

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI SPOR BRANŞLARINDA TÜM VÜCUT VİBRASYONUNUN KASSAL
AKTİVASYON ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Hareket ve Antrenman Bilimleri Anabilim Dalı

Spor Bilimleri Programı

Doktora Tezi

İlbilge ÖZSU

DANIŞMAN

Prof. Dr. Bahtiyar ÖZÇALDIRAN

İZMİR

2014

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI SPOR BRANŞLARINDA TÜM VÜCUT VİBRASYONUNUN
KASSAL AKTİVASYON ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Hareket ve Antrenman Bilimleri Anabilim Dalı

Spor Bilimleri Programı

Doktora Tezi

İlilge ÖZSU

DANIŞMAN

Prof. Dr. Bahtiyar ÖZÇALDIRAN

İZMİR

2014

DEĞERLENDİRME KURULU ÜYELERİ

Başkan Prof. Dr. Bahtiyar ÖZÇALDIRAN (Danışman)	
Üye Prof. Dr. Hayri ERTAN	
Üye Yrd. Doç. Dr. Faruk TURGAY	
Üye Yrd. Doç. Dr. Ercan HASLOFÇA	
Üye Yrd. Doç. Dr. M. Zeki ÖZKOL	

Doktora Tezinin Kabul Tarihi:

ÖNSÖZ

Doktora sürecimde bana daima yol gösterici ve her zaman sınırsız destek olan, bana bir aile bireyinin verdiği güven duygusunu yaşatan değerli danışman hocam Prof. Dr. Bahtiyar Özçaldıran'a, akademik yolumda yeni donanımlar kazanmamı sağlayan, verdiği fikirler ile ufkumu açan ve bu süreçte Eskişehir Anadolu Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi'nin tüm olanaklarını bana sunarak desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Hayri Ertan'a sonsuz teşekkür ederim. Sinyal işleme konusunda verdiği destek ve paylaşımları ile ve tez sürecinin herhangi bir aşamasında kendisine rahatça ulaşabileceğim ve karşılığında da değerli bilgiler edinme hissini bana her an yaşatan değerli hocam Doç. Dr. A. Ruhi Soylu'nun varlığı bu tezin gerçekleştirilmesinde yadsınamaz, önemli ve değerli bir katkıdır. Ayrıca, bana elinden geldiğince destek olan arkadaşım Öğr. Gör. Dr. Deniz Şimşek'e teşekkürü bir borç bilirim. Adlarını saymakla bitiremeyeceğim ancak tezin her aşamasında yardımları ile beni yüreklendiren tüm Eskişehir AÜ Spor Bilimleri Fakültesi çalışanı arkadaşlarıma ve hocalarıma çok teşekkür ederim.

Ve ailem... Tüm yaşamım ve bu zorlu tez sürecim boyunca sonsuz destek olan, karşılıksız sevginin doyumunu bana yaşatan ve kızları olmaktan büyük gurur duyduğum sevgili babam emekli Yard.Doç.Dr. Soner Özsu'ya ve annem emekli Öğr.Gör. Nuriye Özsu'ya, güçsüz düştüğüm her an varlığıyla bana yaşama sevinci veren canım kardeşim Özge Özsu'ya ve her an her konuda sınırsız sevgisi, özverili yaklaşımları ile bana hep destek olan ve her zaman daha fazlasını başarabileceğim konusunda beni güdüleyen sevgili yol arkadaşım Arş. Gör. Dr. Ekim Pekünlü'ye çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ

İÇİNDEKİLER

TABLO DİZİNİ

GRAFİK DİZİNİ

ŞEKİL DİZİNİ

KISALTMA ve SEMBOL DİZİNİ

1. GİRİŞ	1
1.1. Giriş	1
1.1.1. Konu	3
1.1.2. Amaç	4
1.1.3. Hipotezler	4
1.1.4. Varsayımlar	5
1.1.5. Çalışmanın Önemi	6
1.1.6. Sınırlılıklar ve Karşılaşılan Güçlükler	7
1.1.7. Tanımlar	7
1.2. Genel Bilgiler	8
1.2.1. Vibrasyon nedir?	8
1.2.2. Vibrasyon Uygulamalarının Genel Etkileri	13
1.2.2.1. Temel Vibrasyon Değişkenlerinin Etkileri	14
1.2.2.1.1. TVV Frekansı ve Genliğinin Kassal	
Aktivasyon Üzerine Etkileri	14
1.2.2.1.2. TVV Üzerine Alt Ekstremitenin Anatomik	
Rolü	16

1.2.2.2. Vibrasyonun Futbol, Basketbol ve Yüzme Branşları Üzerine Etkileri	18
1.2.2.2.1. Yüzme Branşı	18
1.2.2.2.2. Basketbol Branşı	20
1.2.2.2.3. Futbol Branşı	21
1.2.3. Kassal Aktivasyonun Elektrofizyolojisi	22
1.2.4. Kas Kasılma Çeşitleri	25
1.2.5. Vibrasyon Uygulamalarında Statik ve Dinamik Kasılmalar	27
1.2.6. Elektromiyografi	28
1.2.6.1. sEMG ve Vibrasyon	29
1.2.6.2. İnsan Vücudunun Vibrasyona Verdiği Nöromusküler	
Cevaplar	30
1.2.6.2.1. Sinir Sistemi ve Refleks Mekanizma	31
1.2.6.2.2. Spinal Kord	32
1.2.6.2.3. Tonik Vibrasyon Refleksi	34
1.2.6.2.3.1. Kas İğciğinin Çalışma	
Prensibi	36
2. GEREÇ ve YÖNTEM	40
2.1. Araştırmanın Çeşidi	40
2.2. Veri Toplama Araçları	40
2.2.1. Yüzeyel Elektromiyografi Sistemi	36
2.2.2. Eklem Açısı Ölçer (Goniometre)	41
2.2.3. Tüm Vücut Vibrasyon Cihazı	42
2.2.4. Kesintisiz Güç Kaynağı	43
2.2.5. Boy ve Kütle Ölçümleri	44
2.3. Vücut Pozisyonunun Belirlenmesi	44

2.3.1. Ayak Pozisyonunun Belirlenmesi	44
2.3.2. Diz Eklem Açısının Belirlenmesi	45
2.3.3. Dinamik Skuat Hareketi Temposu	47
2.4. Deney Ortamının Hazırlanması	48
2.4.1. sEMG Testi Hazırlıkları	48
2.5. Çalışmada İncelenen Bacak Kaslarının Kinesiyolojik Yapısı	50
2.5.1. Tibialis Anterior	50
2.5.2. Gastrocnemius Medialis	50
2.5.3. Vastus Medialis-Rectus Femoris-Vastus Lateralis	51
2.5.4. Biceps Femoris	51
2.6. Ön Test	52
2.6.1. Statik Skuat Sırasındaki Kassal Aktivasyon Düzeyinin Belirlenmesi	52
2.6.2. Dinamik Skuat Sırasındaki Kassal Aktivasyon Düzeyinin Belirlenmesi	52
2.6.3. MVC Ölçümleri	53
2.7. Son Test	53
2.8. Araştırmanın Yeri ve Zamanı	53
2.9. Araştırmanın Evreni	54
2.10. Araştırmada Örneklem	54
2.11. Bağımlı ve Bağımsız Değişken	55
2.12. Veri Toplama Yöntemi ve Süresi	56
2.13. Verilerin Analizi ve Değerlendirme Teknikleri	56
2.13.1. sEMG Analizi	56
2.13.2. İstatistiksel Değerlendirmeler	57

2.13.3. Süre ve Olanaklar	59
2.14. Etik açıklamalar	59
3. BULGULAR	61
3.1. Tibialis Anterior	61
3.1.1. Ana Etkiler ve Etkileşim	62
3.2. Gastrocnemius Medialis	66
3.2.1. Ana Etkiler	66
3.2.2. Etkileşimler	66
3.2.2.1. Kasılma Tipi × Branş	66
3.2.2.2. TVV × Branş	66
3.2.2.3. Kasılma × Vibrasyon	67
3.2.2.4. Kasılma × Vibrasyon × Branş	67
3.3. Vastus Medialis	71
3.3.1. Ana Etkiler	71
3.3.2. Etkileşimler	71
3.3.2.1. Kasılma Tipi × Branş	71
3.3.2.2. TVV × Branş	71
3.3.2.3. Kasılma × Vibrasyon	72
3.3.2.4. Kasılma × Vibrasyon × Branş	72
3.4. Rectus Femoris	76
3.4.1. Ana Etkiler	76
3.4.2. Etkileşimler	76
3.4.2.1. Kasılma Tipi × Branş	76
3.4.2.2. TVV × Branş	76
3.4.2.3. Kasılma × Vibrasyon	77

3.4.2.4. Kasılma × Vibrasyon × Branş	79
3.5. Vastus Lateralis	81
3.5.1. Ana Etkiler	81
3.5.2. Etkileşimler	81
3.5.2.1. Kasılma Tipi × Branş	81
3.5.2.2. TVV × Branş	81
3.5.2.3. Kasılma × Vibrasyon	82
3.5.2.4. Kasılma × Vibrasyon × Branş	82
3.6. Biceps Femoris	86
3.6.1. Ana Etkiler	86
3.6.2. Etkileşimler	86
3.6.2.1. Kasılma Tipi × Branş	86
3.6.2.2. TVV × Branş	86
3.6.2.3. Kasılma × Vibrasyon	87
3.6.2.4. Kasılma × Vibrasyon × Branş	87
4. TARTIŞMA	94
4.1. HİPOTEZ-1. Her spor branşı kendi içinde değerlendirildiğinde, aynı genlik değerlerinde uygulanan TVV'nin frekansı arttıkça elde edilen statik kassal aktivasyon düzeyi artacaktır	95
4.1.1. Futbol	95
4.1.2. Basketbol	96
4.1.3. Yüzme	98
4.2. HİPOTEZ-2. Her spor branşı kendi içinde değerlendirildiğinde, aynı genlik değerlerinde uygulanan TVV'nin frekansı arttıkça elde edilen dinamik kassal aktivasyon düzeyi artacaktır ...	98

4.2.1. Futbol	98
4.2.2. Basketbol	98
4.2.3. Yüzme	101
4.3. HİPOTEZ-3. Her spor branşı kendi içinde değerlendirildiğinde, aynı frekans değerlerinde uygulanan TVV'nin genlik değeri arttıkça elde edilen statik kassal aktivasyon düzeyi artacaktır	102
4.3.1. Futbol	102
4.3.2. Basketbol	104
4.3.3. Yüzme	104
4.4. HİPOTEZ-4. Her spor branşı kendi içinde değerlendirildiğinde, aynı frekans değerlerinde uygulanan TVV'nin genlik değeri arttıkça elde edilen dinamik kassal aktivasyon düzeyi artacaktır	105
4.4.1. Futbol	105
4.4.2. Basketbol	107
4.4.3. Yüzme	107
4.5. HİPOTEZ-5. Aynı frekans-genlik kombinasyonuna sahip TVV'ler farklı branşlarda farklı dinamik kassal aktivasyon düzeyleri ortaya çıkaracaktır	110
4.6. HİPOTEZ-6. Aynı frekans-genlik kombinasyonuna sahip TVV'ler farklı branşlarda farklı statik kassal aktivasyon düzeyleri ortaya çıkaracaktır	115
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	120
6. ÖZET ve ABSTRACT	122

7. KAYNAKLAR	126
EKLER	144
EK 1: Etik Kurul Onayı	144
EK 2: Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu	145
ÖZGEÇMİŞ	148

TABLO DİZİNİ

Tablo 1:	Vibrasyonun temel değişkenleri	12
Tablo 2:	Kas kasılma çeşitleri	26
Tablo 3:	Araştırmada Örneklem	55
Tablo 4:	Gerçekleştirilen çalışmanın gerektirdiği zaman-insan gücü analizi	60
Tablo 5:	Tibialis Anterior kasının statik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verdiği kassal aktivasyon cevaplarının farklı spor branşlarında grup içi karşılaştırması	64
Tablo 6:	Tibialis Anterior kasının dinamik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verdiği kassal aktivasyon cevaplarının farklı spor branşlarında grup içi karşılaştırması	65
Tablo 7:	Gastrocnemius Medialis kasının statik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verdiği kassal aktivasyon cevaplarının farklı spor branşlarında grup içi karşılaştırması	69
Tablo 8:	Gastrocnemius Medialis kasının dinamik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verdiği kassal aktivasyon cevaplarının farklı spor branşlarında grup içi karşılaştırması	70
Tablo 9:	Vastus Medialis kasının statik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verdiği kassal aktivasyon cevaplarının farklı spor branşlarında grup içi karşılaştırması	74
Tablo 10:	Vastus Medialis kasının dinamik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verdiği kassal aktivasyon cevaplarının farklı spor branşlarında grup içi karşılaştırması	75

Tablo 11:	Rectus Femoris kasının statik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verdiği kassal aktivasyon cevaplarının farklı spor branşlarında grup içi karşılaştırması	79
Tablo 12:	Rectus Femoris kasının dinamik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verdiği kassal aktivasyon cevaplarının farklı spor branşlarında grup içi karşılaştırması	80
Tablo 13:	Vastus Lateralis kasının statik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verdiği kassal aktivasyon cevaplarının farklı spor branşlarında grup içi karşılaştırması	84
Tablo 14:	Vastus Lateralis kasının dinamik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verdiği kassal aktivasyon cevaplarının farklı spor branşlarında grup içi karşılaştırması	85
Tablo 15:	Biceps Femoris kasının statik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verdiği kassal aktivasyon cevaplarının farklı spor branşlarında grup içi karşılaştırması	89
Tablo 16:	Biceps Femoris kasının dinamik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verdiği kassal aktivasyon cevaplarının farklı spor branşlarında grup içi karşılaştırması	90
Tablo 17:	Tibialis Anterior ve Gastrocnemius Medialis kaslarına ait statik ve dinamik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verilen kassal aktivasyon cevaplarının branşlar arasında karşılaştırımı	91
Tablo 18:	Vastus Medialis ve Rectus Femoris kaslarına ait statik ve dinamik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verilen kassal aktivasyon cevaplarının branşlar arasında karşılaştırımı	92

Tablo 19:	Vastus Lateralis ve Biceps Femoris kaslarına ait statik ve dinamik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verilen kassal aktivasyon cevaplarının branşlar arasında karşılaştırımı	93
------------------	---	----

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 1:	Vibrasyon platformunun mekanik yapısı. (A) Dikey yönlü vibrasyon, (B) Dalgalı rotasyonel vibrasyon (“alternating rotational”, “tilting”). (C) Vibrasyonun mekanik yapısı	9
Şekil 2:	(A) Dalgalı rotasyonel vibrasyon platformu, (B) Dikey yönlü vibrasyon platformu	10
Şekil 3:	Dalgalı rotasyonel vibrasyon platformunda ayakların yerleşimi titreşim merkezinden uzaklaştıkça vücuda aktarılan vibrasyonun genliği değişir	11
Şekil 4:	Yüzme performansını etkileyen temel faktörler	19
Şekil 5:	Basketbolda, maç başarısını sağlayan branşa özgü temel beceriler	20
Şekil 6:	Kas fibriline ait (a) Gevşek durum ve (b) Kısalmış durumdaki A ve I bantlarının pozisyonları	24
Şekil 7:	Kasılma basamakları sırasında potansiyel farkta meydana gelen değişim	24
Şekil 8:	Refleksler spinal kord seviyesinde meydana gelen mekanizmalardır	32
Şekil 9:	Spinal Kord’un her iki yanından da spinal sinirler çıkar	33
Şekil 10:	Afferent ve efferent sinirler birleşerek spinal siniri oluşturur	34
Şekil 11:	Kas içiği ve Golgi Tendon Organı vibrasyona en duyarlı mekanoreseptörlerdir	36
Şekil 12:	Kas içiğinin yapısı	37
Şekil 13:	Kas İçiği kasın boyunda meydana gelen değişimlere duyarlıdır	37
Şekil 14:	Kasın, gerilme sonucu boyunda meydana gelen uzama kas içiği yardımı ile kontrol edilir	38

