının elektromiyografik aktivasyonları ölçüldü. Katılımcılar, egzersizi 2 saniye konsantrik faz, 2 saniye eksentrik faz olmak üzere toplamda 4 saniyede tamamladı. Üç tekrar yapılan Crunch egzersizinde en yüksek kas aktivasyonuna sahip tekrar veri ortalamaları analizde kullanıldı.

3.3.1.3. Pike Push Up

Pike Push Up egzersizinde katılımcılara, kollar tam ekstansiyonda ve eller doğrudan glenohumeral eklemin altında yerde, ayak parmakları yerle temas edecek şekilde standart bir sınav pozisyonu almaları, daha sonra dizler tam ekstansiyonda, omuzlar, kalçalar ve dizler arasında 90°'lik bir açı oluşana kadar kalçayı yavaşça ve kontrollü bir şekilde esneterek "pike" yapmaları talimatı verildi ve sonrasında başlangıç pozisyonuna geri dönüldü. Egzersiz boyunca rijit bir gövde, nötral baş ve omurga ve ekstansiyondaki bacak pozisyonunun korunması istendi. Pilates topunun üzerinde gerçekleştirilen pike push up egzersizinde katılımcılar sabit zeminde olduğu gibi aynı başlangıç pozisyonu aldı ancak ayakları Pilates topunun üzerine yerleştirildi. Daha sonra sabit zemindeki Pike Push Up egzersizindeki gibi omuz-kalça-diz açısının (SHKA), 90°'lik açıya ulaşılana kadar Pilates topunu gövdenin üst kısmına doğru çekerek hareketi gerçekleştirdi ve başlangıç pozisyonuna döndü. Bosu üzerinde pike push up varyasyonunda katılımcılar aynı başlangıç pozisyonunda fakat ayakları Bosu'nun düz tarafında olacak şekilde bir sınav pozisyonu almalarını istendi, daha sonra omuz-kalça-diz arasında 90°'lik açı elde edilene kadar fleksiyon hareketini yaptı ve yavaşça başlangıç pozisyonuna geri döndü (Snarr, Hallmark, Nickerson, & Esco, 2016).

Pike Push Up egzersizinin üç denge ekipmanı varyasyonunda da katılımcıların Rectus Abdominis, External Oblique ve Erector Spinae kaslarının elektromiyografik aktivasyonları ölçüldü. Katılımcılar, egzersizi 2 saniye konsantrik

faz, 2 saniye eksentrik faz olmak üzere toplamda 4 saniyede tamamladı. Üç tekrar yapılan pike push up egzersizinde en yüksek kas aktivasyonuna sahip tekrar veri ortalamaları analizde kullanıldı.

3.3.2. Elektromiyografi Ölçümü

Rectus Abdominis, External Oblique ve Erector Spinae kaslarının elektromiyografik aktiviteleri, 8 kanallı portatif yüzeyel EMG cihazıyla (ME6000, Mega Electronics, Kuopio, Finland) ölçüldü. EMG verilerini toplamak için bipolar Ag/AgCl sensörlü, elektriği çabuk ileten hidrojel ile kaplı yüzeyel elektrotlar kullanıldı. Elektrotları yerleştirmeden önce derideki kıllar tıraş edildi, isopropil alkolle temizlendi ve daha sonra cilt empedansını en aza indirmek için zımpara kağıdı ile deri zımparalandı. Elektrotlar, kontraksiyon esnasında kasların en şişkin ve belirgin olduğu yerlere, kas fibrillerinin yönüne mümkün olduğunca paralel bir hat boyunca kasların gövdesi üzerindeki bölgeye yapıştırıldı. Elektrotların merkezleri arasındaki mesafe 2 cm olacak şekilde ayarlandı. İlgili kasların elektrot yerleşim yerleri aşağıda yer almaktadır:

- M. Rectus Abdominis: Umblikus ile sternumun ksifoid çıkıntısı arasındaki mesafenin orta nokta noktasının hemen altına, tendinöz kesişme noktasından uzak ve orta hattan 3 cm laterale yerleştirildi (Axler, & McGILL, 1997).

- M. External Oblique: Kostal kenarın en alt noktasından kontralateral pubik tüberküle kadar devam eden bir çizgiye paralel (yaklaşık 45 derece hafif eğik bir açı) umblikusun 15 cm lateraline, iliak kristanın 1 cm veya daha fazla üzerine yerleştirildi (Escamilla ark., 2010).

- M. Erector Spinae: L3 spinöz çıkıntının yaklaşık iki cm lateraline yerleştirildi (Snarr ve ark., 2016).

Sinyaller elektrotların yakınına yerleştirilen, düşük geçiş filtreli (20-500 Hz, -3dB points), 12 bit analog-dijital dönüşümlü analog ayırıcı amplifikatörler kullanılarak güçlendirildi. ve bir mikrobilgisayarda (Mega Electronics, ME3000P sistem) depolandı. EMG sinyalini, bu birim analog 1000 Hz frekansında örnekledi. Kayıt esnasında veriler optik bir kablo ile bilgisayara aktarıldı. Ham EMG amplitüd değerleri (μV) ME3000P programı (MegaWin v2.2, Mega Electronics) ile otomatik

olarak hesaplandı. Ham EMG veriler yazılım programı aracılığı ile mutlak ortalama karekök amplitüd değerleri (μV) olarak ifade edildi.

3.3.3. Çalışmadaki Kasların Elektromiyografik Verilerinin Normalizasyonu

MVC, statik bir dirence karşı kasın uyguladığı maksimum kasılma sırasındaki elektromiyografik aktivasyonlarının referans değer olarak alınarak egzersiz esnasındaki nöromuskuler aktivasyonun bu referans değere oranının yüzde olarak verildiği (%MVC), EMG sinyallerinin genlik analizinde sık tercih edilen bir normalleştirme yöntemidir (Eser, 2018; Topçu 2021).

Çalışmada yer kasların pik amplitüd referans değeri egzersizlere başlamadan önce, her kasa ayrı ayrı maksimum istemli izometrik kasılma (MVC) yöntemiyle belirlenmiş ve kasların egzersizler esnasındaki nöromuskuler aktivasyonları, MVC referans değerine oranının yüzdesi şeklinde analiz edilmiştir. MVC ölçümleri esnasında, katılımcılardan güçlerini kontrollü ve yavaş bir şekilde arttırarak 2 saniye içinde maksimum seviyeye çıkmaları, o noktada 5 saniye kaldıktan sonra 2 saniye içinde yavaş bir şekilde başlangıç pozisyonuna geri dönmeleri istendi. Her kas için dinlenme aralığı 2 dakika olan iki MVC testi uygulatılmış ve izometrik kasılmanın olduğu 5 saniyenin ortasındaki 3 saniyenin karekök ortalaması (RMS) ME6000 yazılım (MegaWin v3.1, Mega Electronics) ile otomatik olarak hesaplanmıştır. Mutlak ortalama karekök (RMS), amplitüd değerleri (μV) şeklinde ifade edilmiştir. Yüksek amplitüde sahip testin değeri MVC değeri olarak kabul edilmiştir. MVC ölçümlerinde direnç manuel yöntemlerle belirlenmiştir. Her bir kasın ölçüm yöntemi şöyledir;

- M. Rectus Abdominis: Sırtüstü pozisyonda, bacaklar sabit, eller göğüste kenetlenmiş, dizler 90, gövde 30 derece fleksiyonda, sternum üzerinden gövde ekstansiyonu yönünde manuel bir dirence karşı güç uygulatılarak ölçülmüştür.

- M. External Oblique: Rectus Abdominis'in MVC ölçümündeki pozisyona ek olarak gövdeye ölçülen kasın tarafına rotasyon yaptırılarak, omuz bölgesinden gövde ekstansiyonu ve ters dönüş yönünde uygulanan manuel bir dirence karşı güç uygulatılarak ölçülmüştür.

- M. Erector Spinae: Yüzüstü pozisyonda, bacaklar sabit, eller başın arkasında kenetlenmiş, gövde ekstansiyonda, scapula bölgesinden uygulanan gövde fleksiyonu yönünde uygulanan manuel bir dirence karşı güç uygulatılarak ölçülmüştür (Topçu 2021).

3.4. İstatistiksel Analiz

Veriler, SPSS 26 Statistics Paket Programı ile analiz edilmiştir. Sayısal değişkenlerde normal dağılım, Shapiro-Wilk testi ve çarpıklık/basıklık değerlerine birlikte bakılarak bulunmuştur. Shapiro-Wilk testinin kurallarına göre hesaplanan p-değerinin 0,05'ten büyük çıkması, verilerin normal dağıldığını göstermektedir (Büyüköztürk, 2020). Yine normal dağılımın kurallarına göre çarpıklık değerlerinin $\pm 1,5$ arasında olması gerekmektedir (Tabachnick, Fidell, & Ullman, 2013). Yapılan nöromüsküler aktivasyonların etkisinin incelendiği Core kas sisteminde bulunan 3 kas türüne ilişkin toplanan verilerin normal dağılıma uyduğu görülmüştür. Verilerin normal olarak dağılmasından dolayı gruplar arası karşılaştırmada *One-Way ANOVA for Repeated Measures* (Tekrarlı Ölçümler/İlişkili Örneklemeler İçin Tek Faktörlü ANOVA) testi kullanılmıştır. Gruplar arasındaki farklılığın karşılaştırılmasında *Bonferroni* testi kullanılmıştır. Tüm analizlerde anlamlılık düzeyi için $p < 0.05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Elit Erkek Yüzücülerin Demografik Özellikleri

Çalışmada, 3 farklı zeminde (Sabit, Bosu ve Pilates Topu) uygulanan, 3 farklı egzersiz (Prone Plank, Crunch ve Pike Push Up) sırasında, RA, EO ve ES kaslarının elektromiyografik aktivasyonlarının karşılaştırılması yapılmıştır. Çalışmaya 16 elit erkek yüzücü gönüllü olarak katılmışlardır. Çalışmaya katılan erkek sporcuların demografik özellikleri Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Elit Erkek Yüzücülerin Demografik Özellikleri

Değişken	Ort.	S.S.	Min.	Max.
Yaş (Yıl)	19,56	1,50	18	22
Ağırlık (kg)	72,76	6,78	62,30	86,80
Boy (cm)	182,19	6,99	173,0	197,0
VKİ (kg/ m2)	21,90	1,13	20,13	23,65
Yağ (%)	12,58	1,79	8,4	14,9

Ort: Ortalama, S.S.: Standart Sapma, Min.: Minimum, Max.: Maksimum

Çalışmada yer alan katılımcıların genel yaş ortalaması ($\pm$ SS), 19,56 ($\pm$ 1,50), ağırlık ortalamaları 72,76 ($\pm$ 6,78), VKİ ortalama değeri 21,90 ($\pm$ 20.1), Çalışmaya katılan sporcuların Yağ (%) değerleri 12,58 ($\pm$ 1.79) olarak ölçüldü.

4.2. Elit Erkek Yüzücülerde Farklı Zeminlerde Uygulanan Egzersizlerde Kas Aktivasyonlarının İncelenmesi

Elit erkek yüzücülerin Prone Plank egzersizini yaparken Rectus Abdominis kasının üç farklı zemindeki aktivasyonları arasındaki ilişkinin incelenmesi Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. Prone Plank Egzersizinde Rectus Abdominis (RA) Kasının Üç Farklı Zemine Göre Aktivasyonlarının Karşılaştırılması

Kas/Egzersiz	Değişken	$\bar{x} \pm Ss$ RA (%MVC)	F	p	Anlamlı Fark	p	Kısmi etakare
Rectus Abdominis/Prone Plank	Sabit	41,81 $\pm$ 12,37	17,79	0,000**	Sabit-Bosu	0,270	0,54
	Bosu	45,65 $\pm$ 11,9			Sabit-Pilates	0,001**	
	Pilates	58,15 $\pm$ 11,7			Bosu-Pilates	0,003**	

**p<0,01, *p<0,05, F: One-Way ANOVA for Repeated Measures, Fark: Bonferroni.

Elit erkek yüzücülerin yaptıkları Prone Plank egzersizinde, Sabit, Bosu ve Pilates topu zeminlerindeki Rectus Abdominis kasının aktivasyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı farkın olduğu saptanmıştır, $F(2,30) = 17,79$, $p < 0,01$ kısmî $\eta^2 = 0,54$. Sabit zemin ortalama RA aktivasyon değeri ($\bar{x} = 41,81$) ve Bosu zemini ortalama RA aktivasyon değeri ($\bar{x} = 45,65$), Pilates topu zemini ortalama RA aktivasyon değerine ($\bar{x} = 58,15$) göre anlamlı derecede daha düşük çıkmıştır. Öte yandan Sabit zemin ve Bosu zemini ortalama RA aktivasyon değerleri arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Bu bulgular, genç elit yüzücülerin Prone Plank egzersizi ile Rectus Abdominis kaslarının kontraktilite açısından en iyi faydayı sağlayan zeminin, Pilates topu olduğunu ortaya koymuştur.

Elit erkek yüzücülerin Prone Plank egzersizini yaparken External Oblique kasının üç farklı zemindeki aktivasyonları arasındaki ilişkinin incelenmesi Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Prone Plank Egzersizinde External Oblique (EO) Kasının Üç Farklı Zemine Göre Aktivasyonlarının Karşılaştırılması

Kas/Egzersiz	Değişken	$\bar{x} \pm Ss$ EO (%MVC)	F	p	Anlamlı Fark	p	Kısmi etakare
External Oblique/Prone Plank	Sabit	37,30 $\pm$ 10,90	32,56	0,000**	Sabit-Bosu	0,218	0,68
	Bosu	42,33 $\pm$ 10,82			Sabit-Pilates	0,000**	
	Pilates	53,66 $\pm$ 10,14			Bosu-Pilates	0,000**	

** $p < 0,01$, * $p < 0,05$, F: One-Way ANOVA for Repeated Measures, Fark: Bonferroni.

Elit erkek yüzücülerin yaptıkları Prone Plank egzersizinde, Sabit, Bosu ve Pilates topu zeminlerindeki External Oblique kasının aktivasyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur, $F(2,30) = 32,56$, $p < 0,01$ kısmî $\eta^2 = 0,68$. Sabit zemin ortalama EO aktivasyon değeri ($\bar{x} = 37,30$) ve Bosu zemini ortalama EO aktivasyon değeri ($\bar{x} = 42,33$), Pilates topu zemini ortalama EO aktivasyon değerine ($\bar{x} = 53,66$) göre anlamlı derecede daha düşük çıkmıştır. Öte yandan Sabit zemin ve Bosu zemini ortalama EO aktivasyon değerleri arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Bu bulgular, genç elit yüzücülerin Prone Plank egzersizi ile External Oblique kaslarının kontraktilite açısından en iyi faydayı sağlayan zeminin, Pilates topu olduğunu ortaya koymuştur.