Şekil 15:	Tibialis Anterior kasının statik ve dinamik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verdiği kassal aktivasyon cevaplarının farklı spor branşlarındaki görünümü	63
Şekil 16:	Gastrocnemius Medialis kasının statik ve dinamik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verdiği kassal aktivasyon cevaplarının farklı spor branşlarındaki görünümü	68
Şekil 17:	Vastus Medialis kasının statik ve dinamik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verdiği kassal aktivasyon cevaplarının farklı spor branşlarındaki görünümü	75
Şekil 18:	Rectus Femoris kasının statik ve dinamik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verdiği kassal aktivasyon cevaplarının farklı spor branşlarındaki görünümü	78
Şekil 19:	Vastus Lateralis kasının statik ve dinamik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verdiği kassal aktivasyon cevaplarının farklı spor branşlarındaki görünümü	83
Şekil 21:	Biceps Femoris kasının statik ve dinamik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verdiği kassal aktivasyon cevaplarının farklı spor branşlarındaki görünümü	88

RESİM DİZİNİ

Resim 1:	Çalışmada kullanılan sEMG sistemi	41
Resim 2:	Çalışmada kullanılan sEMG sistemine ait elektrotların mekanik yapısı	41
Resim 3:	Çalışmada kullanılan manuel goniometre	42
Resim 4:	Compex Winplate® Tüm Vücut Vibrasyon Cihazı (İsviçre)	43
Resim 5:	Kesintisiz güç kaynağı	44
Resim 6:	Katılımcıların tüm skuat hareketlerinde ayak pozisyonları sabitti	45
Resim 7:	Diz eklem açısının 120° olduğu pozisyonda katılımcının başının üzerine hafifçe temas edecek sabit bir plastik çubuk, yere paralel olarak konumlandırıldı ve katılımcı bu teması hafifçe hissedecek şekilde pozisyonunu korudu	46
Resim 8:	Katılımcıların kalçalarının ve başlarının temas edeceği bir düzener ile 90-150° diz eklem açılarında dinamik skuat yapımları sağlandı	47
Resim 9:	sEMG elektrotları deriye titreşim sırasında yerinden ayrılmasını önlemek amacıyla sağlam bir şekilde yapıştırıldı	49

KISALTMA ve SEMBOL DİZİNİ

A	Genlik
a	İvme
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ACC	Akselerasyon
ACh	Asetil Kolin
BF	Biceps Femoris
Ca^{+2}	Kalsiyum İyonu
CMMR	Common Mode Rejection Ratio (Ortak Moddan Kurulma Oranı)
$\%\Delta$	Yüzde Değişim
d	Distance (Yerdeğiştirme)
DFA	Diz Fleksiyon Açısı
DV	Dikey Yönlü Vibrasyon
f	Frekans
F	Force (Kuvvet)
GM	Gastrocnemius Medialis
$\vec{g}$	Gravitasyonel İvme
Hz	Hertz
kOhm	Kilo Ohm
mm	Milimetre
MÜAP	Motor Ünite Aksiyon Potansiyeli
mV	Mili Volt
MVC	Maksimal İstemli Kasılma
RF	Rectus Femoris
RMS	Root Mean Square

ROM	Range of Motion (Hareket Açıklığı)
RV	Dalgalı Rotasyonel Vibrasyon
sEMG	Yüzeyel Elektromiyografi
t	Zaman
TA	Tibialis Anterior
TVV	Tüm Vücut Vibrasyon
VL	Vastus Lateralis
VM	Vastus Medialis
W	Work (İş)
A	Genlik

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1. Giriş

İnsan hareketinden birincil derecede sorumlu olan kas kasılma mekanizmasının nasıl işlediği ve antrenmanlarda kullanılan, performansın gelişimine yönelik uygulamaların bu mekanizma üzerine etkisinin ne olduğu spor bilimcilerin büyük ilgisini çekmektedir.

Sportif performansı geliştirdiği düşünülen ve yapılan bir takım teknolojik ürünler ile de çeşitli uygulama alanlarına girmiş olan yöntemlerden biri de vibrasyon uygulamalarıdır. Literatürde sağlık alanında kullanılan, vibrasyona yönelik araştırmaların yanı sıra, sporsal performansın artırılmasına ilişkin de sayısız çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda çeşitli vibrasyon uygulamalarının sporsal performansa ve dolayısıyla kassal aktivasyon düzeyi üzerine etkileri incelenmektedir. Vibrasyonun nöromüsküler performans üzerine olumlu etkileri olduğu bilinmektedir. Bu durum göz önünde tutulduğunda, vibrasyonun bir temel egzersiz yöntemi veya kuvvet egzersizlerinde yardımcı eleman olarak kullanılmaktadır. Bu yönüyle vibrasyon, performansı geliştirebilecek olası bir yöntem olarak karşımıza

çıkmaktadır. Kuvvet egzersizlerinde bireylerin statik veya dinamik hareketleri sıklıkla kullandıkları düşünüldüğünde vibrasyonun statik ve dinamik kasılmalar üzerine etkileri önem kazanmaktadır.

Farklı yaşta, cinsten, antrenman durumunda, sağlıklı/sakat/hasta bireylere uygulanan akut veya kronik, lokal veya *Tüm Vücut Vibrasyonu (TVV)*'nin etkilerini ele alan pek çok araştırmaya rastlanabilir. Ancak, antrenman durumu birbirine benzer, farklı branşlardaki sağlıklı bireylerin akut TVV'den etkilenim düzeyleri arasındaki farkı inceleyen araştırmaya rastlanmamaktadır. Her spor branşının kendine özgü fiziksel, fizyolojik, psikolojik, anatomik vb. gereksinimleri bulunmaktadır. Dolayısıyla, branşa özgü antrenman uygulamaları antrenman şiddeti-kapsamı-sıklığı, baskın enerji sistemleri, biyomekanik hareket kalıpları, kas kasılma çeşitleri vb. değişkenlere bağlı olarak sporcuya farklı kassal adaptasyonlar kazandırmaktadır. Farklı çevresel ortamlarda gerçekleştirilen spor branşlarındaki sporcularda bu adaptasyon farklılıkları ön plana çıkmaktadır. Bu açıdan bakıldığında, açık hava-yumuşak zemin, salon ortamı-sert zemin ve su ortamı gibi çevresel ortamların birbirinden oldukça farklı olduğu spor branşlarında özelleşmiş sporcuların aynı adaptasyonlara sahip olduğu söylenemez. Böylece, bir branшта özelleşen ve branşa özgü kassal adaptasyon kazanan sporcuların diğer branşlardaki sporculara kıyasla belirli bir antrenman uyarısına verecekleri kassal aktivasyon cevaplarının farklı olabileceği düşünülebilir. Bu açıdan değerlendirildiğinde, branşa özgü antrenman planının içeriği nedeniyle, her antrenmanda alt ekstremitelere düşen yükün farklı olduğu söylenebilir. Karada ve su ortamında gerçekleştirilen farklı spor branşlarında yarışan sporcularda bu farkın çok daha belirgin olabileceği düşünülebilir. Farklı branşlardaki sporculara uygulanacak vibrasyonun kassal aktivasyon düzeyi üzerine etkileri farklı olabilir. Farklı çevresel ortamlardaki spor

branşlarında herşeyden önce sporcuların antrenmanda, her hareketleri sırasında maruz kalacakları temel yükü etkileyen yerçekimi kuvvetinin farklı olacağı ve sporcuların sinir kas sisteminin bundan farklı düzeylerde etkileneceği söylenebilir. Böylesi farklı ortamlarda gerçekleştirilen spor branşlarında özelleşmiş antrenmanlı sporcuların kassal aktivasyon düzeyi üzerine vibrasyon uygulamalarının etkilerini inceleyen çalışmaya rastlanmamaktadır.

Bu nedenlerle, TVV'nin kassal aktivasyon düzeyi üzerine etkisini inceleyen bu çalışma, farklı spor branşlarında lisanslı olarak yarışan performans grubu sporcuların statik ve dinamik kasılmaları sırasında bacak kaslarına ait kassal aktivasyon düzeyi üzerine etkilerini araştırmaktadır.

1.1.1. Konu

Bu çalışmanın konusu, açık hava-yumuşak zemin, salon ortamı-sert zemin ve su ortamı gibi çevresel ortamların birbirinden oldukça farklı olduğu spor branşlarında özelleşmiş, el ve bacak gibi performansı gerçekleştirme organını ve diz ekstensiyon ve fleksiyonunu kullanım sıklığı birbirinden farklı olan, performans grubu sporcularda, TVV'nin statik ve dinamik kasılmalar sırasında bacak kaslarına ait kassal aktivasyon düzeyi üzerine etkisinin kinetik yöntemle değerlendirilmesidir. Açık hava-yumuşak zemin sporu olarak futbol, salon ortamı-sert zemin sporu olarak basketbol ve su ortamı sporu olarak da yüzme branşlarında performans grubu sporcuların katıldığı bu çalışmada, statik ve dinamik kasılma hareketinin incelenmesi için skuat hareketi ve kinetik değerlendirme yöntemi için *yüzeysel elektromiyografi (sEMG)* yöntemi kullanılmıştır.

1.1.2. Amaç

Statik ve dinamik skuat hareketinin ele alınarak, üç farklı spor branşında (futbol, basketbol, yüzme) özelleşmiş sporcuların, statik ve dinamik bacak hareketleri sırasında gerçekleştirilen, değişen genlikteki ve frekanstaki TVV uygulamalarına verilen kassal aktivasyon cevaplarının sEMG yöntemi kullanılarak ölçülmesi ve elde edilen değerlerin branş içi ve branşlar arasında karşılaştırılması.

1.1.3. Hipotezler

1. Her spor branşı kendi içinde değerlendirildiğinde, aynı genlik değerlerinde uygulanan TVV'nin frekansı arttıkça elde edilen statik kassal aktivasyon düzeyi artacaktır.
2. Her spor branşı kendi içinde değerlendirildiğinde, aynı genlik değerlerinde uygulanan TVV'nin frekansı arttıkça elde edilen dinamik kassal aktivasyon düzeyi artacaktır.
3. Her spor branşı kendi içinde değerlendirildiğinde, aynı frekans değerlerinde uygulanan TVV'nin genlik arttıkça elde edilen statik kassal aktivasyon düzeyi artacaktır.
4. Her spor branşı kendi içinde değerlendirildiğinde, aynı frekans değerlerinde uygulanan TVV'nin genlik arttıkça elde edilen dinamik kassal aktivasyon düzeyi artacaktır.
5. Aynı frekans-genlik kombinasyonuna sahip TVV'ler farklı branşlarda farklı dinamik kassal aktivasyon düzeyleri ortaya çıkaracaktır.

6. Aynı frekans-genlik kombinasyonuna sahip TVV'ler farklı branşlarda farklı statik kassal aktivasyon düzeyleri ortaya çıkaracaktır.

1.1.4. Varsayımlar

1. Araştırmada kullanılan teknik araç gereçler, araştırmanın amaçlarını gerçekleştirebilecek kapasitedeydi.
2. Katılımcılar test aşamalarının tümünü optimal motivasyon ve konsantrasyon düzeyini koruyarak tamamladılar.
3. Tüm test süresince katılımcılara ait bireysel özelliklerde zamana bağlı herhangi bir değişiklik gerçekleşmedi.
4. Katılımcılar TVV öncesindeki ve TVV uygulamaları sırasındaki çevresel etmenlerden eşit oranda etkilendi.
5. Statik skuat hareketinde katılımcıların eklem açıları hiçbir şekilde değişmedi.
6. Statik skuat hareketinde kassal aktivasyon sadece vibrasyondan ve katılımcının vücut kütleini önceden belirlenmiş pozisyonda dengede tutma çabasıdan kaynaklandı.
7. Dinamik skuat hareketi sırasında katılımcıların diz eklem açısı genişliklerinde yaşanmış olası küçük farklılıklar araştırma sonuçlarını olumsuz etkilemedi.
8. Dinamik skuat hareketinde kassal aktivasyon sadece vibrasyondan ve katılımcının vücut kütleini önceden belirlenmiş eklem hareket genişliğinde belirli bir tempoyla hareket ettirme çabasıdan kaynaklandı.

9. TVV uygulamaları sırasında katılımcılar vibrasyon cihazının el tutamaklarına aşırı kuvvet uygulamadılar. Katılımcılar bu tutamakları sadece dengelerini korumak için hafifçe tuttular. Bu temas bacak kaslarındaki aktivasyonu değiştirerek araştırma sonuçları üzerinde olumsuz etki yaratmadı.
10. Tüm katılımcılar kendilerine ait spor branşlarında eşit oranda performansa sahiptiler.
11. Katılımcılar “Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu”nda belirtilen sorumlulukların hepsini yerine getirdiler.
12. Katılımcılar “Çalışmaya Alınma Kriterleri”yle ilgili olarak araştırmacıya doğru bilgi verdiler.

1.1.5. Çalışmanın Önemi

Çalışmamızda ele alınan spor branşlarında yarışan sporculardan elde edilecek TVV’ye verilen kassal aktivasyon cevapları ülkemiz sporuna katkıda bulunabilir. Futbol, basketbol ve yüzme federasyonlarının belirttiğine göre ülkemizde futbol branşında kayıtlı yaklaşık 600.000 lisanslı futbolcu, basketbol branşında kayıtlı yaklaşık 240.000 lisanslı basketbolcu, yüzme branşında kayıtlı yaklaşık 100.000 lisanslı yüzücü bulunduğu düşünüldüğünde, sporcuların ya da antrenörlerin geleneksel antrenman programlarının dışında TVV gibi dış uyaranlar ile sporsal performansta gelişim sağlayacak uygulamaların önemi artmaktadır. Bu açıdan değerlendirildiğinde gerçekleştirilen bu çalışma;

- TVV antrenmanlarında kullanılacak optimal TVV frekans-genlik kombinasyonu hakkında bilgi sağlayabilir.

- Çeşitli TVV frekans-genlik kombinasyonlarının farklı spor branşlarında farklı kassal aktivasyon düzeylerine neden olup olmadığı sorusuna cevap verebilir.
- Daha farklı spor branşlarının inceleneceği yeni araştırmalar için bir ön ayak oluşturabilir.

1.1.6. Sınırlılıklar ve Karşılaşılan Güçlükler

Bu çalışmadaki statik hareket 120° diz eklem açısında gerçekleştirilen statik skuat hareketi ile dinamik hareket ise 90°-150° diz eklem açısı aralığında gerçekleştirilen dinamik skuat hareketi ile sınırlıdır. sEMG yöntemi kullanıldığından çalışmada sadece yüzeysel kas fibrillerindeki kasılmaya katılan motor ünitelerden elde edilen veriler değerlendirildi. Çalışma sırasında elektrogoniometre kullanma imkanı olmadığından diz eklem açısı değerleri goniometre ile anatomik çıkıntılar üzerinden göz kararı ile belirlendi. Bu durum eklem açılarının belirlenmesindeki hassasiyeti düşürmüş olabilir. Bu hassasiyet kaybı, tasarlanan düzeneğe en alt seviyelerde tutulmaya çalışıldı.

Çalışmadaki örneklem grubunun evreni Eskişehir ilinde bir kulübe bağlı olarak spor yapmakta olan erkek sporcularla sınırlandırıldı. Çalışma örneklemini, öğrenimlerine devam eden antrenmanlı sporculardan oluştuğu için her katılımcı günün aynı saat diliminde test edilemedi. Katılımcılar testlere kendi antrenman ve ders programlarının dışında uygun oldukları bir saatte katıldılar.