Elit erkek yüzücülerin Prone Plank egzersizini yaparken Erector Spinae kasının üç farklı zemindeki aktivasyonları arasındaki ilişkinin incelenmesi Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Prone Plank Egzersizinde Erector Spinae (ES) Kasının Üç Farklı Zemine Göre Aktivasyonlarının Karşılaştırılması

Kas/Egzersiz	Değişken	$\bar{x} \pm Ss$ ES (%MVC)	F	p	Anlamli Fark	p	Kısmi eta-kare
Erector Spinae/Prone Plank	Sabit	7,32±1,77	8,38	0,001**	Sabit-Bosu	0,134	0,36
	Bosu	7,89±1,90			Sabit-Pilates	0,016*	
	Pilates	8,78±2,28			Bosu-Pilates	0,064	

**p<0,01, *p<0,05, F: One-Way ANOVA for Repeated Measures, Fark: Bonferroni.

Elit erkek yüzücülerin yaptıkları Prone Plank egzersizinde, Sabit, Bosu ve Pilates topu zeminlerindeki Erector Spinae kasının aktivasyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur, $F(2,30) = 8,38$, $p < 0,01$ kısmî $\eta^2 = 0,36$. Sabit zemin ortalama ES aktivasyon değeri ($\bar{x} = 7,32$), Pilates topu zemini ortalama ES aktivasyon değerine ($\bar{x} = 8,78$) göre anlamlı derecede daha düşük çıkmıştır. Öte yandan Sabit zemin ile Bosu zemini ($\bar{x} = 7,89$) ve Bosu zemini ile Pilates topu zemini ortalama ES aktivasyon değerleri arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Bu bulgular, genç elit yüzücülerin Prone Plank egzersizi ile Erector Spinae kaslarının kontraktilite açısından en iyi faydayı sağlayan zeminin, Pilates topu olduğunu ortaya koymuştur.

Elit erkek yüzücülerin Crunch egzersizini yaparken Rectus Abdominis kasının üç farklı zemindeki aktivasyonları arasındaki ilişkinin incelenmesi Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5. Crunch Egzersizinde Rectus Abdominis (RA) Kasının Üç Farklı Zemine Göre Aktivasyonlarının Karşılaştırılması

Kas/Egzersiz	Değişken	$\bar{x} \pm Ss$ RA (%MVC)	F	p	Anlamli Fark	p	Kısmi eta-kare
Rectus Abdominis/ Crunch	Sabit	69,34±8,95	37,29	0,000**	Sabit-Bosu	0,035*	0,71
	Bosu	61,90±13,54			Sabit-Pilates	0,000**	
	Pilates	83,14±7,21			Bosu-Pilates	0,000**	

**p<0,01, *p<0,05, F: One-Way ANOVA for Repeated Measures, Fark: Bonferroni.

Elit erkek yüzücülerin yaptıkları Crunch egzersizinde, Sabit, Bosu ve Pilates topu zeminlerindeki Rectus Abdominis kasının aktivasyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur, $F(2,30) = 37,29$, $p < 0,01$ kısmî $\eta^2 =$

0,71. Sabit zemin ortalama RA aktivasyon değeri ($\bar{x} = 69,34$) ve Bosu zemini ortalama RA aktivasyon değeri ($\bar{x} = 61,90$), Pilates topu zemini ortalama RA aktivasyon değerine ($\bar{x} = 83,14$) göre anlamlı derecede daha düşük çıkmıştır. Öte yandan Bosu zemini ortalama RA aktivasyon değeri, Sabit zemin ortalama RA aktivasyon değerine göre anlamlı derecede daha düşük çıkmıştır. Bu bulgular, genç elit yüzücülerin Crunch egzersizi ile Rectus Abdominis kaslarının kontraktilite açısından en iyi faydayı sağlayan zeminin, Pilates topu daha sonra da Sabit zemin olduğunu ortaya koymuştur.

Elit erkek yüzücülerin Crunch egzersizini yaparken External Oblique kasının üç farklı zemindeki aktivasyonları arasındaki ilişkinin incelenmesi Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6. Crunch Egzersizinde External Oblique (EO) Kasının Üç Farklı Zemine Göre Aktivasyonlarının Karşılaştırılması

Kas/Egzersiz	Değişken	$\bar{x} \pm Ss$ EO (%MVC)	F	p	Anlamlı Fark	p	Kısmi eta-kare
External Oblique/Crunch	Sabit	55,69 $\pm$ 16,54	4,83	0,016*	Sabit-Bosu	0,014*	0,24
	Bosu	47,08 $\pm$ 16,63			Sabit-Pilates	0,483	
	Pilates	51,34 $\pm$ 16,59			Bosu-Pilates	0,423	

** $p < 0,01$, * $p < 0,05$, F: One-Way ANOVA for Repeated Measures, Fark: Bonferroni.

Elit erkek yüzücülerin yaptıkları Crunch egzersizinde, Sabit, Bosu ve Pilates topu zeminlerindeki External Oblique kasının aktivasyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur, $F(2,30) = 4,83$, $p < 0,01$ kısmî $\eta^2 = 0,24$. Bosu zemini ortalama EO aktivasyon değeri ($\bar{x} = 47,08$), Sabit zemin ortalama EO aktivasyon değerine ($\bar{x} = 55,69$) göre anlamlı derecede daha düşük çıkmıştır. Öte yandan Sabit zemin ile Pilates topu zemini ($\bar{x} = 51,34$) ve Bosu zemini ile Pilates topu zemini ortalama EO aktivasyon değerleri arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Bu bulgular, genç elit yüzücülerin Crunch egzersizi ile External Oblique kaslarının kontraktilite açısından en iyi faydayı sağlayan zeminin, Sabit zemin olduğunu ortaya koymuştur.

Elit erkek yüzücülerin Crunch egzersizini yaparken Erector Spinae kasının üç farklı zemindeki aktivasyonları arasındaki ilişkinin incelenmesi Tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo 7. Crunch Egzersizinde Erector Spinae (ES) Kasının Üç Farklı Zemine Göre Aktivasyonlarının Karşılaştırılması

Kas/Egzersiz	Değişken	$\bar{x} \pm Ss$ ES (%MVC)	F	p	Anlamlı Fark	p	Kısmi eta-kare
Erector Spinae/ Crunch	Sabit	10,71 $\pm$ 3,62	2,59	0,092	Sabit-Bosu	0,293	0,15
	Bosu	8,74 $\pm$ 2,23			Sabit-Pilates	0,379	
	Pilates	8,92 $\pm$ 2,48			Bosu-Pilates	1,000	

****** $p < 0,01$, ***** $p < 0,05$, F: One-Way ANOVA for Repeated Measures, Fark: Bonferroni.

Elit erkek yüzücülerin yaptıkları Crunch egzersizinde, Sabit, Bosu ve Pilates topu zeminlerindeki Erector Spinae kasının aktivasyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı bulunmuştur, $F(2,30) = 2,59$, $p > 0,05$ kısmî $\eta^2 = 0,15$. Sabit zemin ortalama ES aktivasyon değeri ($\bar{x} = 10,71$), Bosu zemini ortalama ES aktivasyon değeri ($\bar{x} = 8,74$) ve Pilates topu zemini ortalama ES aktivasyon değeri ($\bar{x} = 8,92$) arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. İstatistiksel olarak bir anlam ifade etmese de genç elit yüzücülerin Crunch egzersizi ile Erector Spinae kaslarının kontraktilete açısından bir miktar daha iyi fayda sağlayan zeminin, Sabit zemin olduğu anlaşılmıştır.

Elit erkek yüzücülerin Pike Push Up egzersizini yaparken Rectus Abdominis kasının üç farklı zemindeki aktivasyonları arasındaki ilişkinin incelenmesi Tablo 8’de gösterilmiştir.

Tablo 8. Pike Push Up Egzersizinde Rectus Abdominis (RA) Kasının Üç Farklı Zemine Göre Aktivasyonlarının Karşılaştırılması

Kas/Egzersiz	Değişken	$\bar{x} \pm Ss$ RA (%MVC)	F	p	Anlamlı Fark	p	Kısmi eta-kare
Rectus Abdominis/ Pike Push Up	Sabit	32,77 $\pm$ 11,59	55,53	0,000**	Sabit-Bosu	0,000**	0,79
	Bosu	49,48 $\pm$ 14,09			Sabit-Pilates	0,000**	
	Pilates	62,69 $\pm$ 13,17			Bosu-Pilates	0,003**	

****** $p < 0,01$, ***** $p < 0,05$, F: One-Way ANOVA for Repeated Measures, Fark: Bonferroni.

Elit erkek yüzücülerin yaptıkları Pike Push Up egzersizinde, Sabit, Bosu ve Pilates topu zeminlerindeki Rectus Abdominis kasının aktivasyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur, $F(2,30) = 55,53$, $p < 0,01$ kısmî $\eta^2 = 0,79$. Sabit zemin ortalama RA aktivasyon değeri ($\bar{x} = 32,77$) ve Bosu zemini ortalama RA aktivasyon değeri ($\bar{x} = 49,48$), Pilates topu zemini ortalama RA aktivasyon değerine ($\bar{x} = 62,69$) göre anlamlı derecede daha düşük çıkmıştır. Öte yandan Sabit zemin ortalama RA aktivasyon değeri, Bosu zemini ortalama RA aktivasyon değerine göre de anlamlı derecede daha düşük çıkmıştır. Bu bulgular,

genç elit yüzücülerin Pike Push Up egzersizi ile Rectus Abdominis kaslarının kontraktilite açısından en iyi faydayı sağlayan zeminin, Pilates topu daha sonra da Bosu zemini olduğunu ortaya koymuştur.

Elit erkek yüzücülerin Pike Push Up egzersizini yaparken External Oblique kasının üç farklı zemindeki aktivasyonları arasındaki ilişkinin incelenmesi Tablo 9'da gösterilmiştir.

Tablo 9. Pike Push Up Egzersizinde External Oblique (EO) Kasının Üç Farklı Zemine Göre Aktivasyonlarının Karşılaştırılması

Kas/Egzersiz	Değişken	$\bar{x} \pm Ss$ EO (%MVC)	F	p	Anlamlı Fark	p	Kısmi etakare
External Oblique/Pike Push Up	Sabit	43,27±15,15	77,53	0,000**	Sabit-Bosu	0,000**	0,84
	Bosu	63,06±15,45			Sabit-Pilates	0,000**	
	Pilates	81,05±9,08			Bosu-Pilates	0,000**	

**p<0,01, *p<0,05, F: One-Way ANOVA for Repeated Measures, Fark: Bonferroni.

Elit erkek yüzücülerin yaptıkları Pike Push Up egzersizinde, Sabit, Bosu ve Pilates topu zeminlerindeki External Oblique kasının aktivasyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur, $F(2,30) = 77,53$, $p < 0,01$ kısmî $\eta^2 = 0,84$. Sabit zemin ortalama EO aktivasyon değeri ($\bar{x} = 43,27$) ve Bosu zemini ortalama EO aktivasyon değeri ($\bar{x} = 63,06$), Pilates topu zemini ortalama EO aktivasyon değerine ($\bar{x} = 81,05$) göre anlamlı derecede daha düşük çıkmıştır. Öte yandan Sabit zemin ortalama EO aktivasyon değeri, Bosu zemini ortalama EO aktivasyon değerine göre de anlamlı derecede daha düşük çıkmıştır. Bu bulgular, genç elit yüzücülerin Pike Push Up egzersizi ile External Oblique kaslarının kontraktilite açısından en iyi faydayı sağlayan zeminin, Pilates topu daha sonra da Bosu zemini olduğunu ortaya koymuştur.

Elit erkek yüzücülerin Pike Push Up egzersizini yaparken Erector Spinae kasının üç farklı zemindeki aktivasyonları arasındaki ilişkinin incelenmesi Tablo 10'da gösterilmiştir.

Tablo 10. Pike Push Up Egzersizinde Erector Spinae (ES) Kasının Üç Farklı Zemine Göre Aktivasyonlarının Karşılaştırılması

Kas/Egzersiz	Değişken	$\bar{x} \pm Ss$	F	p	Anlamlı Fark	p	Kısmi etakare
		ES (%MVC)					
Erector Spinae/Pike Push Up	Sabit	9,94 $\pm$ 2,11	18,15	0,000**	Sabit-Bosu	0,293	0,55
	Bosu	10,48 $\pm$ 2,86			Sabit-Pilates	0,001**	
	Pilates	13,15 $\pm$ 3,92			Bosu-Pilates	0,001**	

**p<0,01, *p<0,05, F: One-Way ANOVA for Repeated Measures, Fark: Bonferroni.

Elit erkek yüzücülerin yaptıkları Pike Push Up egzersizinde, Sabit, Bosu ve Pilates topu zeminlerindeki Erector Spinae kasının aktivasyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur, $F(2,30) = 18,15$, $p < 0,01$ kısmî $\eta^2 = 0,55$. Sabit zemin ortalama ES aktivasyon değeri ($\bar{x} = 9,94$) ve Bosu zemini ortalama ES aktivasyon değeri ($\bar{x} = 10,48$), Pilates topu zemini ortalama ES aktivasyon değerine ($\bar{x} = 13,15$) göre anlamlı derecede daha düşük çıkmıştır. Öte yandan Sabit zemin ve Bosu zemini ortalama ES aktivasyon değerleri arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Bu bulgular, genç elit yüzücülerin Pike Push Up egzersizi ile Erector Spinae kaslarının kontraktilite açısından en iyi faydayı sağlayan zeminin, Pilates topu olduğunu ortaya koymuştur.

4.3. Elit Erkek Yüzücülerde Farklı Zemin Varyasyonlarında Uygulanan Egzersizler Arasındaki Kas Aktivasyonlarının İncelenmesi

Elit erkek yüzücülerin Rectus Abdominis kas aktivasyonunu en iyi sağlayan zemin ve egzersiz durumları incelenmiş olup sonuçlar Tablo 11 ve Şekil 4.1.'de gösterilmiştir.

Tablo 11. Rectus Abdominis (RA) Kas Aktivasyonunu En İyi Sağlayan Zemin ve Egzersiz Çeşitlerinin İncelenmesi

Kas	Değişken	$\bar{x} \pm Ss$ RA (%MVC)	F	p	Anlamlı Fark	p	Kısmi eta-kare
Rectus Abdominis	Sabit Pike Push Up (1)	32,77±11,59	44,41	0,000**	1<4,5,6,7,8,9	0,000**	0,75
					2<5	0,006**	
					2<6	0,002**	
	Sabit Plank (2)	41,81±12,37			2<7	0,005**	
					2<8,9	0,000**	
	Bosu Plank (3)	45,65±11,90			3<5	0,033*	
					3<6	0,007**	
	Bosu Pike Push Up (4)	49,48±14,09			3<7	0,027*	
					3<8,9	0,000**	
	Pilates Plank (5)	58,15±11,70			4<7	0,031*	
					4<8	0,001**	
	Bosu Crunch (6)	61,90±13,54			4<9	0,000**	
	Pilates Pike Push Up (7)	62,69±13,17			5<8	0,005**	
					5<9	0,000**	
	Sabit Crunch (8)	69,34±8,95			6<9	0,000**	
					7<9	0,001**	
	Pilates Crunch (9)	83,14±7,21			8<9	0,000**	

**p<0,01, *p<0,05, F: One-Way ANOVA for Repeated Measures, Fark: Bonferroni.

Elit erkek yüzücülerin Sabit, Bosu ve Pilates topu zeminleri üzerinde yaptıkları Prone Plank, Crunch ve Pike Push Up egzersizlerinde Rectus Abdominis kasının aktivasyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur, $F(2,30) = 44,41$, $p < 0,01$ kısmî $\eta^2 = 0,75$.

Sabit zeminde yapılan Pike Push Up egzersizi ortalama RA aktivasyon değeri ($\bar{x} = 32,77$), Sabit zeminde yapılan Prone Plank egzersizi ortalama RA aktivasyon değeri ($\bar{x} = 41,81$), Bosu zemininde yapılan Prone Plank egzersizi ortalama RA aktivasyon değeri ($\bar{x} = 45,65$), Bosu zemininde yapılan Pike Push Up egzersizi ortalama RA aktivasyon değeri ($\bar{x} = 49,48$), Pilates topu zeminde yapılan Prone Plank egzersizi ortalama RA aktivasyon değeri ($\bar{x} = 58,15$), Bosu zemininde yapılan Crunch egzersizi ortalama RA aktivasyon değeri ($\bar{x} = 61,90$), Pilates topu zeminde yapılan Pike Push Up egzersizi ortalama RA aktivasyon değeri ($\bar{x} = 62,69$), Sabit zeminde yapılan Crunch egzersizi ortalama RA aktivasyon değeri ($\bar{x} = 69,34$), Pilates

topu zemininde yapılan Crunch egzersizi ortalama RA aktivasyon değerine ($\bar{x} = 83,14$) göre anlamlı derecede daha düşük çıkmıştır.

Öte yandan Sabit zeminde yapılan Pike Push Up egzersizi, Sabit zeminde yapılan Prone Plank egzersizi, Bosu zemininde yapılan Prone Plank egzersizi, Bosu zemininde yapılan Pike Push Up egzersizi, Pilates topu zemininde yapılan Prone Plank egzersizi ortalama RA aktivasyon değeri, Sabit zeminde yapılan Crunch egzersizi ortalama RA aktivasyon değerine göre anlamlı derecede daha düşük çıkmıştır.

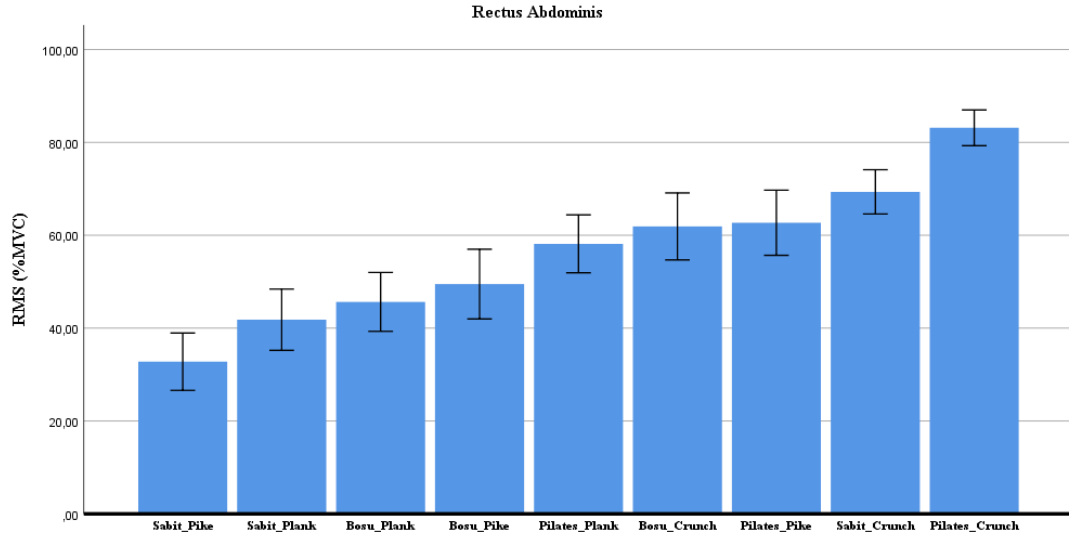
Sabit zeminde yapılan Pike Push Up egzersizi, Sabit zeminde yapılan Prone Plank egzersizi, Bosu zemininde yapılan Prone Plank egzersizi, Bosu zemininde yapılan Pike Push Up egzersizi ortalama RA aktivasyon değeri, Pilates topu zemininde yapılan Pike Push Up egzersizi ortalama RA aktivasyon değerine göre anlamlı derecede daha düşük çıkmıştır.

Sabit zeminde yapılan Pike Push Up egzersizi, Sabit zeminde yapılan Prone Plank egzersizi, Bosu zemininde yapılan Prone Plank egzersizi ortalama RA aktivasyon değeri, Bosu zemininde yapılan Crunch egzersizi ortalama RA aktivasyon değerine göre anlamlı derecede daha düşük çıkmıştır.

Sabit zeminde yapılan Pike Push Up egzersizi, Sabit zeminde yapılan Prone Plank egzersizi, Bosu zemininde yapılan Prone Plank egzersizi ortalama RA aktivasyon değeri, Pilates topu zemininde yapılan Prone Plank egzersizi ortalama RA aktivasyon değerine göre anlamlı derecede daha düşük çıkmıştır.

Sabit zeminde yapılan Pike Push Up egzersizi ortalama RA aktivasyon değeri, Bosu zemininde yapılan Pike Push Up egzersizi ortalama RA aktivasyon değerine göre anlamlı derecede daha düşük çıkmıştır.

Bu bulgular, elit erkek yüzücülerin Rectus Abdominis kaslarının aktivasyonu için en iyi faydayı sağlayan egzersizin Crunch, en iyi zeminin de Pilates topu olduğunu ortaya koymuştur.



Şekil 4.1. Rectus Abdominis Kas Aktivasyonunu En İyi Sağlayan Zemin ve Egzersiz Çeşitlerinin İncelenmesi.

Elit erkek yüzücülerin External Oblique kas aktivasyonunu en iyi sağlayan zemin ve egzersiz durumları incelenmiş olup sonuçlar Tablo 12 ve Şekil 4.2.'de gösterilmiştir.

Tablo 12. External Oblique (EO) Kas Aktivasyonunu En İyi Sağlayan Zemin ve Egzersiz Çeşitlerinin İncelenmesi

Kas	Değişken	$\bar{x} \pm Ss$ EO (%MVC)	F	p	Anlamlı Fark	p	Kısmi eta- kare
External Oblique	Sabit Plank (1)	37,30±10,90	21,19	0,000**	1<6,9	0,000**	0,59
					1<7	0,029*	
	Bosu Plank (2)	42,33±10,82			1<8	0,006**	
					2<6,9	0,000**	
	Sabit Pike Push Up (3)	43,27±15,15			2<7	0,033*	
					2<8	0,006**	
	Bosu Crunch (4)	47,08±16,63			3<8	0,001**	
					3<9	0,000**	
	Pilates Crunch (5)	51,34±16,59			4<8	0,033*	
					4<9	0,000**	
	Pilates Plank (6)	53,66±10,14			5,6,7<9	0,000**	
					8<9	0,001**	
	Sabit Crunch (7)	55,69±16,54					
	Bosu Pike Push Up (8)	63,06±15,45					
	Pilates Pike Push Up (9)	81,05±9,08					

**p<0,01, *p<0,05, F: One-Way ANOVA for Repeated Measures, Fark: Bonferroni.

Elit erkek yüzücülerin Sabit, Bosu ve Pilates topu zeminleri üzerinde yaptıkları Prone Plank, Crunch ve Pike Push Up egzersizlerinde External Oblique kasının aktivasyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur, F (2,30) = 21,19, p<0,01 kısmî $\eta^2 = 0,59$.

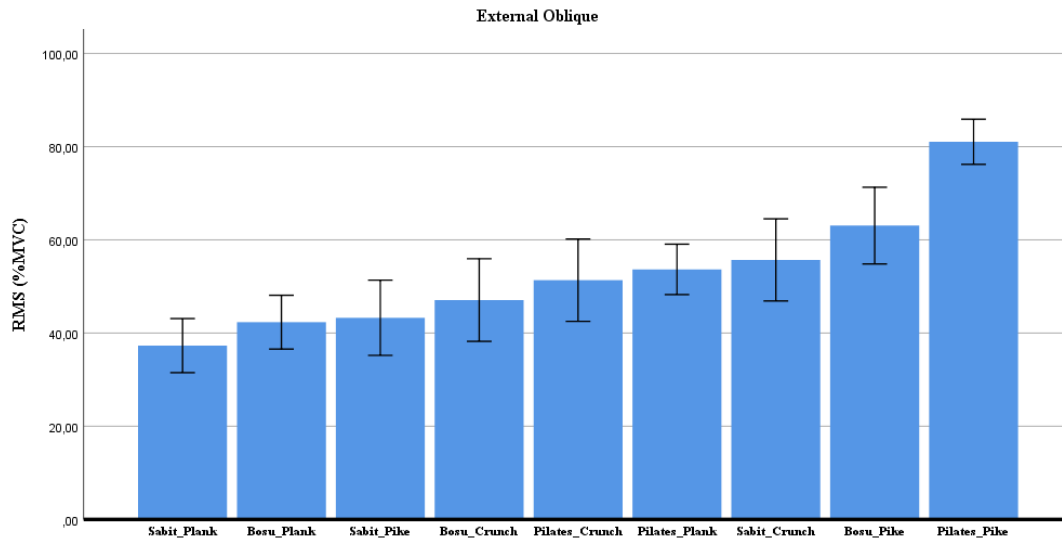
Sabit zeminde yapılan Prone Plank egzersizi ortalama EO aktivasyon değeri ($\bar{x} = 37,30$), Bosu zemininde yapılan Prone Plank egzersizi ortalama EO aktivasyon değeri ($\bar{x} = 42,33$), Sabit zeminde yapılan Pike Push Up egzersizi ortalama EO aktivasyon değeri ($\bar{x} = 43,27$), Bosu zemininde yapılan Crunch egzersizi ortalama EO aktivasyon değeri ($\bar{x} = 47,08$), Pilates topu zemininde yapılan Crunch egzersizi ortalama EO aktivasyon değeri ($\bar{x} = 51,34$), Pilates topu zemininde yapılan Prone Plank egzersizi ortalama EO aktivasyon değeri ($\bar{x} = 53,66$), Sabit zeminde yapılan Crunch egzersizi ortalama EO aktivasyon değeri ($\bar{x} = 55,69$), Bosu zemininde yapılan Pike Push Up egzersizi ortalama EO aktivasyon değeri ($\bar{x} = 63,06$), Pilates

topu zemininde yapılan Pike Push Up egzersizi ortalama EO aktivasyon değerine ($\bar{x} = 81,05$) göre anlamlı derecede daha düşük çıkmıştır.

Öte yandan Sabit zeminde yapılan Prone Plank egzersizi, Bosu zemininde yapılan Prone Plank egzersizi, Sabit zeminde yapılan Pike Push Up egzersizi, Bosu zemininde yapılan Crunch egzersizi ortalama EO aktivasyon değeri, Bosu zemininde yapılan Pike Push Up egzersizi ortalama EO aktivasyon değerine göre anlamlı derecede daha düşük çıkmıştır.

Yine Sabit zeminde yapılan Prone Plank egzersizi ortalama EO aktivasyon değeri ve Bosu zemininde yapılan Prone Plank egzersizi ortalama EO aktivasyon değeri, Pilates topu zemininde yapılan Prone Plank egzersizi ortalama EO aktivasyon değeri ve Sabit zeminde yapılan Crunch egzersizi ortalama EO aktivasyon değerine göre anlamlı derecede daha düşük çıkmıştır.

Bu bulgular, elit erkek yüzücülerin External Abdominis kaslarının aktivasyonu için en iyi faydayı sağlayan egzersizin Pike Push Up, en iyi zeminin de Pilates topu olduğunu ortaya koymuştur.



Şekil 4.2. External Oblique Kas Aktivasyonunu En İyi Sağlayan Zemin ve Egzersiz Çeşitlerinin İncelenmesi.

Elit erkek yüzücülerin Erector Spinae kas aktivasyonunu en iyi sağlayan zemin ve egzersiz durumları incelenmiş olup sonuçlar Tablo 13 ve Şekil 4.3.'te gösterilmiştir.

Tablo 13. Erector Spinae (ES) Kas Aktivasyonunu En İyi Sağlayan Zemin ve Egzersiz Çeşitlerinin İncelenmesi

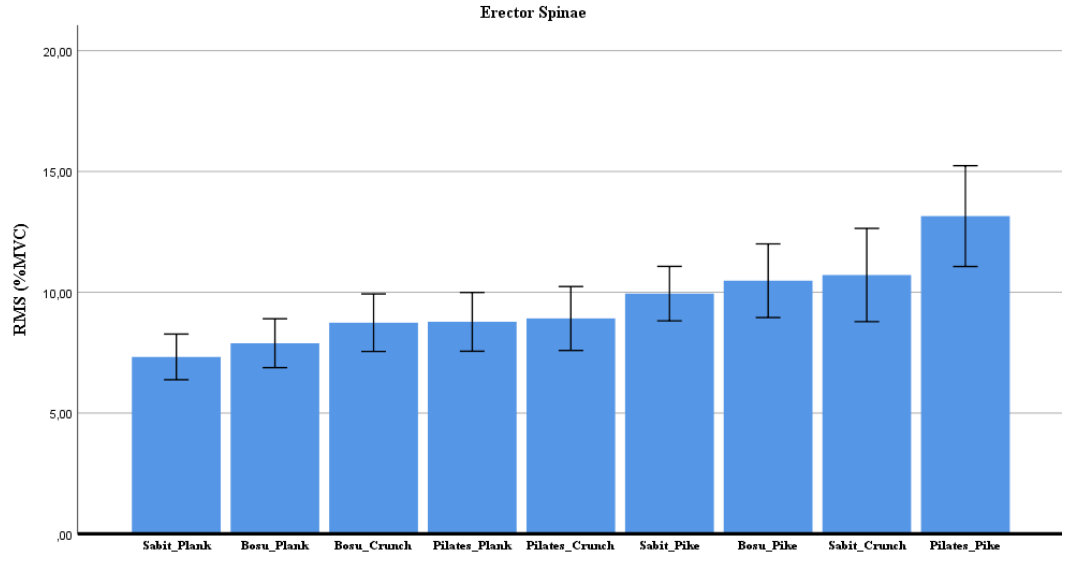
Kas	Değişken	$\bar{x} \pm Ss$ ES (%MVC)	F	p	Anlamlı Fark	p	Kısmi eta-kare
Erector Spinae	Sabit Plank (1)	7,32±1,77	8,74	0,000**	1<9	0,001**	0,37
	Bosu Plank (2)	7,89±1,90			2<9	0,004**	
	Bosu Crunch (3)	8,74±2,23			3<9	0,036*	
	Pilates Plank (4)	8,78±2,28			4<9	0,005**	
	Pilates Crunch (5)	8,92±2,48			5<9	0,048*	
	Sabit Pike Push Up (6)	9,94±2,11			6<9	0,017*	
	Bosu Pike Push Up (7)	10,48±2,86			7<9	0,017*	
	Sabit Crunch (8)	10,71±3,62					
	Pilates Pike Push Up (9)	13,15±3,92					

** $p < 0,01$, * $p < 0,05$, F: One-Way ANOVA for Repeated Measures, Fark: Bonferroni.

Elit erkek yüzücülerin Sabit, Bosu ve Pilates topu zeminleri üzerinde yaptıkları Prone Plank, Crunch ve Pike Push Up egzersizlerinde Erector Spinae kasının aktivasyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur, $F(2,30) = 8,74$, $p < 0,01$ kısmî $\eta^2 = 0,37$.