1.1.7. Tanımlar

- Yüzeysel Elektromiyografi: İnervasyon noktaları deri altına yakın bölgelerde bulunan kasların aktivasyon düzeylerinin belirlenmesi için tasarlanmış, iki uç arasındaki voltaj farkına dayalı elektriksel iletimi ölçen kinetik bir yöntem.

- Goniometre: Eklem açılarının el ile ölçmesini sağlayan bir eklem açıölçer aparat.
- Tüm Vücut Vibrasyonu: Vibrasyon platformu üzerine çıkılarak, vücudun bir bütün olarak vibrasyon etkisi altında kaldığı, istenilen egzersiz tipi, egzersiz süresi, vibrasyon frekansları ve genliklerinin seçiminden oluşan uygulamalar.
- Kesintisiz Güç Kaynağı: Kendisine bağlı elektriksel donanımlara sabit akımda şehir şebekesi veren ve aynı zamanda akü olarak da görev yapan teknik destek ekipmanı.

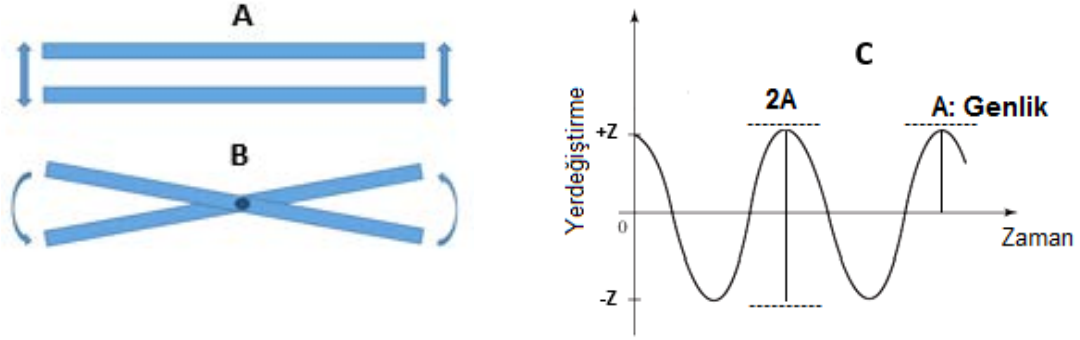
1.2. Genel Bilgiler

1.2.1. Vibrasyon nedir?

Dilimizde titreşim olarak kullanılan vibrasyon, bir sistemde düzenli veya düzensiz periyodik hareketler ile meydana gelen sönümlü veya sönümsüz salınımlardır. Bir başka deyişle, cisimlerin sabit bir referans eksene veya nötr bir pozisyona (denge konumuna) göre tekrarlanan hareketi olarak da ifade edilebilir [18]. Uzun süredir farklı yönleri araştırılmakta olan vibrasyonun dikey ve dalgalı rotasyonel (tilting) olmak üzere iki tipi bulunmaktadır (Şekil 1). Vibrasyon istenilen süre boyunca sabit frekans (saniyedeki titreşim sayısı) ve genlikte (çukur-tepe arasındaki yerdeğişimin yarısı) devam ettirilebileceği için sönümsüz periyodik bir yay salınımı hareketi gibi düşünülebilir. Yay hareketi fiziğin temel konusu olan bir harmonik salınım hareketidir ve aşağıda yer alan Denklem 1.1 ile ifade edilir ve dalga grafiği ile gösterilir.

$$F(t)=A\sin(2\pi f) \quad (1.1)$$

Bu denklemde F ; zamana (t) bağılı olarak A genliğinde ve f frekansında salınım yapan bir dalga fonksiyonudur.



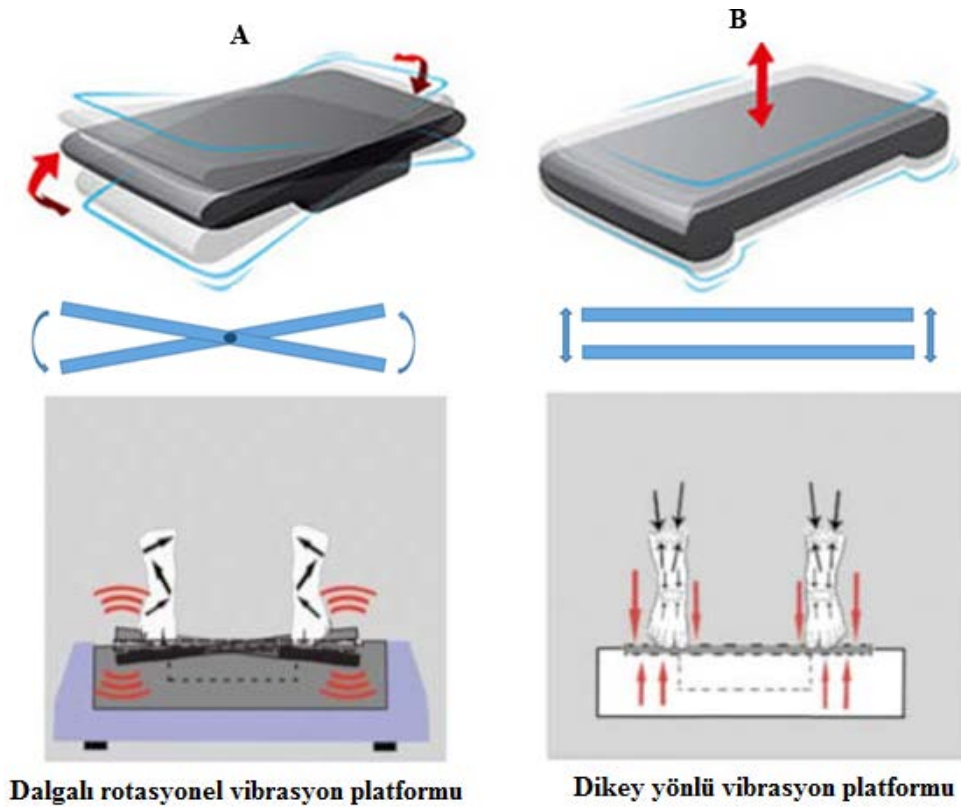
Şekil 1: Vibrasyon platformunun mekanik yapısı. (A) Dikey yönlü vibrasyon, (B) Dalgalı rotasyonel vibrasyon (“alternating rotational”, “tilting”). (C) Vibrasyonun mekanik yapısı.

Vibrasyon uyararı, bireylerin bir titreşim mekanizması içeren bir platforma çıkarak TVV’ye maruz kalması veya bir dumbbell, bar veya elle taşınabilen bir araç ile doğrudan istenilen kasa veya tendona temas ettirilmesi ile meydana gelir.

Vibrasyon uyararı Denklem 1.1’den de anlaşılacağı gibi sinüzoidal bir fonksiyona sahiptir ve iki farklı faktöre bağlıdır: *Frekans (f)* ve *Genlik (A)*.

Vibrasyon çalışmalarında vibrasyonun büyüklüğü olarak ifade edilen kavram, Denklem 1.1 ile gösterilen fonksiyonun A değişkenidir. Literatürde genellikle kullanılan yerdeğiştirme kavramı; genlik veya çukur-tepe arasındaki yerdeğiştirme (*peak to peak displacement*) olarak da ifade edilmektedir [77]. Bu çalışmada “genlik” kavramının kullanılması tercih edildi. Genlik, Şekil 1 (C)’de vibrasyon fonksiyonun

Z eksenindeki maksimum +Z ile minumum -Z noktaları arasındaki yerdeğiştirmenin yarısıdır ve A ile gösterilir. Dikey vibrasyonda platforma ait tüm noktalar aynı anda hareket eder. Tüm noktalar Z ekseninde aynı yerdeğiştirmeyi yaparlar ve bu nedenle aynı genlik değerinde salınırlar (titreşirler). Ancak, dalgalı rotasyonel vibrasyonda dönme ekseninden uzaklaşıldıkça platforma ait noktalar Z ekseninde farklı miktarda yerdeğiştirme yaparak salınırlar (şekil 2)



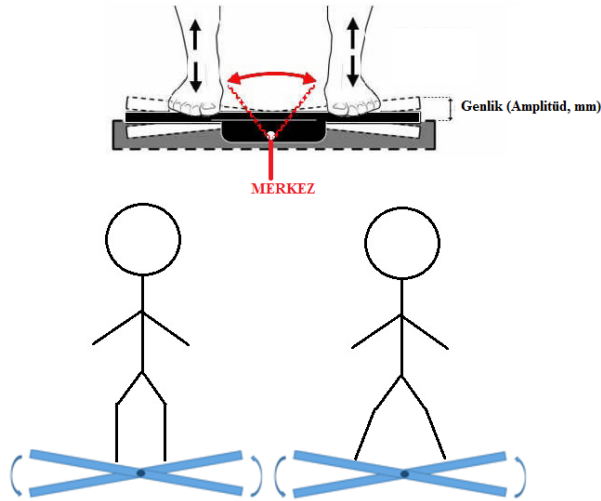
şekil 2: (A) Dalgalı rotasyonel vibrasyon platformu, (B) Dikey yönlü vibrasyon platformu.

Bu nedenle, bu tip vibrasyon cihazlarında yapılan uygulamalarda frekans ve genlik değeri aynı olsa da platform üzerindeki ayak yerleşim pozisyonuna göre her

bireyin aldığı vibrasyonun genlik değeri ve buna bağlı olarak da vibrasyondan etkilenim büyüklüğü (akselerasyon) değişim gösterebilir (Şekil 3)

Bireylerin vibrasyondan etkilenim büyüklüğü olarak da ifade edilebilen akselerasyon, vibrasyonun Denklem 1.1 ile gösterilen yerdeğiştirme fonksiyonunun ikinci dereceden türevidir ve Denklem 1.2 ile gösterilir:

$$a(t) = \frac{d^2 F(t)}{dt^2} = -A (2\pi f)^2 \sin(2\pi f) \quad (1.2)$$



Şekil 3: Dalgalı rotasyonel vibrasyon platformunda ayakların yerleşimi titreşim merkezinden uzaklaştıkça vücuda aktarılan vibrasyonun genliği değişir.

Denklem 1.2’den anlaşıldığı gibi, vibrasyonun akselerasyon fonksiyonu hem frekans hem de genlik değerine bağlı olarak değişir. Bu nedenle frekans ve genlik değiştikçe bireylerin platform üzerinde hissettikleri vibrasyon büyüklüğü ve buna

bağlı olarak vibrasyondan etkilenim büyüklüğü değişmektedir. Denklem 1.2'nin maksimum mutlak değeri vibrasyondan etkilenim büyüklüğünü verir ve Denklem 1.3 ile ifade edilebilir;

$$|a|_{maks} = A (2\pi f)^2 \quad (1.3)$$

Denklem 1.3'te de görüldüğü gibi vibrasyonun akselerasyon değeri her iki değişkeni de içeren bir büyüklüğe sahiptir. Akselerasyonun fiziksel tanımı ivmedir ve bu nedenle, gravitasyonel ivme ($\vec{g}$: 9,81 m.s⁻²) cinsinden de ifade edilebilir. Vibrasyon uygulamasına katılan bir bireyin maruz kaldığı gerçek vibrasyon şiddeti vibrasyonun tercih edilen frekans ve genlik değerlerini içeren akselerasyon büyüklüğüdür. Bu çalışmada kullanılan frekans ve genlik değerlerine göre akselerasyon büyüklükleri **Tablo 1**'de ifade edilmektedir.

Tablo 1: Vibrasyonun temel değişkenleri

Genlik (mm)	Frekans (Hz)	Akselerasyon (m.s ⁻²)	Gravitasyonel İvme Cinsinden Akselerasyon
2	30	71,0	7,24 $\vec{g}$
2	35	96,6	9,85 $\vec{g}$
2	40	126	12,9 $\vec{g}$
4	30	142	14,5 $\vec{g}$
4	35	193	19,7 $\vec{g}$
4	40	252	25,7 $\vec{g}$

Tablo 1’den görüldüğü gibi akselerasyon, genlik ve frekans, vibrasyonun temel değişkenleridir ve bundan sonraki bölümlerde bu değişkenlerin vibrasyon uygulamalarındaki etkilerine yer verilecektir.

1.2.2. Vibrasyon Uygulamalarının Genel Etkileri

Salınım hareketi ile oluşan ve mekanik uyaran olarak ifade edilen vibrasyon, günümüzde kullanılan en popüler egzersiz yöntemleri arasında yer almaktadır. Özel tasarımlı çeşitli egzersiz ekipmanları ile uygulanan vibrasyonun sporsal performansı geliştirdiği bilinmektedir [7-10]. Vücudu bir bütün olarak vibrasyon altında bırakan platform şeklinde TVV cihazları olduğu gibi, düşük frekanslı vibrasyon kabloları [62, 63] ve titreşimli barlar [8] gibi vibrasyonun tendon veya kasa doğrudan uygulanabildiği bölgesel vibrasyon cihazları da bulunmaktadır. Bu bölümde çalışmanın konusuyla bağlantılı olarak TVV cihazlarının akut ve kronik etkilerine genel olarak yer verilecektir.

Gerçekleştirilen TVV çalışmalarında farklı protokollerin kullanılması ile vibrasyon egzersizlerinin akut ve kronik etkileri araştırılmaktadır. Bunlar arasında yer alan Issurin ve Tenenbaum (1999), Bosco ve arkadaşları (2000) ve Ruitter’in (2003) yaptığı çalışmalar TVV’nin kassal mekanik gücü arttırdığını belirtmektedir [10, 36, 63]. Bu gelişimin yüksek performans grubundaki katılımcılarda, amatör gruptaki katılımcılara oranla daha yüksek olduğu belirtilmektedir [63]. Çeşitli araştırmalar vibrasyonun dikey sıçrama yüksekliğini [7, 28], kassal kuvveti [38, 62, 91, 112, 113, 128, 133], kassal gücü [30, 127], sürati [37, 132], dayanıklılığı [50], esnekliği [68], dengeyi [126], dik duruşu [104] geliştirdiğini ve kemik mineral yoğunluğunu [20] arttırdığını ortaya koymaktadır. TVV alanında yapılan özel spor branşlarına özgü çalışmalar da bulunmaktadır. Voleybol, basketbol, atletizm ve

cimnastik branşlarında özelleşmiş kadın sporcuları [44], atletizmin sprint branşında özelleşmiş kadın ve erkek sporcuları [37], üst düzey baletleri [5], genç kadın cimnastikçileri [68], kız ve erkeklerden oluşan yarışmacı genç kayakçıları [78], üst düzey kadın hokeycileri [28] ve dağcıları [25] ele alan çalışmalarda vibrasyonun etkileri incelenmiştir. Adı geçen spor dallarından seçilen antrene bireylerin yanı sıra örneklem evrenini antrene olmayan bireylerin oluşturduğu çalışmalar da yapılmıştır [112]. Gerçekleştirilen bu çalışmalar TVV'nin sporsal performansı arttırdığını gösteren çalışmalar arasında yer almaktadır.

Literatürde vibrasyonun frekansı, genliği ve tipi değiştikçe kassal aktivasyon düzeyi üzerine etkilerinin de değişim gösterdiği belirtilmektedir [110]. Bu nedenle bu konuya alt başlıklar halinde yer verilmektedir.