Sabit zeminde yapılan Prone Plank egzersizi ortalama ES aktivasyon değeri ($\bar{x} = 7,32$), Bosu zemininde yapılan Prone Plank egzersizi ortalama ES aktivasyon değeri ($\bar{x} = 7,89$), Bosu zemininde yapılan Crunch egzersizi ortalama ES aktivasyon değeri ($\bar{x} = 8,74$), Pilates topu zemininde yapılan Prone Plank egzersizi ortalama ES aktivasyon değeri ($\bar{x} = 8,78$), Pilates topu zeminde yapılan Crunch egzersizi ortalama ES aktivasyon değeri ($\bar{x} = 8,92$), Sabit zeminde yapılan Pike Push Up egzersizi ortalama ES aktivasyon değeri ($\bar{x} = 9,94$), Bosu zemininde yapılan Pike Push Up egzersizi ortalama ES aktivasyon değeri ($\bar{x} = 10,48$), Sabit zeminde yapılan Crunch egzersizi ortalama ES aktivasyon değeri ($\bar{x} = 10,71$), Pilates topu zemininde yapılan Pike Push Up egzersizi ortalama ES aktivasyon değerine ($\bar{x} = 13,15$) göre anlamlı derecede daha düşük çıkmıştır.

Bu bulgular, Elit erkek yüzücülerin Erector Spinae kaslarının aktivasyonu için en iyi faydayı sağlayan egzersizin Pike Push Up, en iyi zeminin de Pilates topu olduğunu ortaya koymuştur.



Şekil 4.3. Erector Spinae Kas Aktivasyonunu En İyi Sağlayan Zemin ve Egzersiz Çeşitlerinin İncelenmesi.

5. TARTIşMA VE SONUÇ

Bu çalışmanın amacı elit erkek yüzücülerde uygulanan core egzersizleri (Prone Plank, Crunch, Pike Push Up) sırasında, zeminler arasında (sabit zemin, Bosu ve Pilates topu) hedef core kas grubunda (Rectus Abdominis, External Oblique, Erector Spinae) hangi zeminin en çok kas aktivasyonu sağladığını, ayrıca farklı zemin varyasyonlarında gerçekleştirilen core egzersizleri arasında (Sabit Prone Plank- Bosu Prone Plank, Pilates Prone Plank- Sabit Crunch- Bosu Crunch- Pilates Crunch- Sabit Pike Push Up- Bosu Pike Push Up- Pilates Pike Push Up) hedef kasta hangi egzersiz ve zeminin en çok kas aktivasyonu sağladığını belirlemeyebilmektir.

Elde edilen bulgulara göre Prone Plank egzersizinde, Sabit zemin ve Bosu RA kas aktivasyon değeri Pilates topundaki aktivasyon değerine göre anlamlı derecede daha düşük çıkmıştır. Sabit zemin ve Bosu'da gerçekleştirilen Plank egzersizleri arasında ortalama RA aktivasyon değerleri arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Bu bulgulardan yola çıkarak, zeminler arasındaki RA kas aktivasyon sıralaması Pilates Topu > Bosu > Sabit Zemin şeklindedir. External Oblique kasının aktivasyon değerlerinin zeminlere göre karşılaştırılmasında ise sabit zemin ve Bosu'da gerçekleştirilen Plank egzersizlerinde, Pilates topunda gerçekleştirilen Plank egzersizine göre anlamlı derecede daha düşük çıkmıştır. Öte yandan Sabit zemin ve Bosu topundaki ortalama EO aktivasyon değerleri arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Bu bulgulardan yola çıkarak, zeminler arasındaki RA kas aktivasyon sıralaması Pilates Topu > Bosu > Sabit Zemin şeklindedir. Prone Plank egzersizinde aktivasyonuna baktığımız bir diğer kas grubu da Erector Spinae'dır. M. Erector Spinae'nin aktivasyon değerlerinin zeminlere göre karşılaştırılmasında, sabit zemindeki kas aktivasyon değeri Pilates topundaki aktivasyon değerine göre anlamlı derecede daha düşük çıkmıştır. Sabit zemin ile Bosu ve Bosu ile Pilates topu ortalama ES aktivasyon değerleri arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Bu bulgulardan yola çıkarak, zeminler arasındaki RA kas aktivasyon sıralaması Pilates Topu > Bosu > Sabit Zemin şeklindedir.

Bulgularımız, literatürde farklı zeminlerde gerçekleştirilen Plank egzersizlerinde core kas aktivasyonun etkinliğiyle ilgili birçok çalışma ile benzerlik göstermektedir. Sabit zemine kıyasla instabilite cihazlarının kullanımı kas aktivasyonunda artışlar meydana getirmiştir (Czaprowski ve ark., 2014; Lehman,

Hoda, & Oliver, 2005; Snarr, & Esco, 2014; Topçu ve ark., 2022; Youdas ve ark., 2018).

Snarr ve Esco, 2014 yılında, sabit zemin ve instabilite cihazları ile Gerçekleştirilen Plank Varyasyonlarındaki Rectus Abdominis, External Oblique ve Erector Spinae'nin elektromiyografik aktivitesini karşılaştırdığı çalışmada, sabit zemine kıyasla, Pilates topunda gerçekleştirilen Plank egzersizinde önemli ölçüde RA, EO, ES aktivasyonunu ($p \leq 0,05$) tespit etmişlerdir. Youdas ve arkadaşları (2018), 26 sağlıklı katılımcılarda sabit zemin ve Pilates topu üzerinde gerçekleştirilen yüzüstü plank egzersizlerindeki kas aktivasyon farklarını incelemişler ve çalışmanın sonucunda Pilates topunda sabit zemine göre yüksek RA, çok yüksek EO kas aktivitesi olduğunu tespit etmişlerdir. Sporcularda, farklı instabilite cihazları (Bosu, İsviçre Topu, TRX) ve instabilite cihazları olmadan yapılan plank egzersizi sırasında core kaslarının elektromiyografik aktivitesini karşılaştıran çalışmada, bizim çalışmamıza benzer olarak RA ve EO kaslarında İsviçre topunda sabit yüzeye ve Bosu'ya göre anlamlı derecede daha yüksek amplitüd değerleri gözlenirken, ES kasında bizim çalışmamızdan farklı olarak İsviçre Topu, Bosu ve sabit yüzey arasında anlamlı fark elde edilememiştir (Topçu ve ark., 2022). Czaprowski ve arkadaşlarının (2014) yapmış oldukları çalışmada ise, stabil ve stabil olmayan yüzeylerde (Bosu, Swiss Ball) yüzüstü plank egzersizlerinde, core kaslarının aktivitelerini değerlendirmişler, stabil bir yüzey ($p < 0.001$) ve Bosu ($P < 0.001$) üzerinde gerçekleştirilen egzersizlerle karşılaştırıldığında İsviçre Topu üzerindeki egzersizlerde anlamlı derecede daha yüksek aktiviteye RA ve EO kas aktivasyonu tespit etmişlerdir. İnstabilite cihazlarının core kaslarını hedef almak için tasarlandığı ve EMG aktivitesinin geleneksel egzersizlerle karşılaştırıldığı bir başka çalışmada da, Pilates topu üzerinde yapılan Plank egzersizinde daha fazla RA ve EO aktivitesi tespit edilmiştir (Lehman ve ark., 2005). Yüzücülerden oluşan bir popülasyonda, 3 farklı durumda core kas sisteminin nöromüsküler aktivasyonunun incelendiği çalışmada, çalışmamızdan farklı olarak RA, EO ve ES kas gruplarında Pilates topunda yapılan Prone Plank egzersizinde sabit zemine kıyasla daha düşük aktivasyon tespit edilmiştir. Pilates topu üzerinde yapılan Plank egzersizi ile karşılaştırıldığında sabit Plank egzersizindeki EO kası aktivasyonu anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur ($p < 0,002$) (Atkins ve ark., 2015). İlgili kas gruplarında

zeminler arası aktivasyon değerleri bizim çalışmamızdan farklı sonuçlar vermiştir. Bunun da Atkins ve arkadaşlarının çalışmasında katılımcıların ayaklarının Pilates topunun yüksekliğine paralel olacak şekilde yükseltilmeden egzersizi düz bir hatta yapmamalarının oluşturduğu açısal farktan kaynaklandığı varsayılmaktadır.

Çalışmamızda Crunch egzersizinde elde edilen bulgulara göre, Rectus Abdominis kasının sabit zemin ortalama aktivasyon değeri ve Bosu zemini ortalama aktivasyon değeri, Pilates topu zemini ortalama aktivasyon değerine göre anlamlı derecede daha düşük çıkmıştır. Öte yandan Bosu zemini ortalama RA aktivasyon değeri, sabit zemin ortalama RA aktivasyon değerine göre anlamlı derecede daha düşük çıkmıştır. Bu bulgulardan yola çıkarak, zeminler arasındaki RA kas aktivasyon sıralaması Pilates Topu > Sabit Zemin > Bosu şeklindedir. External Oblique kasının Bosu zeminindeki ortalama aktivasyon değeri, Sabit zeminindeki ortalama aktivasyon değerine göre anlamlı derecede daha düşük çıkmıştır. Öte yandan Sabit zemin ile Pilates topu zemini ve Bosu zemini ile Pilates topu zemini ortalama EO aktivasyon değerleri arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Bu bulgulardan yola çıkarak, zeminler arasındaki EO kas aktivasyon sıralaması Sabit Zemin > Pilates Topu > Bosu şeklindedir. M. Erector Spinae'nin aktivasyon değerlerinin zeminlere göre karşılaştırılmasında ise Sabit zemin ortalama ES aktivasyon değeri, Bosu zemini ortalama ES aktivasyon değeri ve Pilates topu zemini ortalama ES aktivasyon değeri arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. İstatistiksel olarak anlamlı fark elde edilmese de crunch egzersizinde Erector Spinae kaslarının kontraktilesi açısından en iyi faydayı sağlayan zeminin, Sabit zemin olduğu anlaşılmıştır. Zeminler arası kas aktivasyon sıralaması ise Sabit Zemin > Pilates Topu > Bosu şeklindedir.

Literatür incelendiğinde, Robinson ve arkadaşlarının 2005 yılında, Pilates topu ve sabit zeminde gerçekleştirilen geleneksel crunch egzersizleri sırasında Alt Rectus Abdominis (LRA), Üst Rectus Abdominis (URA) ve Obliquus Externus Abdominis kaslarının nöromusküler aktivasyonun etkilerini inceledikleri çalışmada, alt lomber bölge seviyesine yerleştirilen Pilates topuyla gerçekleştirilen bir Crunch egzersizinde geleneksel bir Crunch'a göre sırasıyla %31, %38 ve %24 oranında önemli ölçüde daha fazla URA, LRA ve EO aktivitesi tespit edilmiştir. Zeminler arasındaki RA kasındaki aktivasyon farkı, çalışmamızdaki bulgularla tutarlılık gösterirken, EO kasının zeminler arasındaki aktivasyon farkı çalışmamızın çıktılarıyla tutarsızlık

göstermektedir. Benzer sonuçlar elde edilen Vera-Garcia ve arkadaşlarının (2000) çalışmasında ise stabil ve unstabil zeminlerinin core kas grubu mekaniği üzerindeki modüle edici etkisinin derecesini belirlemek amacıyla, sabit zemin ve Pilates topu denge ekipmanının yer aldığı bir zeminde crunch egzersizleri gerçekleştirilmiş ve çalışma sonucunda sabit zeminde yapılan crunch egzersizinde rektus abdominis kas aktivitesi MVC'nin %20'i ve External Oblique kas aktivitesi MVC'nin %5'i iken bu oran Pilates topunda yapılan egzersizlerde Rectus Abdominis kas aktivitesi MVC'nin %34'üne ve dış oblik kas aktivitesi MVC'nin %10'una yükselmiştir. Zeminler arası RA kasının aktivasyonundaki oransal fark çalışmamızla benzer sonuçlar gösterirken, EO kasında benzer bulgular elde edilmemiştir. Her iki çalışmada da EO kasında oluşan bu farkın egzersiz uygulama ve katılımcı grup farklılıklarından kaynaklandığı varsayılmaktadır. Sabit zemin ve Bosu üzerinde gerçekleştirilen mekikler sırasında Rectus Abdominis ve External Oblique kaslarının elektromiyografik aktivitesinin değerlendirildiği bir çalışmada, sabit zemine kıyasla üst vücut dengesizliğinin olduğu yani çalışmamızdaki gibi alt lomber bölgeye yerleştirilen Bosu'daki Crunch egzersizinde External Oblique kasının aktivasyonunda %22-24 oranında azalma ($p = 0,002-0,006$), Rectus Abdominis kasında ise herhangi bir aktivasyon farkı saptanmamıştır (Saeterbakken ve ark., 2014). Çalışmada 1-2 tekrar yapılan crunch egzersizinde sabit zeminde Bosu zeminine göre RA kasında aktivasyon farkı fazla, fakat tekrar sayısı arttıkça Bosu topunda sabit zemine kıyasla fazla RA aktivasyonu gözlemlenmiştir. Tekrar sayısı arttıkça zeminler arası aktivasyon oranı Bosu lehine değişmiştir. Bizim çalışmamız 3 tekrardaki en yüksek aktivasyonun değerlendirildiği bir çalışma olduğu için Saeterbakken ve arkadaşlarının (2014) az tekrarla yapılmış olan crunch egzersizindeki RA kasının aktivasyon farkıyla aslında benzer sonuçlar göstermektedir. External Oblique kasında ise benzer sonuçlar tespit edilmiştir. Duncan (2009), 14 sağlıklı katılımcının yer aldığı çalışmada, sabit zemin ve Pilates topu üzerinde gerçekleştirilen Crunch egzersizlerindeki kas aktivasyon farklarını incelemiş ve çalışmanın sonucunda Üst Rectus Abdominis ve Alt Rectus Abdominis kas aktivitesinde sabit bir yüzeye kıyasla Pilates topu üzerinde daha fazla artış tespit etmiştir. Sabit ve sabit olmayan zeminde URA ve LRA kaslarının aktivasyon oranındaki farkları inceleyen bir başka çalışmada ise, sabit zemine kıyasla Pilates

topunda gerçekleştirilen egzersiz sırasında daha fazla URA ve LRA kas aktivitesi elde edilmiştir (Clark, Holt, & Sinyard, 2003).

Literatürde farklı zeminlerde gerçekleştirilen Crunch egzersizlerinde Erector Spinae kas aktivasyonunun etkinliğiyle ilgili sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Imai ve ark., 2010). İmai ve arkadaşlarının 2010 yılında, yüzey stabilitesindeki farklılıkların core kas aktivitesini etkileyip etkilemediğini açıklığa kavuşturmak için yaptığı çalışmada, sabit zemine kıyasla Bosu üzerinde gerçekleştirilen geleneksel crunch egzersizinde daha fazla RA aktivasyonu, önemli ölçüde yüksek EO kası aktivasyonu ($P < .05$) tespit edilirken, ES kasında Bosu zeminine kıyasla sabit zeminde çok az miktarda fazla kas aktivasyonu gözlenmiştir. Özellikle Crunch egzersizinde önemli bir rolü olan RA ve EO kas gruplarının zeminler arası aktivasyon değerleri bizim çalışmamızdan farklı sonuçlar vermiştir. Bunun da İmai ve arkadaşlarının çalışmasında Bosu topu ile gerçekleştirilen egzersizde katılımcıların ayaklarının yere temasının olmamasından kaynaklandığı varsayılmaktadır.

Pike Push Up egzersizinde elde ettiğimiz bulgulara göre, sabit zemin ve Bosu zemini ortalama RA aktivasyon değeri, Pilates topu zemini ortalama RA aktivasyon değerine göre anlamlı derecede daha düşük çıkmıştır. Öte yandan Sabit zemin ortalama RA aktivasyon değeri, Bosu zemini ortalama RA aktivasyon değerine göre de anlamlı derecede daha düşük çıkmıştır. Bu bulgulardan yola çıkarak, zeminler arasındaki RA kas aktivasyon sıralaması Pilates Topu > Bosu > Sabit Zemin şeklindedir. External Oblique kasının aktivasyon değerlerinin zeminlere göre karşılaştırılmasında, sabit zemin ortalama EO aktivasyon değeri ve Bosu zemini ortalama EO aktivasyon değeri, Pilates topu zemini ortalama EO aktivasyon değerine göre anlamlı derecede daha düşük çıkmıştır. Öte yandan sabit zemin ortalama EO aktivasyon değeri, Bosu zemini ortalama EO aktivasyon değerine göre de anlamlı derecede daha düşük çıkmıştır. Bu bulgulardan yola çıkarak, zeminler arasındaki EO kas aktivasyon sıralaması Pilates Topu > Bosu > Sabit Zemin şeklindedir. M. Erector Spinae'nin aktivasyon değerlerinin zeminlere göre karşılaştırılmasında ise Sabit zemin ve Bosu zemini ortalama ES aktivasyon değeri, Pilates topu zemini ortalama ES aktivasyon değerine göre anlamlı derecede daha düşük çıkmıştır. Öte yandan sabit zemin ve Bosu zemini ortalama ES aktivasyon değerleri arasında anlamlı

farklılık bulunmamıştır. Bu bulgulardan yola çıkarak, zeminler arasındaki ES kas aktivasyon sıralaması Pilates Topu > Bosu > Sabit Zemin şeklindedir.

Literatürde farklı zemin varyasyonlarında gerçekleştirilen Pike Push Up egzersizlerinde core kas aktivasyonunun etkinliğiyle ilgili sınırlı çalışma mevcuttur (Schoffstall, James, Titcomb, Kilbourne, & Brianne, 2010; Snarr ve ark., 2016). Çalışmamızdaki zemin karşılaştırılmalarından farklı olarak, Schoffstall ve arkadaşlarının (2010) çalışmasında katılımcılar Pilates topu, power slide, power wheel ve TRX ekipmanlarında Pike Push Up egzersizleri gerçekleştirmiş ve egzersizlerin hiçbiri arasında EO, URA ve LRA kasları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmamıştır.

Snarr ve arkadaşları 2016 yılında çeşitli yüzeylerde gerçekleştirilen Pike Push Up varyasyonları sırasında Rectus Abdominis, External Oblique, Erector Spinae kaslarının elektromiyografik farklılıklarını karşılaştırmış ve sabit zeminde yapılan egzersizdeki core kas aktivasyonu instabilite cihazlarıyla yapılan egzersizlerle karşılaştırıldığında önemli ölçüde daha düşük değerler ortaya çıkmıştır. EO kas aktivasyon değerlendirilmesinde; sabit zemin ortalama EO aktivasyon değeri ($\bar{x}$ = 47.81) Bosu zemini ortalama EO aktivasyon değeri ($\bar{x}$ = 97.921) ve Pilates topu zemini ortalama EO aktivasyon değerine ($\bar{x}$ =138.84) göre önemli ölçüde daha düşük çıkmıştır ($p < 0.001$). Öte yandan Bosu zemini ortalama EO aktivasyon değeri, Pilates topu zemini ortalama EO aktivasyon değerine ($\bar{x}$ =138.84) göre anlamlı daha düşük çıkmıştır ($p \leq 0,05$). ES kasının sabit zemindeki aktivasyon oranı ise ($\bar{x}$ = 7.83), Pilates topu zemini ortalama ES aktivasyon değerine ($\bar{x}$ =10.14) göre daha düşük çıkmıştır ($p \leq 0,05$). Bu çıktılar doğrultusunda hem sabit ve sabit olmayan zeminlerde yapılan egzersizlerdeki core kas aktivasyon oranı farkı çıktısı hem de zeminler arası EO ve ES kası aktivasyon sıralaması çalışmamızdaki bulgularla benzerlik göstermektedir. Sabit zemin ortalama RA aktivasyon değeri ($\bar{x}$ = 25,57) Bosu zemini ortalama RA aktivasyon değeri ($\bar{x}$ = 52.26) ve Pilates topu zemini ortalama RA aktivasyon değerine ($\bar{x}$ =47.59) göre önemli ölçüde daha düşük çıkmıştır ($p < 0.001$). Bosu'daki ortalama RA aktivasyonunun Pilates topundaki ortalama kas aktivasyonundan fazla olması çalışmamızdaki bulgularla örtüşmemektedir. Bu çalışmanın bizim çalışmamızdaki sporcu katılımından farklı olarak sedanter kadın ve erkek katılımcılar tarafından gerçekleşmesi ve bu yüzden

instabilite oranı diğer cihazlara göre fazla olan Pilates topunda hareket esnasında sağ ve sol salınımlarının da fazla olmasının etkisiyle yan abdominal kas grubunun daha fazla kasılması sonucu RA kasına duyulan ihtiyacın azalmasından kaynaklı olduğunu düşünmekteyiz. İnstabiledaki fazla artışla birlikte hareketin zorlaşması sedanter grupta ilgili kasta aktivasyon düşüklüğüne yol açmış olabilir.

Escamilla ve arkadaşları 2016 yılında Pilates topu denge ekipmanı olan ve olmayan yüzüstü (Plank), sırtüstü (Crunch) pozisyonlarda yapılan egzersizlerin core kas aktivitesindeki etkisi araştırmışlardır. RA kasındaki ortalama kas aktivasyonu Crunch egzersizinde, Pilates topu ve sabit zeminde yapılan Plank egzersizine göre anlamlı derecede yüksek çıkmıştır. Sabit ve sabit olmayan zeminde yapılan Plank egzersizinde ise RA kas aktivitesi sabit zemine kıyasla Pilates topunda gerçekleştirilen plank egzersizinde daha yüksek çıkmıştır. Elde edilen bulgular çalışmamızdaki çıktılarla tutarlıdır. EO ve ES kaslarında ise bizim çalışmamızdan farklı olarak egzersizler arasında anlamlı farklılık tespit edilememiştir. Escamilla ve arkadaşların (2010) geleneksel Crunch egzersizi ve Pilates topuyla yapılan Pike Push Up egzersizlerini karşılaştırdığı bir başka çalışmada ise EO ve ES kaslarının nöromuskuler aktivitesi, Crunch egzersize kıyasla Pike Push Up egzersizinde anlamlı derecede daha yüksek, RA kas aktivitesi ise Crunch egzersizinde Pike egzersizine nazaran daha yüksek tespit edilmiştir. Zeminden bağımsız Crunch ve Pike egzersizleri sırasında global core kas sisteminin (RA, EO, ES) elektromiyografik aktivitesinin karşılaştırıldığı bir çalışmada da yine çalışmamızın bulgularıyla paralellik göstermektedir. Sabit zeminde yapılan Crunch egzersizi, sabit zeminde yapılan Pike egzersizine göre önemli ölçüde daha yüksek RA kas aktivasyonu meydana getirirken, EO ve ES kasında her iki egzersiz arası istatistiksel olarak farklılık tespit edilmemiştir.

Çalışmamızda Plank egzersizinde instabilite artışı ile egzersiz sırasında omurga düzgünlüğündeki bozulmaları önlemek bunlara direnmek için çekirdek stabilizasyonuna olan talebin artmasından kaynaklı Rectus Abdominis, External Oblique ve Erector Spinae'da kas aktivasyon artışı görülmektedir. ES kasının aktivasyonu zeminlerden bağımsız olarak RA ve EO kaslarının aktivasyonundan oldukça düşüktür. Hedef global kaslardaki aktivasyon göz önüne alındığında Plank

egzersizinde optimal faydayı sağlamak için egzersizin Pilates topunda uygulanması en doğru tercih olabilir.

Crunch egzersizinde, abdominal bölgenin doğrusal fleksiyonunda primer mobilite görevine sahip Rectus Abdominis kası sabit zeminde Bosu zeminine göre daha fazla kontraksiyon göstermiştir. İnstabilite artışına bağlı olarak Bosu'daki aktivasyonun daha fazla olması beklenirken, topun alt lomber bölgeye yerleştirilmesi ve hareketin konsantrik fazında harekete çıkış kolaylığı sağlamasından dolayı böyle bir aktivasyon düşüklüğü görüldüğü varsayılmıştır. Pilates topu ekipmanında instabilite artışının artması ve hareketin zorlaşması ile birlikte, nöromuskuler talebin artışına oldukça ihtiyaç duyulan RA kasında, sabit zemine kıyasla fazla aktivasyon elde edilmiştir. RA aktivasyonunda olduğu gibi EO ve ES kas gruplarında da diğer zeminlere nazaran Bosu zemininde en az aktivasyon elde edilmiştir. EO ve ES kaslarında instabilite artışına ile kas aktivasyonunda azalmalar görülmüştür. RA kasını geliştirmek için yapılan Crunch egzersizi optimal faydayı sağlamak amacıyla egzersizin Pilates topunda uygulanması doğru tercih olabilirken, EO ve ES kasları için Pilates topu tercih edilmemelidir. Plank egzersizinde olduğu gibi Crunch egzersizinde de zemin fark etmeksizin ES kasının kontraktilesi diğer kaslara göre oldukça düşüktür. Bu sebeple hedef ES kasında verimli bir aktivasyon üretmek ise Crunch egzersizi iyi bir seçenek değildir.

Pike Push Up egzersizinde, zeminlerden bağımsız olarak instabilite artışı ile birlikte Rectus Abdominis, External Oblique ve Erector Spinae kaslarının ortalama aktivasyon değerlerinde artışlar görülmektedir. Özellikle Pilates topu ekipmanı ile yapılan pike push egzersizinde fazla instabiliteden kaynaklı sağ ve sol salınımlarının fazla olması EO kasının aktivasyonunda önemli artışlar yaratmıştır. Hedef core kaslarının aktivasyonu göz önüne alındığında Pike Push Up egzersizinde optimal faydayı sağlamak için egzersizin Pilates topunda uygulanması en doğru tercih olabilir.

Çalışmamızda, RA kasının üç egzersiz ve üç zemin karşılaştırılmasında, sabit zeminde yapılan Pike Push Up egzersizinde en düşük aktivasyon, Pilates Crunch egzersizi ise en yüksek aktivasyon elde edilmiştir. Pilates Pike Push Up egzersizi hariç diğer Pike egzersiz varyasyonları ve Plank egzersizlerinde de düşük kontraktile gözlenmiştir. RA kası için Crunch egzersizi uygulaması zemin fark

etmeksizin yüksek aktivasyon üretmesi nedeniyle tavsiye edilmektedir. Farklı zeminlerde gerçekleşen egzersizler arasında EO kasının en düşük aktivasyonu sabit ve Bosu Plank egzersizlerinde, en yüksek aktivasyonu ise Bosu ve Pilates Pike Push Up egzersizlerinde görülmektedir. Zeminden bağımsız olarak Crunch egzersizleri, Plank ve Pike Push Up egzersizlerine göre orta düzeyde aktivasyon üretmiştir. EO kası için Bosu ve Pilates topunda gerçekleşen Pike Push Up egzersiz uygulamaları yüksek aktivasyon üretmesi nedeniyle doğru bir seçenektir. ES kasının en düşük aktivasyonu sabit Plank egzersizinde, en yüksek aktivasyonu ise Pilates topu ekipmanında gerçekleşen Pike Push Up egzersizinde elde edilmiştir. Egzersizlerde zeminler arası anlamlı farklar oluşsa da diğer kas gruplarına kıyasla düşük kas aktivasyon oluşturması nedeniyle ES kasını geliştirmeye yönelik antrenmanlarda bu üç egzersizi tavsiye etmiyoruz.

5.1. Sonuç

İnstabilitenin artışıyla egzersizler sırasında bazı kaslarda aktivasyon artışı görülse de bazı kasların aktivasyonlarında da gerileme görülmüştür. Ayrıca hedef kas grubunda zeminden ziyade egzersiz çeşitlerinde de kas aktivasyon farklılıkları meydana gelmiştir. Bu yüzden, egzersiz uygulayıcısının, geliştirmeyi planladıkları kasa göre egzersiz ve zemin seçimleri optimal gelişim açısından önemli olacaktır.

5.2. Öneriler

Gelecek planlanan çalışmalarda;

- Çalışmamızda kullanılan instabilite ekipmanlarından başka ekipmanlarla core bölgesine yönelik kasların ölçümleri yapılabilir.
- Egzersizler çeşitlendirilebilir. Egzersizlere serbest ağırlıklar, theraband gibi direnç ekipmanları eklenerek vücut ağırlığı ve maksimum tekrarlar arasındaki kas aktivasyonları karşılaştırması yapılabilir.
- Egzersizlerin iniş ve çıkış fazları ayrı ayrı değerlendirilebilir
- Optimal egzersiz ve zemin seçiminde kadın/erkek veya farklı spor branşları arasındaki kas aktivasyon karşılaştırmaları yapılabilir.

6. KAYNAKLAR

- Anderson, K. G., & Behm, D. G. (2004). Maintenance of EMG activity and loss of force output with instability. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 637–640. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2004\)18<637:MOEAAL>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2004)18<637:MOEAAL>2.0.CO;2)
- Aggarwal, A., Kumar, S., & Kumar, D. (2010). Comparing stabilization training with balance training in recreationally active individuals. *Journal of Musculoskeletal Research*, 13(4), 167–176.
- Akuthota, V., Ferreiro, A., Moore, T., & Fredericson, M. (2008). Core stability exercise principles. *Current Sports Medicine Reports*, 7(1), 39–44. <https://doi.org/10.1097/01.CSMR.0000308663.13278.69>
- Akuthota, V., & Nadler, S. F. (2004). Core strengthening. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85(3Suppl1), S86–S92. <https://doi.org/10.1053/j.apmr.2003.12.005>
- Alizamani, S., Ghasemi, G., & Lenjan-Nejadian, S. (2023). Effects of eight week core stability training on stable- and unstable-surface on ankle muscular strength, proprioception, and dorsiflexion in athletes with chronic ankle instability. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 34, 6–12. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2023.04.005>
- Atkins, S. J., Bentley, I., Brooks, D., Burrows, M. P., Hurst, H. T., & Sinclair, J. K. (2015). Electromyographic response of global abdominal stabilizers in response to stable- and unstable-base isometric exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(6), 1609–1615. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000795>
- Axler, C. T., & McGill, S. M. (1997). Low back loads over a variety of abdominal exercises: searching for the safest abdominal challenge. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29(6), 804–811. <https://doi.org/10.1097/00005768-199706000-00011>
- Behm, D. G., Anderson, K., & Curnew, R. S. (2002). Muscle force and activation under stable and unstable conditions. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(3), 416–422.
- Behm, D. G., Drinkwater, E. J., Willardson, J. M., & Cowley, P. M. (2010). The use of instability to train the core musculature. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 35(1), 91–108. <https://doi.org/10.1139/H09-127>
- Bergmark, A. (1989). Stability of the lumbar spine. A study in mechanical engineering. *Acta orthopaedica Scandinavica Supplementum*, 230, 1–54. <https://doi.org/10.3109/17453678909154177>
- Björk, J. (2018). *Upper- & lower body strength and its correlation to performance in swimming*. [Master's dissertation, Halmstad University]. Digitala Vetenskapliga Arkivet
- Boyle, M. (2010). *Advances in functional training*. Santa Cruz, California: On Target Publications.
- Büyüköztürk, Ş. (2020). *Sosyal Bilimler İçin Veri Analiz El Kitabı (27. Baskı)*. Ankara: PEGEM Yayınları.
- Carrière B. (1998). *The Swiss ball*. Heidelberg, New York: Springer Verlag. pp 1–3.