1.2.2.1. Temel Vibrasyon Değişkenlerinin Etkileri

1.2.2.1.1. TVV Frekansı ve Genliğinin Kassal Aktivasyon Üzerine Etkileri

Vibrasyon üzerine gerçekleştirilen çalışmalarda TVV frekansının arttıkça vibrasyon etkisi altındaki kaslara ait sEMG değerlerinin de arttığı belirtilmektedir [99, 110]. Ancak bu araştırmaların yanı sıra frekans değerinin artmasına rağmen kassal aktivasyonun bu artışa bağlı olarak değişim göstermediği, tam tersine gittikçe azalmanın izlendiği çalışmalara da rastlanabilir. Cardinale ve Lim (2003) ½ skuat pozisyonunda 60 saniye TVV uygulaması sonucu vastus lateralis kasının sEMG'ye ait *Root Mean Square (RMS; Karelerin Ortalamasının Karekökü)* değerinde önemli bir artış olduğunu göstermektedir. Araştırmacılar 30 Hz TVV frekansının yarattığı bu artışın 40 Hz ve 50 Hz TVV frekanslarının yarattığı etkiden daha büyük olduğunu belirtmektedir [19]. Delecluse ve ark. (2003) ½ skuat pozisyonunda uygulanan 5 mm, 35 Hz TVV'nin rectus femoris ve medial gastrocnemious kaslarının sEMG'ye

ait RMS değerinde belirgin bir artışa neden olduğunu bildirmektedirler [38]. Da Silva ve ark. (2006) 4 mm, 30 Hz TVV'nin aynı genlikte 20 Hz ve 40 Hz ile gerçekleştirilen TVV'den daha etkili olduğunu, 4 mm, 30 Hz TVV'nin dikey sıçrama yüksekliliği ve bacak kuvvetinde diğer frekanslarda yapılan uygulamalara göre daha büyük artış sağladığını göstermektedir [33]. Bunların dışında literatürde 18 Hz [107], 26 Hz [7, 10, 67, 105, 106, 108, 109] ve 30 Hz [36, 110] ile uygulanan TVV çalışmalarına da rastlanabilir. Fakat kassal aktivasyon gelişimini en yüksek düzeyde sağlayacak optimal TVV frekansı bilgisi net olarak belli değildir.

TVV platformları ile gerçekleştirilen uygulamalarda bireylere ait kas, kemik, kıkırdak ve yumuşak dokular vibrasyonu soğurucu bir yalıtım malzemesi görevi görür ve platformdan uzakta olan kas grupları vibrasyondan daha az düzeyde etkilendir. Bu nedenle, platforma yakın olan kas grupları TVV'ye en büyük nöromüsküler cevabı veren yapılardır [3]. Ritzmann ve ark. (2013) TVV frekansındaki artıştan kaynaklanan sEMG'deki artışın, kasların anatomik lokasyonuna (TVV platformundan uzak ya da yakın oluşu) bağlı olduğunu; buna göre platforma yakın kasların (soleus, gastrocnemius medialis, tibialis anterior) platformdan uzak kaslara (biceps femoris, vastus medialis, rectus femoris) göre TVV frekansından daha çok etkilendiğini belirtmektedir [110].

Literatür incelendiğinde TVV cihazları ile yapılan pek çok çalışma olduğu ve bu çalışmaların çok farklı sonuçlar ortaya koyduğu görülmektedir. Bu çalışmaların arasında TVV sonrası herhangi bir yararlı adaptasyonun ortaya çıkmadığını [26, 36, 37, 72] ve TVV'nin sporsal performansa herhangi bir katkısının olmadığını gösteren çalışmalar [35, 128] da bulunmaktadır. Frekans arttıkça, vibrasyondan kaynaklanan gerim refleksinin artış gösterdiği ve bunun da sEMG aktivitesindeki artışa neden

olduğu belirtilmektedir [27, 110, 111]. Uzun süreli TVV çalışmalarına benzer olarak, yüksüz ve akut olarak gerçekleştirilen TVV araştırmaları da belirsiz sonuçlar vermiştir. Literatürde bulunan bu tutarsız sonuçların, TVV uygulamalarında seçilen farklı frekans ve genlik değerleriyle birlikte uygulanan farklı protokollerden kaynaklandığı söylenebilir.

1.2.2.1.2. TVV Üzerine Alt Ekstremitenin Anatomik Rolü

Daha önce de tanımlanan vibrasyon değişkenleri (frekans, genlik) mekanik olarak etkileşim içindedirler ve her iki değişkende veya herhangi birinde meydana gelen bir değişim vibrasyondan etkilenim büyüklüğünü de değiştirmektedir. Uygulamalar sırasında tercih edilen her bir TVV değişkeni (frekans, genlik, vücut pozisyonu [diz fleksiyon açısı]) bireylerin TVV'ye farklı nöromusküler yanıtlar vermesine ve farklı adaptasyon geliştirmesine neden olur [24]. Bu nedenle TVV uygulamalarında en önemli değişkenlerden biri diz eklem açısına bağlı vücut pozisyonudur [3, 100]. Skuat hareketi ele alındığında, diz ve kalça eklem açısının derecesi kasların anatomik fonksiyonuna bağlı olarak kasılmaya katılan motor ünitelerin nöromusküler aktivasyon düzeyini etkilemektedir [43, 61]. TVV sırasında kaydedilen kassal aktivasyon, vücut pozisyonuna göre değişim göstermektedir [6]. Abercromby ve ark. (2007) TVV sırasında farklı diz fleksiyon açılarının etkisini incelemişler ve pek çok dinamik skuat modeli ile karşılaştırıldığında statik skuatın TVV'ye en yüksek nöromusküler yanıtı sebep olduğunu tespit etmişlerdir [2]. *Diz fleksiyon açısı (DFA)* 60° olduğunda diz ekstensörlerinin en yüksek nöromusküler aktivite gösterdiği belirtilmektedir [110]. DFA arttıkça diz ekstensörlerine binen yük miktarı artmaktadır ve kas içiği Ia-afferent uyarımında artışa neden olmakta ve böylece daha büyük DFA'daki kas daha büyük nöromusküler cevaplar

oluşturmaktadır [3]. Ritzmann ve ark. (2013) diz ekstansiyon açısı arttıkça, plantar fleksiyon kaslarının nöromusküler aktivasyonunda da artış olduğunu göstermektedir [110]. Bu nedenle, TVV'nin amacı plantar fleksörlerin aktivasyonunu artırmaksa diz ekleminde fleksiyon hareketi değil, ekstansiyon hareketi tercih edilmelidir [110]. Sonuç olarak, hedef kaslarda yüksek aktivasyon (büyük sEMG değerleri) amaçlanıyorsa hedeflenen kas grubuna göre uygun bir diz fleksiyon açısı belirlenmelidir.

Cardinale ve Lim (2003), katılımcıların 100° diz eklem açısı ile gerçekleştirdikleri ½ skuat sırasında 60 saniye uygulanan dikey yönlü TVV (10 mm, 30 Hz) sırasında vastus lateralis kasının aktivitesini ölçmüşler ve sEMG'ye ait RMS değerinde %34 artış olduğunu bildirmişlerdir [19]. Diğer bir çalışma Roelants ve ark. (2006) tarafından gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar katılımcılara üç farklı statik pozisyonda ([i] diz eklem açısı 125°, kalça fleksiyon açısı 140° çift bacak skuat, [ii] diz ve kalça fleksiyon açısı 90° çift bacak skuat, [iii] diz eklem açısı 125°, kalça açısı 140° tek bacak skuat) 20 saniye boyunca dikey yönlü TVV (2,5 mm, 35 Hz) uygulamışlardır [114]. Tüm vücut pozisyonlarında, quadriceps kaslarının (rectus femoris, vastus medialis, vastus lateralis) ve gastrocnemius kasının aktivasyonu ölçülmüş ve tüm kasların her vücut pozisyonundaki sEMG'ye ait RMS değerinde önemli bir artış olduğu belirtilmiştir. Katılımcıların pozisyon (i) durumunda vibrasyon etkisi altında kaldıkları ve kalmadıkları (kontrol uygulaması) iki durum karşılaştırılmıştır. Buna göre katılımcıların pozisyon (i) durumunda kassal aktivasyonu %92,5 – %301, kontrol uygulamasında ise kassal aktivasyonu %49 – %134 olduğu belirtilmiştir. Katılımcıların pozisyon (iii) sırasında ise kassal aktivasyon düzeyinin %115 – %360 olduğu tespit edilmiştir. Katılımcılar TVV sırasında, bacak kaslarını maksimal aktivasyon düzeyinin %12,6 ile %82,4 oranında

aktive edebilmişlerdir. Araştırmanın sonucunda, TVV sırasında alt vücut iskelet kaslarına ait sEMG verileri TVV'nin uygulanmadığı kontrol durumuyla karşılaştırıldığında kas aktivitesinde artış olduğunu göstermektedir [114].

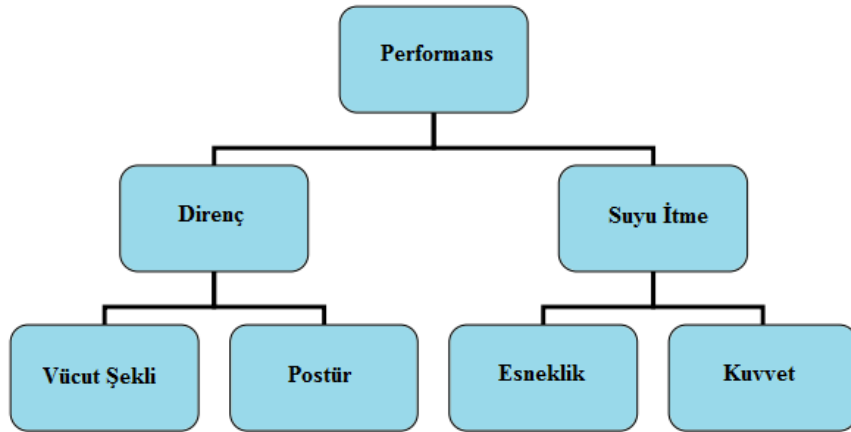
Bu bağlamda, statik ve dinamik kasılmalarda kullanılacak optimal frekans–genlik kombinasyonu ile birlikte optimal vücut pozisyonunun da belirlenmesi, kassal performans üzerine TVV'nin etkisini anlamak ve buna bağlı olarak TVV antrenman programlarını tasarlamak için antrenörlere ve araştırmacılara fayda sağlayacağı ifade edilebilir.

1.2.2.2. Vibrasyonun Futbol, Basketbol ve Yüzme Branşları Üzerine Etkileri

1.2.2.2.1. Yüzme Branşı

Yüzme temel spor branşlarından biridir ve bu dalda düzenlenen müsabakalarda yüzücüler 50 m'den 1500 m'ye dek değişen mesafelerde yarışmaktadırlar. Sporcuların belirlenen mesafeyi en kısa sürede yüzmeleri büyük enerji ve hız gerektirmektedir. Sporcular, gerçekleştirecekleri büyük hız ve enerji gerektiren yarış sırasında sadece rakipleri ile değil aynı zamanda su direncine karşı da mücadele etmektedirler. Yapılan çalışmalar göstermektedir ki yüzücülerin güçlerinin %90'ı bu su direncinin üstesinden gelmek için harcanmaktadır [88, 95, 121, 129, 130]. Üstesinden gelinmeye çalışılan bu direnç kuvveti, yüzme sırasında meydana gelen bir sürtünme kuvveti çeşidi olan “su sürtünme kuvveti”nden kaynaklanmaktadır. Hidrodinamik direnç genel yüzme performansını önemli ölçüde geliştirmektedir [117]. Yüzücüler bu direncin üstesinden gelmek için kollarını tıpkı bir kürek veya bir palet gibi kullanarak su içinde ilerleyebilmektedirler. Aktif rol alan kollar, beraberinde gövdeyi ve bu ilerleyişe kollar kadar aktif olmasa da büyük oranda katkıda bulunan bacakları çekerek bir lokomasyon hareketi başlatan eleman görevini

üstlenmektedir [120]. Bu sırada yüzücünün vücut şekli (geniş gövde yapısına sahip kişilere su basıncı ve su direnci daha çok etki edecektir), vücudun yüzerken sahip olduğu postür, esneklik ve kuvvet yüzme performansını etkileyen faktörler olarak öne çıkmaktadır [118]. Yüzme performansını etkileyen temel faktörler Şekil 4'te gösterilmektedir.



Şekil 4: Yüzme performansını etkileyen temel faktörler.

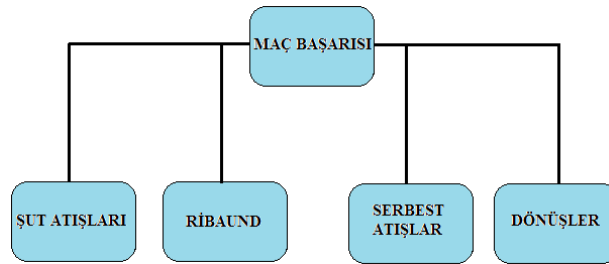
Bu bilgiler göz önünde tutulduğunda, yüzme branşının su ortamında gerçekleştirilen ve futbol ve basketbol gibi bacak kaslarının yoğun patlayıcı nitelikte eksantrik ve konsantrik kuvvet üretmediği (plyometrik benzeri), sporcuların yerçekimine karşı değil, suyun direncine karşı koyarak temel becerilerini gerçekleştirdikleri bir spor dalı olduğu söylenebilir.

Literatürde katılımcı grubu sadece yüzücülerin oluşturduğu vibrasyon çalışması yok denecek kadar azdır. Literatürde, yüzücülerin (6 kadın, 4 erkek) üst ekstremitelerine uygulanan lokal vibrasyonun (22 Hz) gerçekleştirilen geleneksel ısınma egzersizleri için bir alternatif olabileceğini gösteren bir çalışma bulunmaktadır [90]. Katılımcı grubu sadece yüzücülerin (11 elit kadın senkronize

yüzücü) oluşturduğu bir diğer çalışma ise katılımcıların hareket açıklığı üzerine lokal vibrasyonun etkisini araştırmaktadır. Araştırmacılar vibrasyonun hareket açıklığını geliştirmek için yeterli bir uyaran olmadığını belirtmektedir [135]. Ancak anlaşılacağı gibi bu çalışmaların hiçbirinde TVV'nin etkileri araştırılmamıştır.

1.2.2.2.2. Basketbol Branşı

Basketbol hız, tekrarlı ivmelenmeler, sıçramalar ve toplu ya da topsuz ani yön değiştirmeler gibi patlayıcı özelliği olan hareketleri gerektiren bir spor dalıdır [82]. Şekil 5'da gösterilen branşın gerektirdiği bu beceriler hem kadın hem de erkeklerde diz eklemine, diz içi bağlarına ve diz eklemine tendonları ile tutunan kaslara büyük yüklenmeleri meydana getirmektedir. Bu nedenle basketbol quadriceps, tibialis anterior, gastrocnemius gibi kasları zorlayıcı hareketleri barındırır [82].



Şekil 5: Basketbolda, maç başarısını sağlayan branşa özgü temel beceriler.

Literatürde basketbol branşını ele alan pek çok araştırma olmasına rağmen sadece basketbolcuların oluşturduğu katılımcı grup ile gerçekleştirilen TVV çalışmaları oldukça sınırlıdır. Gonzalez ve ark. (2007) 31 kadın basketbolcunun 14 hafta boyunca statik skuat sırasında uygulanan TVV (her uygulama 15 saniye) sonrasında sıçrama performansının gelişiminin incelendiği çalışmasında, TVV'nin sıçrama performansını geliştirdiği ancak, sıçrama antrenmanlarında TVV olmasa da benzer artışın meydana gelebildiği belirtilmektedir [49]. Fernandez-Rio ve ark.

(2010) 4 mm, 30-35 Hz TVV'nin 31 kadın basketbolcuda sıçrama performansı üzerine etkilerini inceledikleri çalışmasında, TVV'nin kuvvet gelişimine bir katkısının olmadığını, kuvvet gelişimi konusunda geleneksel antrenman yöntemlerinin TVV uygulamasından daha etkili olduğu belirtilmektedir [47]. Corredoira ve y Durán (2012) 12 kadın basketbolcuya 4 mm, 30 Hz TVV uyguladıkları çalışmasında, TVV'nin kadın basketbolcuların sıçrama performansını ve esnekliğini geliştirdiğini belirtmektedir [31]. Gerçekleştirilen bu iki çalışma da benzer frekans ve genlik değerlerinde yapılmasına rağmen sonuçların farklı çıkması dikkat çekicidir. Buradaki fark, iki farklı çalışmadaki katılımcıların homojen bir grup oluşturamayacak kadar birbirlerinden farklı kondisyonlara sahip olmalarından kaynaklanıyor olabilir. Bir diğer çalışma, kadın basketbolcuların diz ekstensörlerine yönelik maksimal kuvveti ve sıçrama performansını arttırmak için sezon öncesindeki antrenman planına dahil edilen 4 haftalık TVV uygulamalarının etkisini incelemektedir. Fakat TVV'nin sıçrama performansı ve rebound gibi patlayıcılık özelliği gerektiren yetilerinde TVV'nin bir etkisinin olmadığı belirtilmektedir [29]. Fagnani ve ark. (2006) basketbolun da içinde olduğu farklı spor branşlarından katılımcılara 8 hafta uygulanan 4 mm, 35 Hz TVV'nin sporcuların sıçrama performansını ve esnekliğini geliştirdiğini göstermektedir [44].

1.2.2.2.3. Futbol Branşı

Futbol branşı çok kısa süreler içinde tekrar eden (7 saniyeden daha az) maksimal kuvvet gerektiren hareketlerin gerçekleştirilmesini ve bu hareketler sırasında sporcuların ani yön değiştirmelerini gerektirmektedir [137]. Literatürde futbola yönelik performansın artırılmasını amaçlayan sayısız çalışmaya rastlanabilir. Ancak katılımcı grubu sadece futbolcuların oluşturduğu, TVV uygulamaları ile performans değişimini araştıran çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. 17 erkek futbolcunun

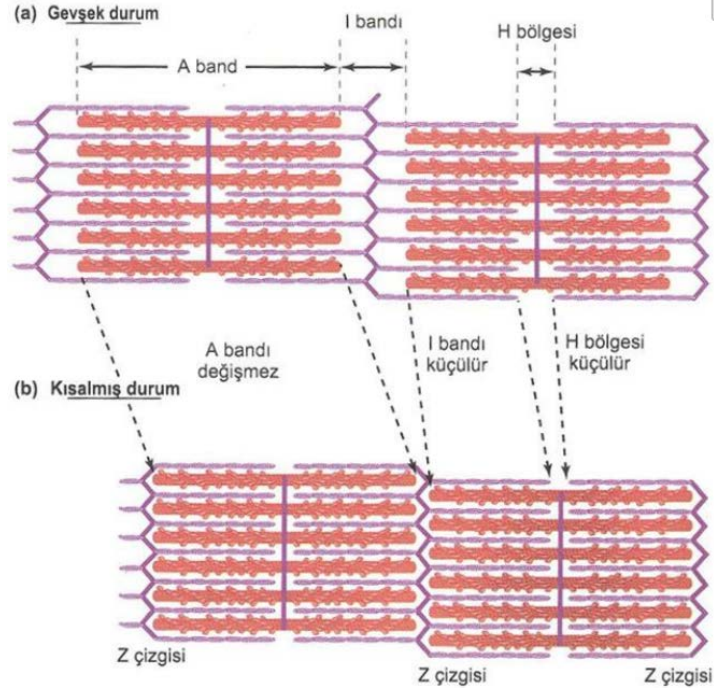
tekrarlı sprint becerisi üzerine TVV'nin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada statik skuat (90° diz eklem açısı) sırasında uygulanan 2,2 mm, 45 Hz TVV'nin tekrarlı sprint becerisini arttırdığı belirtilmektedir [94]. Sadece futbolcuların katılımı ile gerçekleştirilen bir diğer çalışma ise TVV'nin futbolcuların maç veya antrenman sırasında bacak kaslarında meydana gelen ağrıyı azaltmaya yardımcı olduğunu fakat bir kas yaralanmasını tedavi edici özelliğe sahip olmadığını belirtmektedir [124].

1.2.3.Kaslar Aktivasyonunun Elektrofizyolojisi

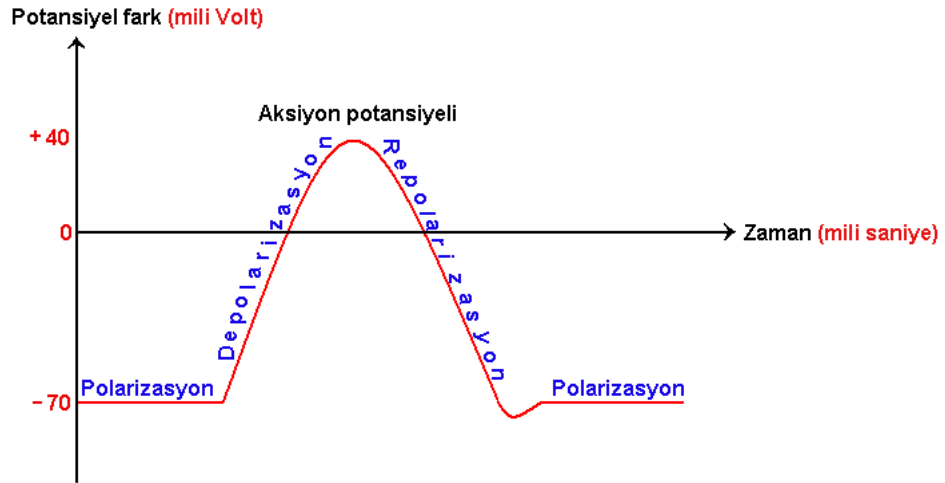
Kaslar kollojen bağ dokusunun bir arada tuttuğu çok sayıda kas fibrilinden oluşmaktadır. Kas kasılması, merkezi sinir sisteminden kas fibrillerine gönderilen uyarıcı potansiyellerin kasta meydana getirdiği *Motor Ünite Aksiyon Potansiyelleri (MÜAP)* ile gerçekleşir. Kasa “kasıl” emrini veren motor sinir birçok kas fibriline tutunur ve tutunduğu kas fibriline sinirsel iletimi taşır. Bir motor sinir ve sinirsel iletiyi ulaştırdığı tüm kas fibrilleri motor üniteyi oluşturur [123]. MÜAP bir motor ünitenin kasılmaya katılmasıyla kas fibrillerinde meydana gelen özel elektriksel sinyal olarak ifade edilir [136]. Sinir ve kas sistemi arasındaki iletişim, motor nöron ile kas fibrili arasında yer alan ve “sinir kas kavşağı” olarak adlandırılan boşlukta meydana gelir. Sinir iletimi kas fibriline ulaştığında bu bölgeye *Asetilkolin (ACh)* adında özel bir kimyasal madde salgılanır [83]. Böylece elektriksel ileti kimyasal iletiye dönüşür. Sinir uçlarının kas fibrilinin zarına (sarkolemma) yaklaştığı bölgelerde ACh reseptörleri bulunur. Yeterli sayıda ACh'nin reseptörlere tutunması ile sarkolemmadaki kapılar açılır ve Na⁺ iyon geçişi başlar. Böylece kas lifinde aksiyon potansiyeli başlar ve kas lifi membranı boyunca yayılır. Kas lifi boyunca yayılan aksiyon potansiyeli, kas lifini depolarize eder. Depolarizasyon kas lifi içlerine dek yayılır, sarkoplazmik retikulumda depo haldeki Ca⁺² iyonlarının büyük

miktarlardaki miyofibrillere serbestlenmesine neden olur [17, 51]. Bu olaylar zinciri, kasılma olayının esası olan filamentlerin kaymasını sağlayan, aktin ile miyozin filamentleri arasındaki çekici güçleri başlatır ve böylece kasılma başlamış olur [59, 73]. Aktin ve miyozin filamentlerinin kısmen iç içe girmesiyle, miyofibriller birbirini izleyen koyu ve açık bantlar oluşturur. Açık bantlar sadece aktin filamentlerini içerir ve I Bandı olarak adlandırılır (Şekil 6). Koyu bantlar ise miyozin filamentleri ile aralarına giren aktin filamentlerinin uçlarını içerir ve A Bandı olarak adlandırılır. Miyozin filamentlerinin yan taraflarından çıkan küçük uzantı şeklindeki yapılara çapraz köprüler denir ve bu çapraz köprüler miyozin ile aktin filamentleri arasında çekici bir güç kurulmasını sağlayarak, kasılmayı başlatır [51].

Kasılma başlamadan önce, kas dinlenik durumda iken kas hücresinin zar potansiyeli -70 mV civarındadır. Na^+ iyonlarının zardan girmesi ile başlayan aksiyon potansiyelinin kas lifini depolarize etmesi ile bu potansiyel $+30$ mV'ye dek çıkar. Ca^{+2} iyonlarının sarkoplazmik retikuluma geri pompalanması ile Ca^{+2} iyonları uzaklaştırılır, kas kısa sürede tekrar dinlenim değerine döner (repolarizasyon) [76] ve kas gevşer (Şekil 7).



Şekil 6: Kas fibriline ait (a) Gevşek durum ve (b) Kısalmış durumdaki A ve I bantlarının pozisyonları.



Şekil 7: Kasılma basamakları sırasında potansiyel farkta meydana gelen değişim.

Kasılma süresince meydana gelen bu elektriksel olaylar elektrotlar yardımı ile ölçülebilir. Kasın içine bir elektropotansiyel fark ölçen iğne elektrot ile veya kas yüzeyine aynı mekanik çalışma prensibine sahip bir yüzeysel elektrotun yapıştırılması ile gerçekleştirilen bu ölçüm kassal aktivasyon düzeyi hakkında bilgi verir. Bu ölçüm yöntemi elektromiyografi cihazı ile gerçekleştirilir.

1.2.4. Kas Kasılma Çeşitleri

Kasılma sırasında kas veya kas grupları tarafından dış kuvvetlere karşı ortaya konan eylem statik veya dinamik egzersizler sonucu gerçekleşir. Kas veya kas gruplarının bağlı olduğu eklemde, zamana bağlı bir açısal hareketin gözlenmemesi fakat kuvvet üretiminin gerçekleşmesi sonucu oluşan kasılma, izometrik kasılma olarak adlandırılır. Kasların bağlı olduğu eklemde zamana bağlı olarak değişen bir açısal hareket varsa ve kasılma bir kısalma-uzama döngüsü şeklinde gerçekleşiyorsa bu kasılma tipi dinamik kasılma olarak adlandırılır. Bu egzersizde kasın karşı koyduğu dış kuvvet ürettiği kuvvetten küçükse konsantrik kasılma, tersi durumda ise eksentrik kasılma meydana gelir ve kasın geriminde (tonusunda) sürekli bir değişim gözlemlenir [125]. Konsantrik kasılmada kasın boyu kısalırken, eksentrik kasılmada kasın boyu uzar [69]. Bir diğer kasılma çeşidi ise izokinetik kasılmadır ve bu kasılma ancak ve ancak bu kasılmayı sağlayacak bir cihaz ile gerçekleştirilebilir. Günlük yaşam içinde meydana gelmeyen bu kasılma tipinde, kasılmayla gerçekleşen eklem hareketi sabit bir açısal hıza sahiptir.

Bir dinamik egzersiz zorluk derecesi yüksek kuvvet üretimi sırasında harcanan enerji, eksentrik egzersizlerde konsantrik egzersizlerden 1,5 – 1,9 kat daha fazladır [98]. Kasılma çeşitleri Tablo 2’de özetle anlatılmaktadır.

Tablo 2: Kas kasılma çeşitleri.

Kasılma Tipi-Kuvvet Üretimi	İnsanda meydana getirdiği hareket	Dış yük	Kasılmanın fonksiyonu
Dinamik: Kısalarak-uzayarak sabit kuvvet üretimi	Dinamik konsentrik: kas kuvveti kasın boyunun kısalma miktarına göre değişir.	$W=F.d=+$ (Pozitif), dış yükün üstesinden gelinir.	Hızlanma
	Dinamik eksentrik: kas kuvveti kasın boyundaki uzama miktarına göre değişim gösterir.	$W=F.d=-$ (Negatif), dış yük kasın boyunun uzamasına yardımcı olur.	Yavaşlama
İzometrik: Sabit kas boyu ile kuvvet üretimi	Statik: ekstremité veya eklem rotasyonu gözlenmez, kas fibrillerinde küçük kısaltmalar gözlemlenebilir.	$W=F.d=0$ (Sıfır), yerdeğiştirme= 0 ;dış yükün üstesinden gelinemez, fiziksel olarak iş yapılmaz.	Fiksasyon
İzokinetik: Kasın boyu uzarken veya kısalırken sabit açısal hızda kuvvet üretimi	İzokinetik Konsentrik: Ekstremité Yerdeğişim miktarı veya eklem rotasyonu sabittir. Hız, eklem açısına göre değişir.	$W=F.d=-/+$ (Negatif, Pozitif)	Yavaşlama veya Hızlanma
	İzokinetik Eksentrik: Ekstremité Yerdeğişim miktarı veya eklem rotasyonu sabittir. Hız, eklem açısına göre değişir.	-	

1.2.5. Vibrasyon Uygulamalarında Statik ve Dinamik Kasılmalar

Günümüzde TVV cihazlar ile (Galileo Sport™, PowerPlate™, Pneu-Vibe™, VibroGym®, Compex Winplate®, NEMES™ BOSCO-SYSTEM™, NBS® BOSCO-SYSTEM™) veya lokal olarak titreşim üreten cihazlar aracılığı ile (Galileo Up-X Dumbell®, VibraFlex®, Galileo TOP®) vibrasyon vücuda aktarılabilmektedir. Bu cihazların osilasyon (salınım) hareketleri, vibrasyon ile aktive edilen kasta hızlı şekilde tekrarlı eksentrik-konsantrik kasılmalara neden olur [4, 105].

Daha önce de yer verildiği gibi akut vibrasyon, bacak kuvvetini [5, 78, 126] ve dikey sıçrama yüksekliğini [7, 28, 126] arttırmaktadır. Dikey sıçrama performansının eksentrik ve konsantrik uyaranlara bağlı olduğu düşünülmektedir [28]. Seçilen vibrasyon frekansının 25-40 Hz değerleri arasında değişim gösterdiği TVV uygulamalarında, dikey sıçrama yüksekliğinin %7,6'dan %16'ya kadar arttığını [38, 113, 128] ve dinamik kuvveti geliştirdiğini gösteren çalışmalara rastlanabilir [38, 53, 133]. Bu çalışmalara ek olarak, kontrol ve test grubunun TVV uygulaması sonrası statik ve dinamik kuvvetindeki değişimin dinamometre ile değerlendirildiği çalışmaya da rastlanabilir [37]. Bu çalışmada test grubuna 5 hafta boyunca, haftada 3 kez TVV (1,7–2,5 mm, 35–40 Hz) cihazında statik ve dinamik skuat hareketleri uygulanmıştır. Sonuçlar, TVV katılımcı grubunun dinamik diz ekstensiyon ve dinamik diz fleksiyon kuvvetinde bir fark olduğunu, fakat bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını göstermektedir.