- Cavaggioni, L., Ongaro, L., Zannin, E., Iaia, F. M., & Alberti, G. (2015). Effects of different core exercises on respiratory parameters and abdominal strength. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(10), 3249–3253. <https://doi.org/10.1589/jpts.27.3249>
- Cerrah, A. O., Ertan, H. & Soylu, A. R. (2010). Spor bilimlerinde elektromiyografi kullanımı. *SPORMETRE Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 8(2), 43-49. https://doi.org/10.1501/Sporm_00000000175
- Chowdhury R. H., Reaz M. B., Ali M. A. , Bakar A. A., Chellappan K, & Chang T. G. (2013). Surface electromyography signal processing and classification techniques. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 13(9), 12431-66. <https://doi.org/10.3390/S130912431>
- Cingöz, H. (2021). *Farklı yüzeylerde yapılan core egzersizinin fiziksel performansa etkisinin karşılaştırılması*. (Tez No. 732424) [Yüksek lisans tezi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Clark, K. M., Holt, L. E., & Sinyard, J. (2003). Electromyographic comparison of the upper and lower rectus abdominis during abdominal exercises. *Journal of strength and Conditioning Research*, 17(3), 475–483. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2003\)017<0475:ecotua>2.0.co;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2003)017<0475:ecotua>2.0.co;2)
- Clarys, J. P., & Cabri, J. (1993). Electromyography and the study of sports movements: a review. *Journal of Sports Sciences*, 11(5), 379-448. <https://doi.org/10.1080/02640419308730010>
- Crowley, E., Harrison, A. J., & Lyons, M. (2017). The impact of resistance training on swimming performance: A systematic review. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 47(11), 2285–2307. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0730-2>
- Crowley, E., Harrison, A. J., & Lyons, M. (2018). Dry-land resistance training practices of elite swimming strength and conditioning coaches. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(9), 2592–2600.
- Czaprowski, D., Afeltowicz, A., Gębicka, A., Pawłowska, P., Kędra, A., Barrios, C., & Hadała, M. (2014). Abdominal muscle EMG-activity during bridge exercises on stable and unstable surfaces. *Physical Therapy in Sport : Official Journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, 15(3), 162–168. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2013.09.003>
- Çakal, T., Şahiner, S., İpek, A., Çağlın, E. T., & Çobanoğlu, H. O. (2022). Tenisçilerde 8 haftalık bosu ball antrenmanlarının denge yetisi üzerine etkisi. *Herkes için Spor ve Rekreasyon Dergisi*, 4(1), 10-15.
- Dastmanesh, S., Shojaedin, S. S., & Eskandari, E. (2012). The effects of core stabilization training on postural control of subjects with chronic ankle instability. *Annals of Biological Research*, 3(8),3926-3930.
- Dendas, A. (2010). *The relationship between core stability and athletic performance*. [Unpublished master's dissertation, Humboldt State University]. Retrieved from: <https://scholarworks.calstate.edu/>
- Duncan M. (2009). Muscle activity of the upper and lower rectus abdominis during exercises performed on and off a Swiss ball. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 13(4), 364–367. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2008.11.008>
- Egesoy, H., Alptekin, A., & Yapıcı, A. (2018). Sporda Kor Egzersizler. *Uluslararası Güncel Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 10-21.

- Ekmekci, İ. (2020). *Yüzme branşında foam roller uygulamasının esneklik ve yüzme performans değerlerine etkisi*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü] Erişim adresi: <https://acikerisim.aku.edu.tr/>
- Emilio, E. J., Hita-Contreras, F., Jiménez-Lara, P. M., Latorre-Román, P., & Martínez-Amat, A. (2014). The association of flexibility, balance, and lumbar strength with balance ability: risk of falls in older adults. *Journal of Sports Science & Medicine*, 13(2), 349–357.
- Escamilla, R. F., Lewis, C., Bell, D., Bramblett, G., Daffron, J., Lambert, S., ... Andrews, J. R. (2010). Core muscle activation during Swiss ball and traditional abdominal exercises. *The Journal of Orthopaedic and Sports physical Therapy*, 40(5), 265–276. <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3073>
- Escamilla, R. F., Lewis, C., Pecson, A., Imamura, R., & Andrews, J. R. (2016). Muscle Activation Among Supine, Prone, and Side Position Exercises With and Without a Swiss Ball. *Sports Health*, 8(4), 372-379. <https://doi.org/10.1177/1941738116653931>
- Eser, C. (2018). *Yüzey EMG ölçümleri sırasında kaydedilen MVC (maximum voluntary contraction) ile kuvvet ilişkisinin incelenmesi*. (Tez No. 513636) [Yükseklisans tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Fig, G. (2005). Strength training for swimmers training the core. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(2), 40-42.
- Fone, L., & van den Tillaar, R. (2022). Effect of different types of strength training on swimming performance in competitive swimmers: A systematic review. *Sports Medicine - Open*, 8(1), 19. <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00410-5>
- Fredericson, M., & Moore, T. (2005). Muscular balance, core stability, and injury prevention for middle- and long-distance runners. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 16(3), 669–689. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2005.03.001>.
- Gidu, D. V., Badau, D., Stoica, M., Aron, A., Focan, G., Monea, D., and Calota, N. D. (2022). The effects of proprioceptive training on balance, strength, agility and dribbling in adolescent male soccer players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(4), 2028. <https://doi.org/10.3390/ijerph19042028>
- Gokeler, A., Neuhaus, D., Benjaminse, A., Grooms, D. R., & Baumeister, J. (2019). Principles of Motor Learning to Support Neuroplasticity After ACL Injury: Implications for Optimizing Performance and Reducing Risk of Second ACL Injury. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 49(6), 853–865. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01058-0>
- Gönener, A., & Akyüz, M. (2019). Swiss ball antrenmanlarının kelebek stil yüzme performansına etkisinin incelenmesi. *Spor ve Rekreasyon Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 63-74.
- Guyton, A. C. & Hall, J. E. (2007). *Tıbbi Fizyoloji* (H. Çavuşoğlu & B. Ç. Yeğen, Çev.). Ankara: Nobel Tıp Kitapevleri. (2006).
- Günay, E. (2007). *Düzenli yapılan yüzme antrenmanlarının çocukların fiziksel ve fizyolojik parametreleri üzerine etkisi*. [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi,

Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimler Enstitüsü] Erişim adresi:
<https://saglikb.gazi.edu.tr/>

- Harris, S., Ruffin, E., Brewer, W., & Ortiz, A. (2017). Muscle Activation Patterns During Suspension Training Exercises. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 12(1), 42–52.
- Hermosilla, F., Sanders, R., González-Mohino, F., Yustres, I., & González-Rave, J. M. (2021). Effects of dry-land training programs on swimming turn performance: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(17), 9340. <https://doi.org/10.3390/ijerph18179340>
- Hibbs, A. E., Thompson, K. G., French, D., Wrigley, A., & Spears, I. (2008). Optimizing performance by improving core stability and core strength. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 38(12), 995–1008. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838120-00004>
- Imai, A., Kaneoka, K., Okubo, Y., Shiina, I., Tatsumura, M., Izumi, S., & Shiraki, H. (2010). Trunk muscle activity during lumbar stabilization exercises on both a stable and unstable surface. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 40(6), 369–375. <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3211>
- Isacowitz, R., & Clippinger, K. (2011). *Pilates anatomy*. United States: Human Kinetics.
- Jones, J. (2013). ‘Core training concepts’. *NASM, Chapter 9*.
- Karpiński, J., Rejdych, W., Brzozowska, D., Gołaś, A., Sadowski, W., Swinarew, A., ... Stanula, A. (2020). The effects of a 6-week core exercises on swimming performance of national level swimmers. *PloS one*, 15(8), e0227394. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227394>.
- Khiyami, A., Nuhmani, S., Joseph, R., Abualait, T. S., & Muaidi, Q. (2022). Efficacy of Core Training in Swimming Performance and Neuromuscular Parameters of Young Swimmers: A Randomised Control Trial. *Journal of clinical medicine*, 11(11), 3198. <https://doi.org/10.3390/jcm11113198>
- Kibler, W. B., Press, J., & Sciascia, A. (2006). The role of core stability in athletic function. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 36(3), 189–198. <https://doi.org/10.2165/00007256-200636030-00001>
- Knapik, J. J., Mawdsley, R. H., & Ramos, M. U. (1983). Angular specificity and test mode specificity of isometric and isokinetic strength training. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 5(2), 58-65. <https://doi.org/10.2519/jospt.1983.5.2.58>.
- Kohler, J. M., Flanagan, S. P., & Whiting, W. C. (2010). Muscle activation patterns while lifting stable and unstable loads on stable and unstable surfaces. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(2), 313–321. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c8655a>.
- Konrad, P. (2005). The abc of emg. *A practical introduction to kinesiological electromyography*, 1(2005), 30-35.
- Koparan, Ş. (1998). *Plyometrik antrenmanların yüzücülerin sportif verimlerine olan etkisi*. (Tez No. 69164) [Yükseklisans tezi, Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimler Enstitüsü]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Lehman, G. J., Hoda, W., & Oliver, S. (2005). Trunk muscle activity during bridging exercises on and off a swissball. *Chiropractic & Osteopathy*, 13(1), 1-8.

- Lu, C. C., Yao, H. I., Fan, T. Y., Lin, Y. C., Lin, H. T., & Chou, P. P. (2021). Twelve weeks of a staged balance and strength training program improves muscle strength, proprioception, and clinical function in patients with isolated posterior cruciate ligament injuries. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(23), 12849. <https://doi.org/10.3390/ijerph182312849>
- Luo, S., Soh, K. G., Zhang, L., Zhai, X., Sunardi, J., Gao, Y., & Sun, H. (2023). Effect of core training on skill-related physical fitness performance among soccer players: A systematic review. *Frontiers in Public Health*, 10, 1046456. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.1046456>
- Marshall, P. W., & Murphy, B. A. (2005). Core stability exercises on and off a Swiss ball. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 86(2), 242-249. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2004.05.004>
- Martens, J., Einarsson, I. T., Schnizer, N., Staes, F., & Daly, D. J. (2011). Lower trunk muscle activity during front crawl swimming in a single leg amputee. *Portuguese Journal of Sport Sciences*, 11(2), 751-754.
- Matias, A. B., Watari, R., Taddei, U. T., Caravaggi, P., Inoue, R. S., Thibes, R. B., ... Sacco, I. C. N. (2022). Effects of foot-core training on foot-ankle kinematics and running kinetics in runners: secondary outcomes from a randomized controlled trial. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 10, 890428. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.890428>
- McBride, J. M., Cormie, P., & Deane, R. (2006). Isometric squat force output and muscle activity in stable and unstable conditions. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 915–918. <https://doi.org/10.1519/R-19305.1>
- Myer, G. D., Chu, D. A., Brent, J. L., & Hewett, T. E. (2008). Trunk and hip control neuromuscular training for the prevention of knee joint injury. *Clinics in sports medicine*, 27(3), 425–ix. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2008.02.006>
- Nugraha P.D., Soegiyanto, S., Kristiyanto, A., & Azam, M. (2022). The effect of ankle strengthening exercise on balance in youth basketball players. *Pedagogy of Physical Culture and Sports*, 26(1), 57-67.
- Oh, S. J. (2003). *Clinical electromyography: nerve conduction studies*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Okada, T., Huxel, K. C., & Nesser, T. W. (2011). Relationship between core stability, functional movement, and performance. *Journal of strength and Conditioning Research*, 25(1), 252-261. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b22b3e>
- Okludil, K., & Serin, E. (2022). Bosu denge ve kuvvet egzersiz programının adölesan kadın voleybolcuların vücut kompozisyonu, anaerobik güç ve denge yeteneğine etkisi. *Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi*, 13(3), 257-274. <https://doi.org/1017155/omuspd.1133561>
- Oliva-Lozano, J. M., & Muyor, J. M. (2020). Core muscle activity during physical fitness exercises: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(12), 4306. <https://doi.org/10.3390/ijerph17124306>
- Ozmen, T., & Aydogmus, M. (2016). Effect of core strength training on dynamic balance and agility in adolescent badminton players. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 20(3), 565–570. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2015.12.006>

- Padua, E., D'Amico, A. G., Alashram, A., Campoli, F., Romagnoli, C., Lombardo, M., Quarantelli, M., Di Pinti, E., Tonanzi, C., & Annino, G. (2019). Effectiveness of warm-up routine on the ankle injuries prevention in young female basketball players: A randomized controlled trial. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*, 55(10), 690. <https://doi.org/10.3390/medicina55100690>
- Panjabi, M. M. (1992). The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *Journal of Spinal Disorders*, 5(4), 383–397. <https://doi.org/10.1097/00002517-199212000-00001>.
- Patil, D., Salian, S. C., & Yardi, S. (2014). The effect of core strengthening on performance of young competitive swimmers. *International Journal of Science and Research*, 3(6), 2470-2477.
- Pourrahim Ghouroghchi, A., & Pahlevani, M. (2021). The relationship between anthropometrical and physiological parameters of young elite boys in crawl and backstroke swimming. *International Journal of Pediatrics*, 9(9), 14369-14381. doi: 10.22038/ijp.2020.52479.4166.
- Powers, S. K., Howley, E. T. (2018). Exercise physiology: *Theory and Application to Fitness and Performance*. New York: McGraw-Hill.
- Riewald, S.T. (2003). Training the other core. *Performance Training Journal*, 2 (3), 5-6.
- Robinson, M., Lees, A., & Barton, G. (2005). Electromyographic investigation of abdominal exercises and the effects of fatigue. *Ergonomics*, 48(11-14), 1604–1612. <https://doi.org/10.1080/00140130500101338>
- Saç, A. (2016). *Q açısının diz izokinetik kas kuvveti ile kas aktivasyonuna etkisi*. [Yayınlanmamış doktora tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi] Erişim adresi: <https://acikbilim.yok.gov.tr/>
- Sadowski, J., Mastalerz, A., Gromisz, W., & NiŹnikowski, T. (2012). Effectiveness of the power dry-land training programmes in youth swimmers. *Journal of Human Kinetics*, 32, 77–86. <https://doi.org/10.2478/v10078-012-0025-5>.
- Saeterbakken, A. H., Andersen, V., Jansson, J., Kvellestad, A. C., & Fimland, M. S. (2014). Effects of BOSU ball(s) during sit-ups with body weight and added resistance on core muscle activation. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(12), 3515–3522. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000565>
- Saeterbakken, A. H., Chaudhari, A., van den Tillaar, R., & Andersen, V. (2019). The effects of performing integrated compared to isolated core exercises. *PloS one*, 14(2), e0212216. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212216>.
- Savaş, S., Gülşen Eşkil, K., Türkmen, İ., Yılmaz, S.H. & Fakazlı, A. E. (2020). 10-12 yaş grubu erkek futbolculara uygulanan kor antrenmanın teknik beceri düzeylerine ve FMS skorlarına etkilerinin incelenmesi. *Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 25(4), 349-364.
- Saygı, G. (2022). *Yüzücülerde pliometrik ve “core” antrenmalarının yüzme performansına etkisi*. (Tez No. 713465) [Yükseklisans tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Schoffstall, James E; Titcomb, David A; Kilbourne, & Brianne F. (2010). Electromyographic response of the abdominal musculature to varying abdominal exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research* 24(12),3422-3426, <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e74315>