Iorio ve ark. (2012) tarafından gerçekleştirilen, statik ve dinamik skuat sırasında rectus femoris kasının TVV uygulamasına (3 mm, 26 Hz) verdiği akut cevaplarını incelediği çalışmasında 14 sağlıklı sporcu yer almaktadır. Araştırmacılar aynı zamanda vibrasyonsuz ve vibrasyon eşliğinde gerçekleştirdikleri 60 saniye

statik ve dinamik skuat (dakikada 20 skuat) sırasında katılımcıların oksijen tüketimini ve kalp atım hızını da incelemektedirler. Sonuç olarak, TVV sırasında gerçekleştirilen statik skuatın, daha büyük nöromüsküler performansa ve kardiyovasküler sistem aktivasyonuna (daha fazla oksijen tüketimi ve kalp atım hızına) sahip olduğu gösterilmektedir [46].

Bunun yanı sıra sadece konsantrik kasılmaya vibrasyonun etkisinin araştırıldığı çalışmalar da bulunmaktadır. Bu çalışmalar akut vibrasyonun konsantrik kuvveti ve gücü önemli miktarda artırdığını belirtmektedirler [8, 63].

Literatürde TVV'nin alt ekstremiteye yönelik statik ve dinamik hareketlerin etkilerinin araştırıldığı çalışmalara rastlanmaktadır [2, 3, 9-11, 19, 20, 35, 40, 42, 56]. Ancak hem statik hem de dinamik hareketlerin TVV öncesinde ve sonrasındaki akut etkilerini içeren çalışma sayısı oldukça azdır. Bu nedenle, bu çalışmada hem konsantrik hem de eksentrik kasılmaların yer aldığı dinamik skuat hareketi ele alınmış ve TVV'nin bu dinamik hareket sırasındaki akut etkisi incelenmiştir. TVV'nin dinamik hareketler sırasındaki akut etkisi statik skuat hareketi sırasında uygulanan TVV sonucu oluşan etki ile karşılaştırılmış ve statik ve dinamik hareketlere TVV'nin akut etkisi araştırılmıştır. Çalışmamızda, izometrik ve dinamik aktivite sırasındaki akut TVV'nin nöral etkisini anlamak için belirli bacak kaslarının sEMG aktivitesi incelenmiştir. TVV öncesindeki sEMG aktivitesi ile TVV sonrasındaki sEMG aktivitesi karşılaştırılmıştır.

1.2.6. Elektromiyografi

Kas kasılması sürecinde sinir sistemindeki bir dizi olay sonucu kasa kasıl emrini gönderen elektriksel sinyal, elektromiyogram olarak adlandırılır. Bu sinyalin görüntülenmesini, kaydedilmesini ve işlenmesini içeren çalışmalar da

elektromiyografi olarak ifade edilir [136]. EMG alışmaları ile kasta meydana gelen elektrofizyolojik olayların (refleks aktiviteler, kasılma-gevşeme vb.) verdiği bilgiler doğrultusunda, kasın boyundaki değişimin hızı, yorgunluk, üretilen kuvvet, kasın tonusu hakkında yorum yapılabilir. Bu nedenle tıp, fizik tedavi ve rehabilitasyon alanında teşhis koymak ve tedavi sürecinin etkisini araştırmak için ve spor alanında performans gelişimini izlemek veya vibrasyon gibi bir dış uyarının nöromüsküler sistem üzerindeki etkilerini izlemek için yaygın olarak kullanılmaktadır [21].

1.2.6.1. sEMG ve Vibrasyon

Vibrasyon uyarısının organizma üzerinde meydana getirdiği etki çeşitli alanlarda uzmanlaşmış bilim insanları tarafından araştırılmaktadır. Vibrasyon ile ilgili, inşaat mühendisliği, ergometri, fizik tedavi ve rehabilitasyon, tıp, temel bilimler ve spor alanında yapılmış çalışmalara rastlanabilir. Yapılan insan odaklı çalışmalar hangi alanda olursa olsun sonuç olarak insan organizmasını uyarıcı bir sistemi ele almaktadır.

Vibrasyon, iskelet kas sistemi üzerinde büyük stres yaratır ve yüksek nöral aktivite gerektirir. Homeostatik denge bu durumdan etkilenir ve hızlı fizyolojik cevapların uyarıldığı bir süreç başlar. Kuvvet egzersizi sırasında hızlı endokrin aktivasyonu gerçekleşir ve bu aktivite beyindeki anatomik merkezlere iletilir. Cevaplar ayrıca kastaki proprioseptörlerden ve mekanoreseptörlerden geri bildirim yoluyla etkilenir [24]. Vibrasyon, iskelet kas sistemini dışardan uyarıcı bir egzersizdir ve bu dış uyarının ne şekilde meydana geldiği (vibrasyon cihazının tipi) ve uyarının büyüklüğü (frekans ve genlik seçimi) kasların vibrasyona verdiği nöromüsküler yanıt üzerinde büyük etkiye sahiptir [101, 104, 134].

İstemli bir hareket sırasında, kasa ait sEMG aktivitesinin, kasılmaya katılan kas fibrilinin kesit alanı ve frekansı ile ilişkili olduğu bilinmektedir [1, 55, 84, 85, 103]. Yüksek sEMG aktivitesi, kasılmaya katılan fibrillerin sayısının çok oluşundan kaynaklanmaktadır ve hedef kas tarafından üretilen kuvvetin yüksek olduğunu göstermektedir [48, 86]. Genel olarak, akut TVV uygulamalarını ele alan çalışmalar TVV sırasında, incelenen kaslara ait sEMG değerlerinde artış olduğunu göstermektedir [6, 19, 53, 71, 79]. Bu nedenle, TVV uygulamalarına verilen nöromüsküler yanıtı tanımlamak için hedef kasın sEMG aktivitesi incelenebilir [45, 65]. TVV uygulamasına dayanan antrenman programı tasarlarken hedef kas grubunun kuvvetini geliştirmek gibi adaptasyonların gerçekleşmesi, antrenman protokolünün ve seçilen TVV değişkenlerinin kassal aktivasyon üzerindeki etkisini anlamayı gerektirir [24, 104]. Bu şekilde sistematik bir yaklaşım ile belirlenen antrenman programı yüksek nöromüsküler aktivitenin gerçekleşmesini sağlayabilir.

Bosco ve ark. (1999) ek yük (vücut kütlelerinin %5'i) ile vibrasyon uygulamasının kassal aktivasyona etkisini ve bu iki uyaran arasındaki farkı inceledikleri çalışmada, kuvvet egzersizinin lokal vibrasyon egzersizinden farklı olduğu sonucuna varmışlardır [8]. Araştırmacılar sEMG'ye ait RMS değişkeninin vibrasyon uygulamasında %200 daha yüksek olduğunu belirtmektedir [8]. Vibrasyon uygulaması sırasında sEMG aktivitesinde görülen artış, genellikle istemli kas aktivitesinde görülenden fazladır [6, 19, 53, 71, 79].

1.2.6.2. İnsan Vücudunun Vibrasyona Verdiği Nöromüsküler Cevaplar

Yüksek frekanslı (>100 Hz) vibrasyon tendona veya kasa uygulandığında merkezi ve çevresel sinir sistemini uyarmakta ve bir dizi olaylar zinciri sonunda bir refleks mekanizmayı harekete geçirmektedir [15, 39, 87, 97, 131]. Vibrasyon sonucu

ortaya çıkan refleks kas aktivitesi, vibrasyona nöromusküler sistemin tepkisini ortaya koymaktadır [8].

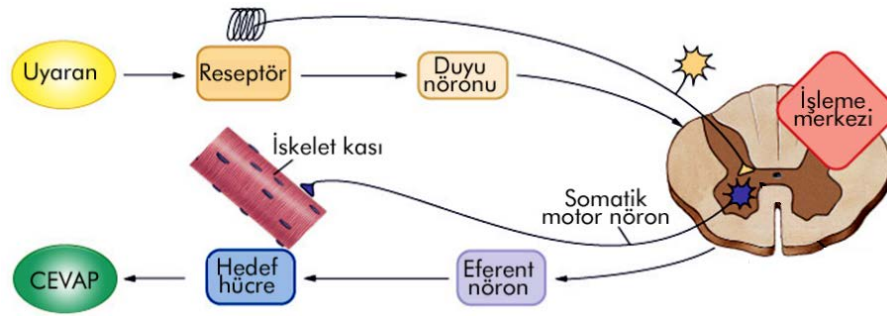
1.2.6.2.1. Sinir Sistemi ve Refleks Mekanizma

Reflekslerin vücudun dik duruşunu, koordineli hareketlerini ve kas tonusunun düzeyini belirlemeyi sağlamada önemli rol oynadığı bilinmektedir. Reflekslerin, çok hızlı bir şekilde meydana gelen belirli uyarana karşı iskelet kas sisteminin verdiği belirli istemsiz motor cevaplar olduğu bilgisi çok genel bir bilgi olarak karşımıza çıkmaktadır. Refleksler otomatik, istemsiz ve belirli bir uyarana karşı önceden öğrenilmiş ve kalıplaşmış reaksiyonlardır [23]. Pek çok spinal refleks, bir cevabın meydana gelmesi için yüksek beyin merkezlerinin katılımını gerektirmez, bu merkezler ancak gerekli olduğu zamanlarda bu reflekslere müdahale eder [60]. Buradan refleks mekanizmalarda yüksek beyin merkezlerinin tamamen devre dışı olmadığı sonucuna varılabilmektedir. Bir küçük benzetme ile ifade edilecek olunursa, beyin, çalışanlarını arka planda her an denetleyen bir holding patronu olarak düşünülebilir. Refleks mekanizmalar ise holdingin rutin işlerinin aksamadan yürütülmesi için her gün gerçekleştirilen işlemler olarak düşünülebilir. Holding patronu bu rutin işleri alt elemanlarına bağlı merkezlerin kontrolüne bırakmış gibi görünse de herhangi bir olağanüstü durumda müdahale eder ve yönetimi ele alır. Herşey normal rutine döndüğünde ise kontrolü yine alt merkezlere bırakır.

Kısaca özetlemek gerekirse; refleksler vücudumuzun herhangi bir uyarana karşı isteğimiz dışında verilen cevaplardır. Her refleks birlikte işbirliği içinde hareket eden elemanlardan oluşur. Bunlar; dış ortamdan uyarana alan reseptör organ, uyarıyı merkeze götüren bir afferent nöron, reflekse ait merkezi sinir sisteminde bir merkez, bu merkezde meydana gelen uyarıyı perifere yani hedef organa götüren bir efferent

nöron ve uyarana karşı son cevabı oluşturan efektör organ olarak özetlenebilir [60].

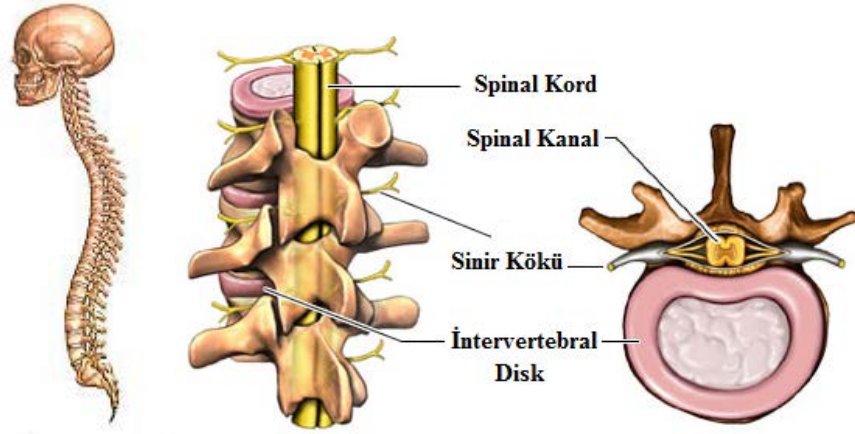
Bir refleks mekanizmasında rol alan elemanlar Şekil 8’da gösterilmektedir.



Şekil 8: Refleksler spinal kord seviyesinde meydana gelen mekanizmalardır.

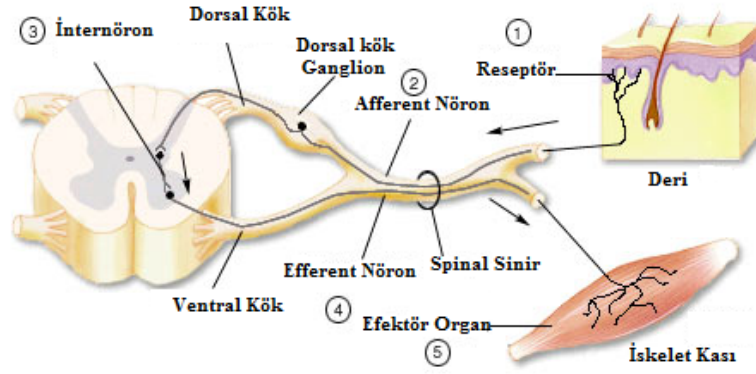
1.2.6.2.2. Spinal Kord

Merkezi sinir sisteminin önemli bir elemanı olan spinal kord, çevresel reseptörlerden aldığı sinyallerin beyne ve beyinden çıkan sinyallerin ise sinir sisteminin belirli elemanlarına ve kasa emir veren motor nöronlara iletilmesini sağlar [74]. Böylece çevresel sinir sistemi ile beyin arasında köprü kurar. Kompleks hareketlerden çok, günlük hayattaki belirli hareketlerin kontrolünde rol alır [98]. Spinal kordun hem istemli hem de istemsiz hareketlerin nöral sürecinde yer aldığı bilinmektedir. Şekil 9’da görüldüğü gibi spinal kordun her iki yanından da sinirler çıkar.



Şekil 9: Spinal Kord'un her iki yanından da spinal sinirler çıkar.

Spinal korddan çıkan sinirler spinal sinir olarak adlandırılır ve her spinal sinir, afferent (duyusal) fibriller ve efferent (motor) fibriller içerir. Afferent nöronların hücre gövdeleri spinal sinirin dorsal kök ganglionunda yerleşim gösterir ve bu nöronlar çevresel sinir sisteminin bir elemanıdır [75]. Efferent sinirlerin hücre gövdeleri ise merkezi sinir sisteminde yerleşim gösterir ve aksonu spinal sinirin ventral kökü boyunca uzanır [74]. En çok bilinen efferent nöron kas kasılmasını sağlayan, iskelet kaslarını uyaran α -motor nöronudur. Afferent sinirleri taşıyan spinal sinirler dorsal kökte, efferent sinirleri taşıyan spinal sinirler ise ventral kökte bulunur ve iki kök omurgadan çıkar çıkmaz birleşerek bir spinal sinir formunu alır. Bu yüzden, bir nöron sadece duyusal veya motor fonksiyona sahip olmasına rağmen, bir “sinir” hem afferent hem de efferent nöronları içerir. Bu nedenle bir “sinir” hem duyusal hem de motor fonksiyona sahip bir sinir sistemi elemanıdır [75]. Refleks aktivitede bir dış uyarana karşı duyarlı afferent nöron kas kasılmasını başlatan role sahiptir [23]. Afferent ve efferent sinirlerin spinal kord ile olan ilişkileri Şekil 10’de gösterilmektedir.



Şekil 10: Afferent ve efferent sinirler birleşerek spinal siniri oluşturur.

Sinir sisteminde bir bilgi, bir dizi yolak aracılığı ile spinal kord boyunca yukarı ve aşağı yönde taşınır. Bir yolak, merkezi sinir sisteminde bir demet fibrile benzer. Duyusal (afferent) bilgiyi taşıyan yolaklar yukarı yönlü yolaklar (ascending tracts), motor (efferent) bilgiyi taşıyan yolaklar ise aşağı yönlü yolaklar (descending tracts) olarak adlandırılır [74]. Belirli yolaklar basınç, sıcaklık gibi farklı tipteki duyusal bilgiyi ve ince motor beceriler gibi motor bilgiyi taşımaktan sorumludur. Her iki yolak da belirli bilgiyi taşıyan çeşitli aşağı yönlü yolaklardır. İstemli motor uyarılar, beyindeki motor alandan piramidal yolaklar aracılığı ile iskelet kaslarının davranışını düzenleyen somatik efferent nöronlara taşınır [22]. Beyinde alt ekstremiteye ait motor nöronların yerleşim yeri birincil motor korteksi olarak adlandırılan 4. Brodmann ve motor ilişkilendirme korteksi olarak bilinen 6. Brodmann alanlarıdır [138].

1.2.6.2.3. Tonik Vibrasyon Refleksi

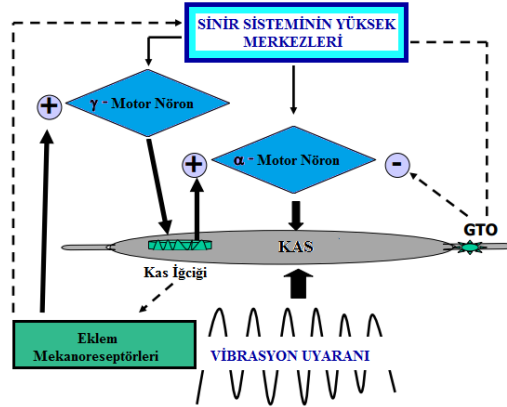
Tonik Vibrasyon Refleksi (TVR), vibrasyon frekansı ve/veya genliğinin neden olduğu kas boyundaki değişime yanıt olan bir spinal reflekstir. Bu refleks sadece

vibrasyon uyarını altında meydana gelmektedir ve adını buradan almaktadır [15, 34, 52, 115, 116]. Lokal veya tüm vücut vibrasyon uygulaması başladıktan birkaç saniye sonra istemsiz kasılmalar başlar, bu istemsiz kasılmalar kademeli olarak artar ve vibrasyon uyarını ortadan kalkıncaya dek kasılmalar hemen hemen sabit bir düzeyde devam eder [4]. Diğer bir deyişle, kasılma belli bir tonusa ulaşır ve vibrasyon uyarını bitinceye dek bu tonusta sabit olarak devam eder. Bu durum, refleksin neden tonik olarak nitelendirildiğini açıklamaktadır.

Refleks mekanizmada sinir sisteminin reseptör elemanları görev alır. Bu reseptörler Pacinian mekanoreseptörü, Meissner's mekanoreseptörü, kas iğciği ve golgi tendon organı olarak ifade edilebilir. Pacinian mekanoreseptörü yüksek frekanstaki (100 – 400 Hz), Meissner's mekanoreseptörü ise daha düşük frekanstaki (<100 Hz) vibrasyona duyarlıdır [122]. Bu iki mekanoreseptör deri dokusunda bulunmaktadır. Kas içindeki ve doğrudan kassal aktivasyonun bir parçası olan reseptörler ise kas iğciği ve golgi tendon organıdır. Bu iki reseptörden vibrasyona en çok duyarlı olanı kas iğciğidir ve hatta kas iğciğinin birincil sonlanması, ikincil sonlanmasından ve Golgi Tendon Organından daha duyarlıdır [15]. Kas iğciği ve Golgi Tendon Organının vibrasyon sırasında aldığı rol Şekil 11'de gösterilmektedir.

Kısaca özetlemek gerekirse; Vibrasyon lokal olarak kasa, kasın tendonuna veya genel olarak tüm vücutta uygulandığında kas ve tendon kompleksinin boyunda hızlı ve küçük değişimler meydana gelir. Bu değişimlere kas iğciğinin birincil sonlanması çok duyarlıdır ve aldığı bu uyarıyı çok küçük bir gecikme ile doğrudan spinal korda taşır. Saniyede defalarca meydana gelen bu titreşim uyarısının (örneğin; saniyede 30 titreşim=30 Hz) kasın boyunda meydana getirdiği bu küçük ve hızlı değişimlere kas-sinir sistemi bir refleks mekanizma ile cevap verir ve böylece kasın boyunda

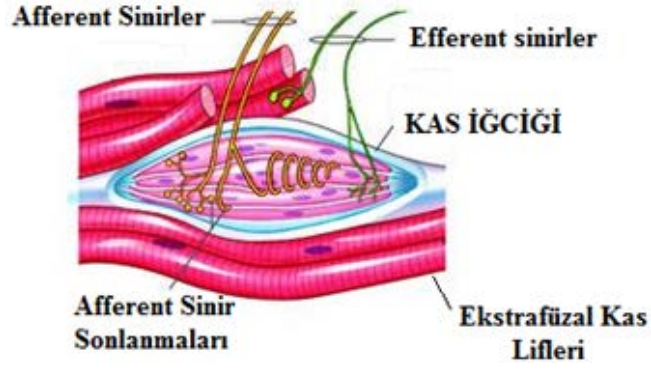
meydana gelen bu değişimlere her an cevap verilerek kasın boyundaki değişim düzenlenir ve vücut pozisyonu kontrol altında tutulur [46].



Şekil 11: Kas iğciğı ve Golgi Tendon Organı vibrasyona en duyarlı mekanoreseptörlerdir. Şematik gösterim Cardinale ve Bosco (2003)'den alınmıştır.

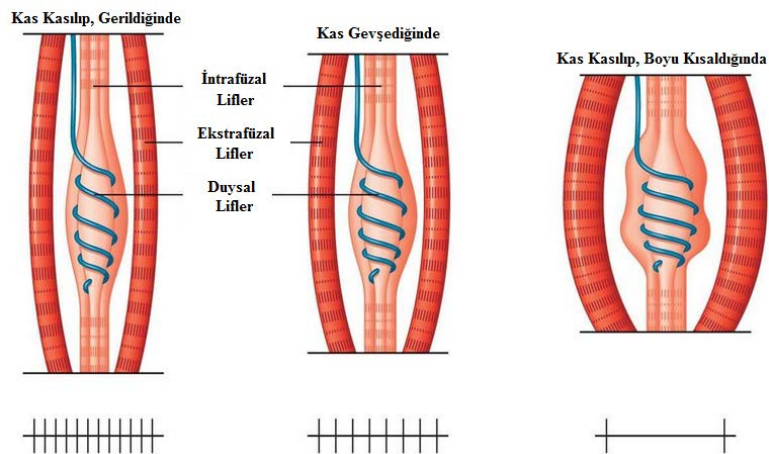
1.2.6.2.3.1. Kas İğciğinin Çalışma Prensibi

Vibrasyon uygulaması sonucu meydana gelen motor tepkinin, kas iğciğine ait birincil sonlanmaların aktivasyonundaki artışından kaynaklandığı bilinmektedir [102]. Kas iğciğı sinir sistemine ait bir reseptör elemandır ve merkezi sinir sistemine kasın boyundaki değişim ve bu değişimin hızı ile ilgili bilgi vermektedir ve merkezi sinir sistemi bu bilgiyi vücut pozisyonunun belirlenmesinde kullanmaktadır [64]. Kasın boyunun ani ve hızlı bir şekilde uzamasına karşı duyarlıdırlar. Kas iğcikleri kas fibrilleri içinde yer alan, kas fibrillerine (ekstrafüzel fibriller) paralel olarak tutunan ve kas fibrilleri ile birlikte hareket eden bir proprioseptördür ve tüm kas içine dağılmıştır (Şekil 13).



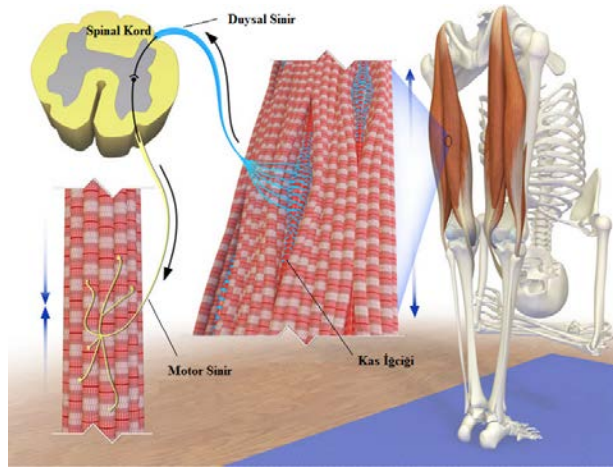
Şekil 12: Kas iğciğinin yapısı.

Bu reseptör, orta kısmı kasılma özelliğine sahip olmayan, uç bölgesi (kutup bölgeleri) kasılma özelliğine sahip ve birkaç ince özelleşmiş intrafüzal fibrillerden oluşmaktadır [57]. Bu özelleşmiş intrafüzal liflerin kasılma özelliğine sahip olmayan, orta kısımlarından büyük çaplı ve miyelinli duysal sonlanmalar çıkmaktadır. Kasılma özelliği taşıyan intrafüzal liflerin uç bölgelerini küçük çaplı ve miyelinli motor sonlanmalar uyarmaktadır (Şekil 13).



Şekil 13: Kas iğciği kasın boyunda meydana gelen değişimlere duyarlıdır.

Kas iğciklerinin kaslarımızın içine gömülüdür ve kaslarımızın ektrafüzal liflerine paralel olarak yerleşir. Bu yerleşim şekli sayesinde kas iğciklerine tüm kasın uzunluk değişimleri yansır. Kas iğciklerinin intrafüzal lifleri gerildiğinde, orta kısımlardan çıkan duysal sonlanmalar da gerilir ve kas iğciği harekete geçer. Böylece bir kas gerildiğinde (boyu uzadığında) kas iğciklerindeki duysal sonlanmalarda aktivite artışı meydana gelir. Kas kasılıp boyu kısaldığında ise kas iğciklerine düşen yük oldukça azalır ve aktiviteleri düşer [122]. Kas iğciğinin, kasın boyunda meydana gelen uzama durumunda devreye girişi Şekil 14'te gösterilmektedir.



Şekil 14: Kasın, gerilme sonucu boyunda meydana gelen uzama kas iğciği yardımı ile kontrol edilir.

Kas iğciği, kas uzunluğundaki dinamik ve statik değişimlere farklı sinir sonlanmaları ile yanıt verir ve bu bilgiyi merkezi sinir sistemine bir geri bildirim mekanizması içinde iletir. Bu sonlanmalardan birincil olanı dinamik kasılmalara, ikincil sonlanmaları ise statik kasılmalara yanıt verir [70]. Gamma motor sinir tarafından innerve edilen kas iğciği, bu sinirler uyarıldığında intrafüzel fibriller

gerilir. Kas iğciğindeki bu gerim ile kas boyundaki değişim sonucu oluşan bu duyusal bilgi omuriliğe taşınır. Vibrasyon uyarını kas iğciğine ait birincil sonlanmaların aktivasyonunu arttırır [41]. Böylece, kası uyaran α -motor sinirlerin aktivasyonu artar ve kasta refleks bir kasılma meydana gelir [98]. Bu mekanizma vibrasyon uyarını ile aktive olur ve birincil sonlanmaların aktivasyonu arttıkça kasta meydana gelen refleks kasılma da artış gösterir [18]. Bu kasılma daha önce de detayları ile anlatılan tonik vibrasyon refleksidir.

Vibrasyon sırasında hem kasılmayan hem de izometrik olarak kasılan kaslara ait kas iğciğinin aktivasyonunun arttığı belirtilmektedir [13, 14]. Burke ve ark. (1976) tarafından gerçekleştirilen çalışmalar, vibrasyon frekansı (1,5 mm, 20-200 Hz) arttıkça kas iğciğine ait sonlanmaların tepkisinin de arttığını göstermektedir [13, 14]. Ribot-Ciscar ve ark. (1998) da diğer araştırmacılar gibi lokal vibrasyon uygulaması sonucu kas iğciğinin birincil sonlanmalarının aktivasyonunun vibrasyon frekansındaki artış ile birlikte arttığı sonucuna ulaşmışlardır [102].

Sonuç olarak, literatürdeki sayısız çalışmada sıkça belirtilen lokal ya da TVV uygulamalarının kassal aktivasyonu arttırdığına dair ifadelere rastlanabilir. Vibrasyonun kassal aktivasyonu arttırdığı bilinmektedir fakat bu bir sonuçtur. Bu aktivasyonun artmasını sağlayan yapının arka planında gerçekleşen karmaşık mekanizmada başrolü kas iğciğinin oynadığı görülmektedir.

BÖLÜM II

GEREÇ ve YÖNTEM

2.1. Araştırmanın Çeşidi

Bu araştırma analitik çalışmalar kapsamında yer alan nicel, ileriye dönük (prospektif), tekrarlı ölçümler içeren deneysel bir laboratuvar çalışmasıdır.

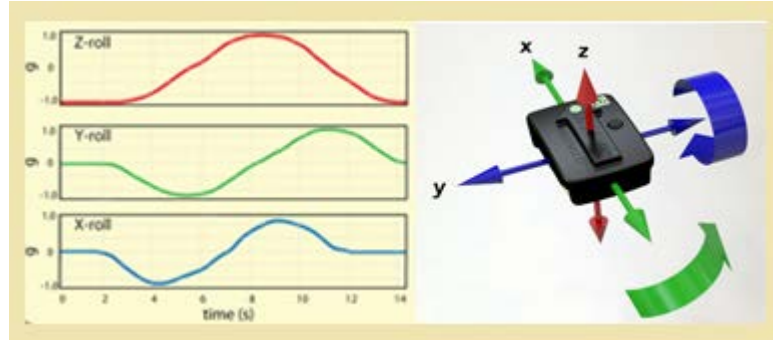
2.2. Veri Toplama Araçları

2.2.1. Yüzeysel Elektromiyografi Sistemi

Bu çalışmada kaslarda meydana gelen aktivasyon sinyalleri sEMG yöntemi ile ölçüldü. Kullanılan 16 kanallı kablosuz EMG (Delsys Trigno EMG, ABD) cihazının, amplifikatör kazancı 1000 Hz, frekans bandı 20-500 Hz, maksimum intraelektrot empedansı 6 kOhm ve Ortak Moddan Kurtulma Oranı (CMRR) ise 95 dB'dir. Çalışmada sEMG sinyallerinin örnekleme frekansı 2000 Hz, akselerasyon sinyallerinin örnekleme frekansı 148,1 Hz ve Analog-Dijital Çeviricinin bit hızı ise 16 bit olarak ayarlandı. Kullanılan sEMG cihazı ve bu cihaza ait elektrot Resim 1'de, elektrotun sahip olduğu mekanik özellikler ise Resim 2'de gösterilmektedir.



Resim 1: Çalışmada kullanılan sEMG sistemi.



Resim 2: Çalışmada kullanılan sEMG sistemine ait elektrotların mekanik yapısı.

2.2.2. Eklem Açı Ölçer (Goniometre)

Statik ve dinamik skuat hareketi sırasında katılımcıların sahip olmaları gereken diz eklem açıları goniometre (Lafayette Instrument Model: LA-01135, ABD) ile belirlendi. 360 derece eklem açısı ölçebilen özelliğe sahip bu cihaz sert metal yapıdadır (Krom kaplı pirinç). Testler sırasında kullanılan goniometre Resim 3’de gösterilmektedir.



Resim 3: Çalışmada kullanılan manuel goniometre.

2.2.3. Tüm Vücut Vibrasyon Cihazı

Bu çalışmada katılımcılara uygulanan vibrasyon uyarını Compex Winplate® TVV Cihazı (İsviçre) ile sağlanmıştır. Dikey yönde vibrasyon veren mekanizmaya sahip TVV cihazının sağlayabildiği genlik değerleri 2 – 4 mm, frekans değerleri ise 30 – 35 – 40 Hz’dir. Platform boyutları (Genişlik × Derinlik × Yükseklik) 731 × 831 × 1511 mm, gürültü oranı maksimum 69 dBA ve maksimal yük taşıma kapasitesi 200 kg’dır. Testler sırasında kullanılan Tüm Vücut Vibrasyon Cihazı Resim 4’de gösterilmektedir.