- Selçuk, H. (2013). *11-13 yaş grubu erkek yüzücülerde 12 haftalık terabant antrenmanının bazı motorik özellikler ile yüzme performansına etkileri*. (Tez No. 329297) [Yükseklisans tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimler Enstitüsü]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Seo, B.D., Yun, Y.D., Kim, H.R., Lee, S.H. (2012). Effect of 12-week swiss ball exercise program on physical fitness and balance ability of elderly woman. *J Phys Ther Sci*, 24: 11–15.
- Snarr, R. L., & Esco, M. R. (2014). Electromyographical comparison of plank variations performed with and without instability devices. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(11), 3298-3305.
- Snarr, R. L., Esco, M. R., Witte, E. V., Jenkins, C. T., & Brannan, R. M. (2013). Electromyographic activity of rectus abdominis during a suspension push-up compared to traditional exercises. *J Exer Phys online*, 16(3), 1-8.
- Snarr, R. L., Hallmark, A. V., Nickerson, B. S., & Esco, M. R. (2016). Electromyographical comparison of pike variations performed with and without instability devices. *Journal of strength and conditioning research*, 30(12), 3436–3442. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001436>.
- Sternlicht, E., Rugg, S., Fujii, L. L., Tomomitsu, K. F., & Seki, M. M. (2007). Electromyographic comparison of a stability ball crunch with a traditional crunch. *Journal of strength and conditioning research*, 21(2), 506–509. <https://doi.org/10.1519/R-20436.1>
- Strass, D. (1988). Effects of maximal strength training on sprint performance of competitive swimmers. *Swimming Science V*, 149-156.
- Tabachnick, B.G., Fidell, L.S., & Ullman, J.B. (2013). *Using Multivariate Statistics*. Boston, MA: Pearson.
- Tiryaki Sönmez, G., Vatansever, Ş., Gezen Bölükbaş, M. (2022). *Egzersiz ve spor fizyolojisi*. Ankara: Palme Yayınevi.
- Topçu, H. (2021). *Sabit olmayan farklı zeminlerde uygulanan egzersizler sırasında kas aktivasyonunun incelenmesi*. (Tez No. 702071) [Doktora tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Topçu, H., Arabacı, R., Güngör, A. K., Birinci, Y. Z., Pancar, S., & Şekir, U. (2022). Muscle activity of core muscles during plank exercise on different surfaces. *Turkish Journal of Sport and Exercise*, 24(3), 298-305. <https://doi.org/10.15314/tsed.1170285>
- Trappe, S. W., & Pearson, D. R. (1994). Effects of weight assisted dry-land strength training on swimming performance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 8(4), 209-213.
- Tüzen, B., Müniroğlu, S., Tanılkan, K., (2005). Kısa mesafe yüzücülerinin 30 metre sürat koşusu dereceleri ile 50 metre serbest stil yüzme derecelerinin karşılaştırılması. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, (3), 97-99. https://doi.org/10.1501/Sporm_00000000052
- Uçak, B. (2019). *Kara ve su egzersizlerinden oluşan düzenli yüzme antrenmanlarının çocuklarda vücut kompozisyonu, farklı motorik özellikler ve yüzme performansına etkisinin incelenmesi*. (Tez No. 556819) [Yükseklisans tezi, Akdeniz Üniversitesi Sağlık Bilimler Enstitüsü]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.

- Vera-Garcia, F. J., Grenier, S. G., & McGill, S. M. (2000). Abdominal muscle response during curl-ups on both stable and labile surfaces. *Physical Therapy*, 80(6), 564–569.
- Willardson, J. M. (2007). Core stability training: Applications to sports conditioning programs. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 979–985. <https://doi.org/10.1519/R-20255.1>
- Wing, C. H. (2014). The BOSU ball: Overview and opportunities. *ACSM's Health & Fitness Journal* 18(4), 5-7. DOI: 10.1249/FIT.0000000000000048.
- Youdas, J. W., Coleman, K. C., Holstad, E. E., Long, S. D., Veldkamp, N. L., & Hollman, J. H. (2018). Magnitudes of muscle activation of spine stabilizers in healthy adults during prone on elbow planking exercises with and without a fitness ball. *Physiotherapy Theory and Practice*, 34(3), 212–222. <https://doi.org/10.1080/09593985.2017.1377792>
- Yazıcıoğlu, G., Erbahçeci, F. (2020). *Kinezyoloji ve Biyomekanik*. Ankara: Hipokrat Kitapevi.
- Yiğit, G. (2019). *10-13 yaş gurubu ortaokul öğrencilerine uygulanan pliometrik antrenman metodunun 15 M, 25 M Ve 50 M serbest stil yüzme süreleri üzerine etkisi*. (Tez No. 570433) [Yükseklisans tezi, Bartın Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.

7. SİMGELER VE KISALTMALAR

Ag	: Gümüş
AgCl	: Gümüş klorür
ATP	: Adenozin trifosfat
Ca	: Kalsiyum
Cm	: Santimetre
CoP	: Basınç Yer Değiştirme Merkezi
EMG	: Elektromiyografi
EO	: External Oblique
ES	: Erector Spinae
K	: Potasyum
Kg	: Kilogram
LRA	: Alt Rectus Abdominis
M	: Metre
MgPO4	: Magnezyum Fosfat
MUAP	: Motor Ünite Aksiyon Potansiyeli
MVC	: Maksimum İstemli Kasılma
Na	: Sodyum
PPU	: Pike Push Up
RA	: Rectus Abdominis
RMS	: Karekök Ortalama
ROM	: Eklem Hareket Açıklığı
sEMG	: Yüzeyel EMG
SHKA	: Omuz-kalça-diz açısı
URA	: Üst Rectus Abdominis
VKİ	: Vücut Kitle İndeksi

8. EKLER

EK 1



**T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ**
Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : 2011-KAEK-26/148
Konu : Etik kurul kararı

22 / 2 / 2023

Sayın Prof.Dr.Şenay ŞAHİN
Bursa Uludağ Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi
Antrenörlük Eğitimi Bölümü Öğretim Üyesi

Kurulumuza başvurusunu yaptığınız ve sorumlu araştırmacısı olduğunuz "*Elit yüzücülerde farklı zeminlerde uygulanan egzersizlerde core bölge kas aktivasyonunun incelenmesi*" başlıklı araştırmanız ile ilgili kurulumuzun 21 Şubat 2023 tarih, 2023-4/14 nolu kararı ekte gönderilmektedir.

Araştırmanın tamamlanma bildiriminin ve özet sonuç raporunun kurulumuza iletilmesi için bilgilerinize sunulur.

Prof.Dr.Mustafa HAYRİ MUSTAFAOĞLU
Kurul Başkanı

EK:
1-Karar (1 adet)
2-BGO formu (1 adet)

Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı Rektörlük Binası, Görükle Kampüsü 16059 Nilüfer/BURSA
Tel: 0-224-2950020 Fax: 0-224-2950029
e-posta: uukaek@uludag.edu.tr Elektronik Ağ: www.tip.uludag.edu.tr

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Elit Yüzücülerde Farklı Zeminlerde Uygulanan Egzersizlerde Core Bölge Kas Aktivasyonunun İncelenmesi
------------------------------	---

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu 2011-KAEK-26
	AÇIK ADRESİ	Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı Rektörlük Binası Kat.1 Görükle Kampüsü Nilüfer/ Bursa
	TELEFON	0.224. 295 00 20
	FAKS	0.224. 295 00 29
	E-POSTA	uukaek@uludag.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Prof.Dr.Şenay Şahin
	SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Bursa Uludağ Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Antrenörlük Eğitimi Bölümü
	YARDIMCI ARAŞTIRMACININ UNVANI/ADI/SOYADI	-Prof.Dr.Ufuk Şekir -Fzt.Bengisu Vurgun
	YARDIMCI ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	-Bursa Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı -Gençlik ve Spor Bakanlığı Bursa Olimpik Hazırlık Merkezi
	DESTEKLEYİCİ	-
	ARAŞTIRMANIN TÜRÜ	Fizik tedavi, egzersiz ve rehabilitasyon gibi tedavi programlarının etkisini incelemeye yönelik araştırma
	ARAŞTIRMANIN YAPILIŞ AMACI	Yüksek lisans tez çalışması
	ARAŞTIRMANIN BAŞLAMA TARİHİ/ SÜRESİ	01.08.2022/ 24 ay
	GÖNÜLLÜ/DOSYA SAYISI	25
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒ ÇOK MERKEZLİ ☐ ULUSAL ☒ ULUSLARARASI ☐

DEĞERLENDİRİLEN İLGİLİ BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Dili
	GİRİŞİMSSEL OLMAYAN ARAŞTIRMALAR İÇİN DEĞİŞİKLİK BAŞVURU FORMU	17.02.2023	Türkçe
	GİRİŞİMSSEL OLMAYAN ARAŞTIRMALAR İÇİN DEĞİŞİKLİK BAŞVURU FORMU	17.02.2023	Türkçe
	Güncellenen Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu	17.02.2023	Türkçürkçe

DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı	Açıklama
	ARAŞTIRMA BÜTÇE FORMU	☐
	ARAŞTIRICILAR İÇİN TAAHHÜTNAME FORMU	☒ Tarih: 16.01.2023
	PROSPEKTİF ÖZELLİKLİ GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMA TAAHHÜTNAMESİ	☐
	IKU klavuzunun okunduğuna dair taahhütname	☐
	SONUÇ ÖZET RAPORU	☐
	DİĞER:	☒ Araştırma değişiklik başvuru ön yazısı (Tarih: 17.02.2023)

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Elit Yüzücülerde Farklı Zeminlerde Uygulanan Egzersizlerde Core Bölge Kas Aktivasyonunun İncelenmesi
------------------------------	---

KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 2023-4/14 Tarih: 21 Şubat 2023 Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulunun 22 Haziran 2022 tarih ve 2022-13/16 nolu kararı ile uygun bulunan ve yukarıda başvuru bilgileri verilen araştırmada yapılan değişikliklerin uygun bulunduğuna oybirliği ile karar verildi. Yapılan değişiklikler: -Çalışmaya dahil edilecek "15-24 yaş" aralığındaki 25 elit yüzücünün, gönüllü katılımcı sayısı değişmeden, katılımcıların yaş aralığının "18-23 yaş" olarak değiştirilmesi. -Değişiklik nedeniyle güncellenen Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu
------------------------	---

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU	
ÇALIŞMA ESASI	İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamalar Kılavuzu
BAŞKANIN UNVANI/ADI SOYADI	Prof.Dr.Mustafa HACIMUSTAFAOĞLU

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	Araştırma ile ilişki	Katılım *	İmza
Prof.Dr.Mustafa HACIMUSTAFAOĞLU Başkan	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	Bursa UÜ.Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları AD	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof.Dr.Elif BAŞAĞAN MOĞOL Başkan Yardımcısı	Anesteziyoloji	Bursa UÜ.Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon AD	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof.Dr.M.Sertaç YILMAZ Üye	Farmakoloji	Bursa UÜ.Tıp Fakültesi Tıbbi Farmakoloji AD	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof.Dr.Hilal ÖZKAN Üye	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	Bursa UÜ.Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları AD Yenidoğan BD	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof.Dr.Hasan ARI Üye	Kardiyoloji	Bursa Yüksek İhtisas EAH Kardiyoloji Kliniği	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof.Dr.Alpaslan TÜRKKAN Üye	Halk Sağlığı	Bursa UÜ. Tıp Fakültesi Halk Sağlığı AD	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof.Dr.Özen ÖZ GÜL Üye	İç Hastalıkları Endokr.ve Metab.	BUÜ.Tıp Fakültesi İç Hastalıkları AD Endokrinoloji ve Metabolizma BD	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Doç.Dr.Kağan HUYSA Üye	Biyokimya	Bursa Yüksek İhtisas EAH Biyokimya	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Doç.Dr.Engin SAĞDİLEK Üye	Biyofizik	Bursa UÜ.Tıp Fakültesi Biyofizik AD	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Doktor Öğretim Üyesi Sezer ERER Kafa Üye	Tıp Tarihi ve Etik	Bursa UÜ.Tıp Fakültesi Tıp Tarihi ve Etik AD.	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Av. Ahmet BAYRAM	Hukuk	Bursa UÜ Rektörlüğü Hukuk Bürosu	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Ayşe ŞEN Üye	Sağlık mesleği mensubu olmayan üye	Serbest Meslek	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	

*:Toplantıda Bulunma



T.C.
GENÇLİK VE SPOR BAKANLIĞI
Eğitim, Araştırma ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü

Sayı : E-36592570-600-4463556

23.03.2023

Konu : Araştırma İzni-Bengisu VURGUN

DAĞITIM YERLERİNE

İlgi : a) Bursa Uludağ Üniversitesi Rektörlüğünün 11.03.2023 tarihli ve 100309 sayılı yazısı.
b) Bakanlığımız 27/07/2020 tarihli ve 754387 sayılı Araştırma İzinleri Genelgesi.

İlgi (a) yazı ile başvurusu yapılan "*Elit Yüzücülerde Farklı Zeminlerde Uygulanan Egzersizlerde Core Bölge Kas Aktivasyonunun İncelenmesi*" başlıklı araştırma izni talebi, Gençlik ve Spor Bakanlığı Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu tarafından ilgi (b) Genelge çerçevesinde değerlendirilmiş ve söz konusu araştırmanın ilgili kurumlarda yürütülmesi uygun bulunmuştur. Tüm araştırma uygulamaları ilgi (a) yazı ile başvuruyu gerçekleştiren **araştırmacılar tarafından** yürütülecek olup, anket vb. uygulamalar **kurum yetkilileri** tarafından yürütülmeyecektir. Kurum yetkilileri araştırmalara, gönüllülük esasına göre, katılımcı olarak destek verebileceklerdir. Buna göre;

a) Araştırma kapsamında veri toplama ile ilgili her türlü iş ve işlem ilgi (b) Genelge doğrultusunda araştırmacı(lar) tarafından yürütülecektir. Araştırmacı(lar) tarafından araştırmalarda elde edilen veri setlerinin uygulama tamamlandıktan sonra 30 (otuz) gün içerisinde Bakanlık tarafından istenilen formatta, araştırmaların sonuç raporlarının ise çalışma bitiminden itibaren 30 (otuz) gün içerisinde Eğitim, Araştırma ve Koordinasyon Genel Müdürlüğüne ulaştırılması gerekmektedir. Ayrıca araştırma raporlarında kurumsal gizliliğin korunması, üretilecek bildiri, tez, makale ve benzeri yayınlarda Bakanlık ve Bakanlığa bağlı birimlerin isimlerinin verilmemesi, katılımcıların kurumsal aidiyetlerinin ve kimliklerinin tahmin edilmesine imkân verebilecek hiçbir paylaşımın yapılmaması gerekmektedir.

b) Araştırma sürecinin gözetim ve denetimi, ilgili kurum müdürlükleri ile Gençlik ve Spor İl Müdürlükleri tarafından gerçekleştirilecektir. Bu çerçevede; (1) örneklemdaki kişilerin reşit olmamaları durumunda velilerin yazılı izinlerinin alınması, (2) onay verilen araştırma faaliyetleri kapsamı dışında hiçbir uygulama ve etkinlik yapılmaması, (3) araştırmanın uygulanması esnasında öncelikle kurum faaliyetlerinin aksatılmaması, (4) tüm araştırma süreçlerine katılımla gönüllülüğün esas alınması, (5) Eğitim, Araştırma ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü tarafından mihirlenmiş veri toplama araçları dışında bir araç ya da form kullanılmaması, (6) araştırmanın kurumlarda uygulanmasından kaynaklanabilecek her türlü fiziksel zararın araştırmacı(lar) tarafından karşılanması, (7) araştırmada ticari amaç güdülmemesi ve katılımcılardan ücret talep edilmemesi ve (8) araştırmanın ilgi (b) Genelgeye uygun yürütülmesi hususlarında gerekli **gözetim ve denetim** ilgili kurum müdürlükleri ile Gençlik ve Spor İl Müdürlüklerinin yetki ve sorumluluğundadır.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Dr. Mehmet Ata ÖZTÜRK
Bakan a.
Genel Müdür

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Doğrulama Kodu: 144C47F7-EC72-4DD6-9D89-542A98A9D7C8

Doğrulama Adresi: <https://www.turkiye.gov.tr/gsb-ebys>

Örnek Mahallesi Oruç Reis Caddesi No:13/A Altındağ/ANKARA

Telefon: 444 0 472 Faks No: (0 312) 517 67 99

İnternet Adresi: www.gsb.gov.tr Kep Adresi: genclikvesporbakanligi@hs01.kep.tr

KEP Adresi: genclikvesporbakanligi@hs01.kep.tr

Bilgi için: Yelda GÜNGÖR
Sürekli İşçi



	ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU		
	Dok.Kodu : FR-IAP-03 Rev. No : 00	İlk Yay.Tarihi : 26 Ocak 2015 Rev.Tarihi :	Sayfa 1 / 4

LÜTFEN BU DÖKÜMANI DİKKATLİCE OKUMAK İÇİN ZAMAN AYIRINIZ

(18-23 Yaş Genç için)

Sayın

Sizi Bursa Uludağ Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi'nde yürütülen **'Elit Yüzücülerde Farklı Zeminlerde Uygulanan Egzersizlerde Core Bölge Kas Aktivasyonunun İncelenmesi'** başlıklı araştırmaya davet ediyoruz. Bu araştırmaya katılıp katılmama kararını vermeden önce, araştırmanın niçin ve nasıl yapılacağını, bu araştırmanın gönüllü katılımcılara getireceği olası faydaları, riskleri ve rahatsızlıklarını bilmeniz gerekmektedir. Bu nedenle bu formun okunup anlaşılması büyük önem taşımaktadır. Aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırınız. İsterseniz bu bilgileri aileniz, yakınlarınız ve/veya doktorunuzla tartışınız. Eğer anlayamadığınız ve sizin için açık olmayan şeyler varsa, ya da daha fazla bilgi isterseniz bize sorunuz. Katılmayı kabul ettiğiniz takdirde, gerekli yerleri siz, doktorunuz ve kuruluş görevlisi bir tanık tarafından doldurup imzalanmış bu formun bir kopyası saklamanız için size verilecektir.

Araştırmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmadan çıkma hakkında sahipsiniz. Her iki durumda da bir ceza veya hakkınız olan yararların kaybı kesinlikle söz konusu olmayacaktır.

Araştırma Sorumlusu
Prof. Dr. Şenay ŞAHİN

Araştırmanın Amacı:

Çalışmada; elit genç yüzücülerin, 2 farklı denge aleti (Pilates ve BOSU Topu) ve sabit zeminde uygulanacak olan egzersizlerin, core kas sisteminin nöromüsküler aktivasyonunun yüzeysel elektromiyografi cihazı ile incelenmesi amaçlanmaktadır. Çalışma sonunda benzer hareketlerin hangi alette daha çok kası ve motor üniteyi aktif ettiği ve kara antrenmanlarında yüzücüler için en etkili core bölgesi antrenmanların hangisi olduğu belirlenecektir.

İzlenecek Olan Yöntem ve Yapılacak İşlemler:

Katılımcı olarak yer alacağınız bu çalışma, sezon sonu döneminde antrenman saatleri dışında, uygun gün ve zaman aralıkları belirlenerek yapılacaktır. Çalışma süresince çalışmayı etkileyecek herhangi bir fiziksel aktivitede bulunmamanız istenecektir. Herhangi bir sakatlık, karın sırt ağrısı durumunda çalışmaya başlanmayacak veya çalışma sonlandırılacaktır. Planladığımız çalışmada üç farklı core egzersizini, sabit ve iki farklı denge aletinde gerçekleştireceksinizdir. Çalışma alıştırma (bir hafta önce) ve test oturumu olmak üzere, iki oturumdan oluşacaktır. Birinci oturumda aletler ve uygulayacakları egzersizlerin tanıtımı yapılacaktır. Aynı zamanda dijital metre ile boy, Tanita cihazı ile kilo ve vücut yağ

Çalışmanın adı:
Tarih:

	ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU		
	Dok.Kodu : FR-IAP-03	İlk Yay.Tarihi : 26 Ocak 2015	Sayfa 2 / 4
	Rev. No : 00	Rev.Tarihi :	

Oranınız ölçülecektir. İkinci oturumda ise EMG ölçümü için hazırlanacaksınız. Hazırlık sürecinde iletkenliğin sağlanabilmesi için derideki kıllar tıraşlanacak ve alkolle temizlenip elektrotlar yerleştirilecektir. Cihazın kablolu olmasından dolayı elektrotlar cihaza bağlanmadan önce 5 dakikalık genel ısınma yapmanız istenecektir. Maksimum istemli izometrik kasılma (MVIC) prosedürleri belirlendikten sonra hareketler uygulanacak ve ölçümler yapılacaktır. Egzersizler gerçekleştirilirken eş zamanlı olarak kasların nöromusküler aktivitesi 8 kanallı portatif yüzeyel EMG cihazıyla ölçülecektir. Sabit zeminde, Pilates topunda, BOSU topunda, merkez (core) kasları için Plank, Mekik ve Pike Push Up hareketleri gerçekleştirilecektir. Egzersizler sırasında karın ön duvarı (Rectus Abdominis) karın ön-yan duvar (Eksternal Oblique), karın arka duvardaki (Erector Spinae) core bölgesi kaslarının nöromusküler aktivitesi ölçülecek ve veriler kaydedilecektir. Çalışmada egzersiz sırası mekik, plank, pike push up şeklinde olup, egzersizlerin sırasıyla sabit zemin, pilates topu ve bosu topu ekipmanlarında uygulanması planlanmıştır. Hareketler ve zemin değişimleri arasında 2 dakika dinlenme verilecektir. Her egzersiz tamamlandıktan sonra sizlere algıladığınız eforu 6 dan 20 ye kadar (6 yorgunluk az- 20 maksimal yorgunluk) bir sayı seçip derecelendirmeniz istenecektir. Egzersiz süresi, şiddeti, sıklığı ve açıklamaları alıştırmaya oturumunda sizlere detaylı olarak anlatılacaktır.

Araştırmanın Yapılacağı Yer(ler):

Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi, Spor Hekimliği Anabilim Dalı

Araştırmaya Katılan Araştırmacılar:

Prof.Dr. Şenay ŞAHİN

Prof. Dr. Ufuk ŞEKİR

Fzt. Bengisu VURGUN

Araştırmanın Süresi: 24 Ay

Katılması Beklenen Gönüllü Sayısı: 25

Size Getirebileceği Olası Faydalar:

Sabit olmayan zeminlerde uygulanan egzersizlerin sabit zemine göre kas aktivasyon oranındaki farklılıkları belirlenecektir.

Zeminler arasında hedef kasta hangi zeminin en iyi faydayı sağladığı saptanacaktır. Yukarıdaki bilgiler doğrultusunda kara antrenmanlarında yüzücüler için en etkili olan core bölgesi antrenmanların hangisi olduğu tespit edilip farklı core antrenman çeşitlerinin etkinliğini değerlendirmede yol gösterici olacaktır.

Size Getirebileceği Ek Risk ve Rahatsızlıklar:

Yapılacak olan ölçümlerde kişiler gerekli gönüllü olma kriterlerini sağlaması koşulunda herhangi bir tıbbi risk bulunmamaktadır. Ancak tüm sportif faaliyetlerde belirli bir rahatsızlanma olasılığı mevcuttur. Acil bir durum oluştuğu esnada ilk yardımınız hekimimiz tarafından yapılacaktır. Gönüllü ayrıca hastalık ve ya isteksizlik vb. durumlarda kendi rızasıyla araştırmadan ayrılabilme hakkına sahiptir. Protokolün uygulanmaması veya eksik uygulanması da gönüllünün araştırmadan ayrılması için yeterlidir.

Çalışmanın adı:

Tarih:

	ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ			
	KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU			
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU			
Dok.Kodu	: FR-IAP-03	İlk Yay.Tarihi	: 26 Ocak 2015	Sayfa 3 / 4
Rev. No	: 00	Rev.Tarihi	:	

--

Katılma ve Çıkma:

Bu araştırmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmaya katılmama veya herhangi bir anda çalışmadan çıkma hakkına sahiptir. Ayrıca sorumlu araştırmacı gerek duyarsa sizi çalışma dışı bırakabilir. Çalışmaya katılmama, çalışmadan çıkma veya çıkarılma durumlarında bir ceza veya hakkınız olan yararların kaybı kesinlikle söz konusu olmayacaktır.

Masraflar:

Masraflar Bursa Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından karşılanacaktır.

İletişim Kurulacak Kişi(ler):

Prof. Dr. Şenay ŞAHİN
Fzt. Bengisu VURGUN

Gizlilik:

Bu çalışmadan elde edilen bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak ve kimlik bilgileriniz kesinlikle gizli tutulacaktır.

Ben,.....[gönüllünün adı, soyadı (kendi el yazısı ile)] Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formundaki tüm açıklamaları okudum. Bana, yukarıda konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen hekim tarafından yapıldı. Katılmam istenen çalışmanın kapsamını ve amacını, gönüllü olarak üzerime düşen sorumlulukları tamamen anladım. Çalışma hakkında soru sorma ve tartışma imkanı buldum ve tatmin edici yanıtlar aldım. Bana, çalışmanın muhtemel riskleri ve faydaları sözlü olarak da anlatıldı. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabileceğimi ve kendi isteğime bakılmaksızın araştırmacı tarafından araştırma dışı bırakılabileceğimi ve araştırmadan ayrıldığım zaman mevcut tedavimin olumsuz yönde etkilenmeyeceğini biliyorum.

Bu koşullarda;

- 1) Söz konusu Klinik Araştırmaya hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı (çocuğumun/vasimin bu çalışmaya katılmasını) kabul ediyorum.
- 2) Gerek duyulursa kişisel bilgilerime mevzuatta belirtilen kişi/kurumkuruluşların erişebilmesine,

Çalışmanın adı:

Tarih:

	ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ			
	KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU			
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU			
Dok.Kodu	: FR-IAP-03	İlk Yay.Tarihi	: 26 Ocak 2015	Sayfa 4 / 4
Rev. No	: 00	Rev.Tarihi	:	

- 3) Çalışmada elde edilen bilgilerin *kimlik bilgilerim gizli kalmak koşulu ile* yayın için kullanılma, arşivleme ve eğer gerek duyulursa bilimsel katkı amacı ile ülkemiz dışına aktarılmasına olur veriyorum.

Çalışma Kapsamında Katılımcıdan Biyolojik Örnek Alınması Durumunda Aşağıdaki Bölüm Katılımcı Tarafından Doldurulmalıdır:

- ☐ Tarafımdan alınan kodlanmış* örneğin yalnızca önerilen çalışma için kullanımını onaylıyorum; ileride yapılması olası diğer çalışmalar için onay vermiyorum.
- ☐ Tarafımdan alınan kodlanmış örneğin, araştırma konusuyla bağlantılı diğer çalışmalarda kullanımını onaylıyorum, ancak farklı çalışmalar için tekrar bilgilendirilmek ve yeni onay vermek istiyorum.
- ☐ Tarafımdan alınan kodlanmış örneğin gelecekte her türlü genetik çalışmada (kimliğim ile bağlantısız) olarak kullanılmasını onaylıyorum.

*Kodlanmış örnek: Sizden alınan örneğe bir kod numarası verilir. Kod numarasını yalnızca araştırıcı bilir ve sizin kimlik bilgilerinize yalnızca araştırıcı ulaşabilir. Böylece kimlik bilgileriniz gizli tutulmuş olur.

Gönüllünün (Kendi el yazısı ile)

Adı-Soyadı:

İmzası:

Adresi:

(varsa Telefon No, Faks No):

Tarih (gün/ay/yıl): .../.../...

Velayet veya Vesayet Altında Bulunanlar İçin

Veli veya Vasisinin (kendi el yazısı ile)

Adı Soyadı:

İmzası:

Adresi:

Varsa Telefon No, Faks No:

Tarih (gün/ay/yıl): .../.../...

Onay Alma İşlemine Başından Sonuna Kadar Tanıklık Eden Kuruluş Görevlisinin

Adı-Soyadı:

İmzası:

Görevi:

Tarih (gün/ay/yıl): .../.../...

Açıklamaları Yapan Kişinin

Adı-Soyadı:

İmzası:

Tarih (gün/ay/yıl): .../.../...

NOT: Bu formun bir kopyası gönüllüde kalacak, diğer kopyası ise hasta dosyasına yerleştirilecektir. Hasta dosyası veya protokol numarası olmayan sağlıklı gönüllülerden alınacak onam formunun bir kopyası mutlaka sorumlu araştırıcı tarafından saklanacaktır

Çalışmanın adı:

Tarih:

9. TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca görüş ve önerilerine başvurduğum, desteğini esirgemeyen danışmanım Prof. Dr. Şenay ŞAHİN'e ve tez izleme komitemde yer alan Prof. Dr. Şerife VATANSEVER ve Prof. Dr. Bergün MERİÇ BİNGÜL'e emeklerinden dolayı tüm kalbimle şükranlarımı sunarım.

Bu tez Bursa Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi desteğiyle tamamlanmıştır. Proje boyunca bilgisini ve zamanını benimle paylaşan Prof. Dr. Ufuk ŞEKİR'e ve Bursa Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Çalışmam boyunca sabırla bana yol gösteren Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin Topçu'ya, katkılarından dolayı Arş. Gör. Ali Kamil GÜNGÖR'e, Lisansüstü eğitimim boyunca her koşulda yanımda olan, desteklerini esirgemeyen sevgili aileme, değerli antrenör arkadaşım Embiye YILMAZ'a, çalışmamda sabırla ve özveriyle yer alan kıymetli sporcularıma ve çalışmamı yürütmemde kolaylık sağlayan değerli yüzme antrenörlerimiz Eray AÇIKGÖZ ve Tuncay PALA'a çok teşekkür ederim.

10. ÖZGEÇMİŞ

İlkokul ve liseyi Bursa'da tamamlamıştır. 2012 yılında başladığı Muğla Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon bölümünden 2016 yılında mezun olmuştur. Mezun olduktan sonra çeşitli hastane ve kliniklerde fizyoterapist olarak görev almıştır. Sporcu sağlığı ve ortopedik rehabilitasyon alanlarında kurs ve eğitimleri tamamlamıştır. 2019 yılında Gençlik ve Spor Bakanlığı Bursa Olimpik Hazırlık Merkezinde fizyoterapist olarak göreve başlamıştır. 2021 yılında Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı'nda yüksek lisansa başlamıştır. Bursa Olimpik Hazırlık Merkezinde fizyoterapist görevine halen devam etmektedir.