Resim 4: Complex Winplate® Tüm Vücut Vibrasyon Cihazı (İsviçre).

2.2.4. Kesintisiz Güç Kaynağı

Gerçekleştirilen çalışmada kullanılan temel veri toplama cihazı olan kablosuz sEMG sisteminin ana parçası ve çalışmanın bir diğer temel elemanı olan TVV cihazı elektriğe bağlı olarak çalışmaktadır. Tüm uygulamalar sırasında herhangi bir elektrik kesintisi durumunda veri akışında bir sorun yaşanmaması ve vibrasyon uygulamasının aksamaması için TVV cihazı ve sEMG sistemi bir kesintisiz güç kaynağı (UPS)'na (Kemsan Ege 103KT) bağlı olarak çalıştırıldı. UPS sinüs dalga çıkışlıdır ve şehir şebekesi enerjisini filtre ederek kalitesini düzenler ve çıkış voltajını regüle ederek şehir şebekesinin cihaza bağlı elektriksel donanımlara, sabit akım ve voltajla iletilmesini sağlar. Böylece UPS'ye bağlı çalışan sistemleri, elektrik kesintisi durumunda sistemin bir süre daha elektrik voltajlarında meydana gelecek olası dalgalanmaların yaratacağı olumsuzluklardan korumuş olur. Cihazın gürültü seviyesi 45 dBA (1 metreden) olup akü destek süresi 10-25 dakikadır. Aynı zamanda bu cihaz sayesinde sEMG sistemine tüm test süreci boyunca her ölçümde sabit frekans ve

akımda şehir şebekesi sağlanmış oldu. Testler sırasında kullanılan UPS Resim 5’de gösterilmektedir.



Resim 5: Kesintisiz güç kaynağı.

2.2.5. Boy ve Kütle Ölçümleri

Katılımcıların boy uzunluğu ölçümleri, önceden duvar üzerine uygun şekilde yerleştirilmiş bir mezurayla 0,1 cm hassasiyetle gerçekleştirildi. Katılımcıların kütleleri MEDISANA PST48440 marka elektronik (0,1 kg hassasiyete sahip) baskül ile ölçüldü. Çıplak ayakla boy ölçümleri alınan katılımcıların kütle ölçümleri sırasında üzerlerinde sadece spor şortları bulundu.

2.3. Vücut Pozisyonunun Belirlenmesi

2.3.1. Ayak Pozisyonunun Belirlenmesi

TVV uygulamaları ayakkabısız olarak gerçekleştirildi. Katılımcılardan platform üzerinde birkaç defa dinamik skuat tekrarı yapmaları ve bu sırada da kendilerini en rahat hissettikleri ayak pozisyonlarını belirlemeleri istendi. Tekrarlı ölçümlerde ayak pozisyon farklılıklarından kaynaklanabilecek olası sistematik

hataların önüne geçmek için katılımcıların belirlediği ayak pozisyonları, TVV cihazının platformuna yapıştırılan renkli bantlarla işaretlendi (Resim 6).



Resim 6: Katılımcıların tüm skuat hareketlerinde ayak pozisyonları sabitti.

2.3.2. Diz Eklem Açısının Belirlenmesi

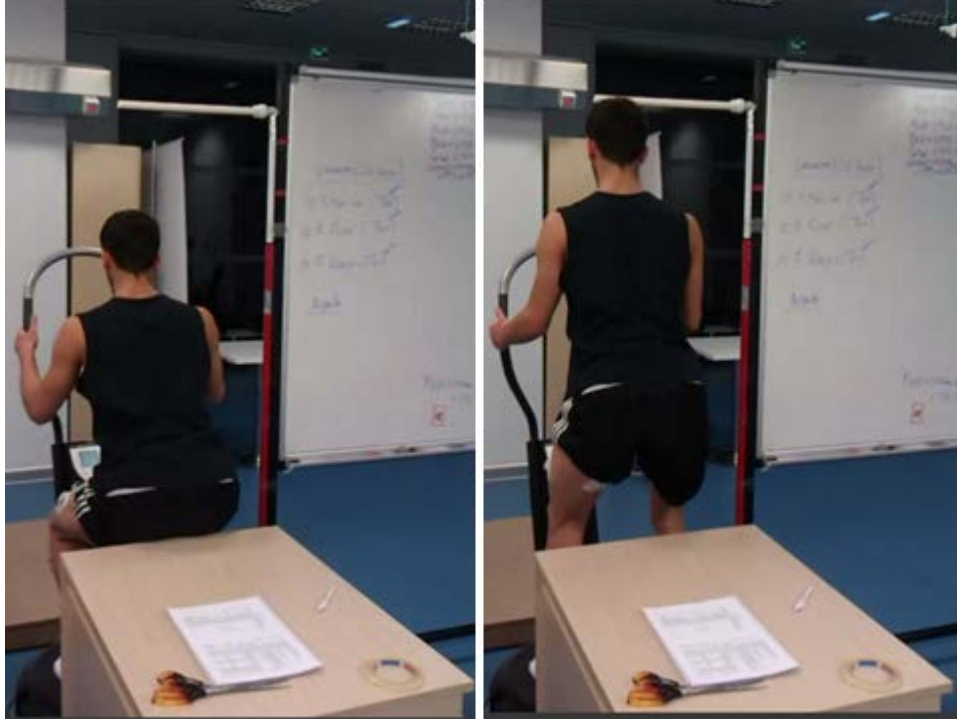
Tüm testlerde, gerçekleştirilen statik ve dinamik hareketlerdeki diz eklem açısı değerlerinin belirlenmesi için goniometre (Lafayette Instrument Model: LA-01135) kullanıldı. Diz eklem açısı; femurun büyük trokanteri, tibianın lateral epikondili ve fibulanın lateral malleolusunun oluşturduğu referans noktalarına göre belirlendi [93].

Bu çalışmada gerçekleştirilen statik skuat hareketi için diz eklem açısı değerinin 120° olmasına karar verildi [110]. Diz eklem açısının 120° olduğu pozisyonda katılımcının başının üzerine hafifçe temas edecek sabit bir plastik çubuk, yere paralel olarak konumlandırıldı (Resim 7). Uygulamalar sırasında katılımcı bu teması hafifçe hissedecek şekilde pozisyonunu korudu.



Resim 7: Diz eklem açısının 120° olduğu pozisyonda katılımcının başının üzerine hafifçe temas edecek sabit bir plastik çubuk, yere paralel olarak konumlandırıldı ve katılımcı bu teması hafifçe hissedecek şekilde pozisyonunu korudu.

Dikey yönlü platform üzerinde 30° diz fleksiyon açısının (150° diz eklem açısı) altında gerçekleştirilen TVV uygulamalarının beyne zarar verici etkisi olduğu belirtilmektedir [3]. Bu nedenle bu çalışmada dinamik skuat hareketi için diz eklem hareketi genişliği (ROM) 90° - 150° olarak belirlendi. Katılımcılar 90° lik diz eklem açısında çökülü pozisyonda iken katılımcıların arkasına kalçalarının hafifçe temas edeceği yükseklikte sabit bir engel konuldu. 150° diz eklem açısı sınırı ise statik skuatta açıklanan düzencele sağlandı (Resim 8). Bu düzence dinamik skuat hareketlerinin belirlenen diz eklem hareket genişliği sınırları içinde gerçekleşmesini sağlamak için tasarlandı. Katılımcıların bu düzence ile dinamik skuatı gerçekleştirmeleri için alışma tekrarları yapıldı.



Resim 8: Katılımcıların kalçalarının ve başlarının temas edeceği bir düzenek ile 90-150° diz eklem açılarında dinamik skuat yapmaları sağlandı.

2.3.3. Dinamik Skuat Hareketi Temposu

Katılımcıların dinamik skuat hareketini saniye cinsinden 3:0:2:0 (eksantrik : izometrik : konsantrik : tekrarlar arası) temposunda yapmaları istendi. Bu tempoya ve dinamik hareketteki vücut pozisyonuna alışmaları için proprioepsiyon tekrarları uygulandı. Bu tekrarlar sırasında araştırmacı, hareket temposunu yüksek sesle sayarak katılımcıya sözlü olarak geri bildirim uyguladı (“1, 2, 3”=katılımcı yavaşça çöker; “4, 5”=katılımcı yavaşça kalkar). Katılımcılara, 90°-150° diz eklem hareket genişliğini ve belirlenen tempoyu öğrenmeleri için uygulama öncesi alışma tekrarları yaptırıldı. Katılımcıların hareket açıklığını ve skuat temposunu doğru şekilde yerine getirdiklerinden emin olunduktan sonra uygulamalara başlandı.

2.4. Deney Ortamının Hazırlanması

Katılımcının kaslarına yerleştirilecek sEMG elektrotlarından tüm deney süreci boyunca veri akışının düzenli olarak sağlanması için sEMG sisteminin her test öncesinde tam olarak şarj edilmesi sağlandı. Elektrik kesintisinden olumsuz olarak etkilenmemesi için sEMG sistemi UPS'e bağlandı. UPS'in şarjının tam olduğu kontrol edildi.

2.4.1. sEMG Testi Hazırlıkları

sEMG deri yüzeyine yakın olan kas fibrillerinden, elektropotansiyel yük akışını ölçerek kassal aktivasyon hakkında bilgi veren bir sistemdir. Elektrotların kaslara yerleşimi SENIAM'a (Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles, Non-İnvaziv Şekilde Kasların Değerlendirilmesinde Yüzeyel EMG) göre gerçekleştirildi. EMG sisteminin çalışma prensipleri doğrultusunda, kas fibrillerinden düzenli olarak veri alınabilmesi için deri yüzeyinin elektriksel aktivasyonu yalıtan yağ dokusundan temizlenmesi gerekmektedir. Bunun için, elektrotların yerleştirileceği kasların üzerindeki deri, alkollü bir pamuk ile temizlendi. Katılımcıların belirlenen kaslarına elektrotların yerleştirilmesi için kasların belirli anatomik noktaları palpe edildi ve elektrotun yönü kasın fibrilinin penasyon yönüne paralel olacak şekilde çift taraflı bant ile yapıştırıldı ve elektrotun vibrasyon sırasında yerinden ayrılmaması için hassas bir şekilde esnek ve yumuşak bir medikal bantla deriye yapıştırıldı (Resim 9).



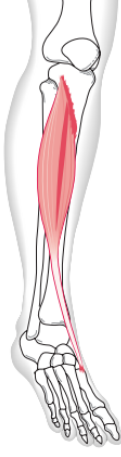
Resim 9: sEMG elektrotları deriye titreşim sırasında yerinden ayrılmasını önlemek amacıyla sağlam bir şekilde yapıştırıldı.

Gerçekleştirilen bu çalışmaya katılan sporcular laboratuvar ortamına bir kez gelmişler ve elektrotların belirlenen kaslara uygun şekilde yapıştırılması sağlandıktan sonra test bitinceye dek elektrotların yapıştırıldığı bölgeden ayrılmamasına dikkat edildi. Böylece katılımcıların test süresince belirlenen kaslarındaki belirli motor ünitelerinin aktivasyonu kaydedildi.

Bu çalışmada kullanılan sEMG cihazı prop (probe) olarak da kullanılabilme özelliğine sahiptir. Bu özellik, sEMG elektrotunun test sırasında katılımcının en yüksek kassal aktivasyon gösterdiği, sinyale herhangi bir gürültünün karışmadığı bölgeyi belirlemeyi ve böylece elektrotun belirlenen kasa doğru olarak yapıştırılmasını sağlamaktadır. Bu çalışmada gerçekleştirilen tüm sEMG testlerinde sEMG cihazının prop özelliği kullanıldı ve elektrotların kassal aktivasyonun ölçümü için doğru yere yapıştırıldığından emin olundu.

2.5. Çalışmada İncelenen Bacak Kaslarının Kinesiyolojik Yapısı

2.5.1. Tibialis Anterior



Origo: Lateral tibia and interosseous membran

İnsersio: İlk cuneiform ve metatarsal

Hareket: Ayak bileğine inversiyon ve dorsifleksiyon yaptırır.

Sinir: Derin peroneal sinir (L4, L5, S1)

2.5.2. Gastrocnemius Medialis



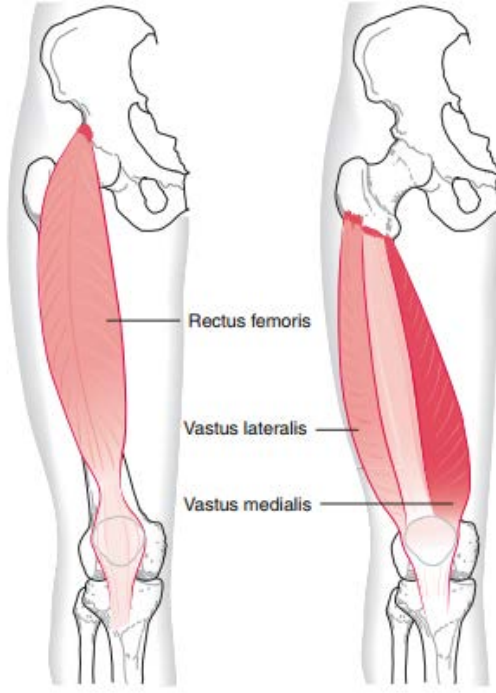
Origo: Femurun Posterior lateral condyle'i

İnsersio: Posterior calcaneus

Hareket: Ayak bileğine plantar fleksiyon yaptırır, çok az miktarda diz fleksiyonuna yardımcı olur.

Sinir: Tibial sinir (L4, L5, S1)

2.5.3. Vastus Medialis-Rectus Femoris-Vastus Lateralis



Origo

Vastus Medialis: Linea aspera

Rectus Femoris: Anterior inferior iliac spine

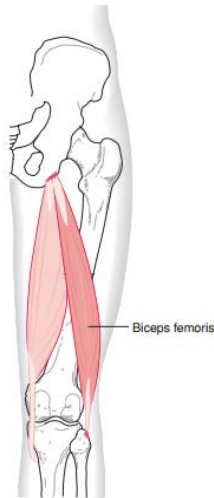
Vastus Lateralis: Linea aspera

İnsersio: Patellar Tendon ile Tibial tuberosity'ye tutunur

Hareket: Diz ekstensiyonu (Rectus Femoris aynı zamanda kalça fleksiyonuna da katılır.)

Sinir: Femoral sinir (L2, L3, L4)

2.5.4. Biceps Femoris



Origo: Ischial tuberosity

İnsersio: Fibular head

Hareket: Kalçaya ekstensiyon ve dize fleksiyon yaptırır

Sinir: Sciatic sinir (L5, S1, S2)

2.6. Ön Test

Çalışmanın gerçekleştirileceği laboratuvar ortamı test için yukarıda açıklandığı gibi uygun hale getirildikten sonra çalışmaya katılan sporcunun boy ve kütle ölçümleri yapıldı ve tez kayıt defterine kaydedildi. TVV öncesinde katılımcının herhangi bir yorgunluk etkisi altında olmadan, dinlenik durumda iken sahip olduğu kassal aktivasyon düzeyini belirlemek için ön test uygulamaları gerçekleştirildi. Ön testin amacı; TVV öncesinde dinlenik durumda sahip olunan kassal aktivite düzeyini daha sonra gerçekleştirilecek olan TVV sırasında katılımcıların kaslarında meydana gelen aktivasyon değerleri ile karşılaştırılmasıydı. Çalışmanın üç aşamadan oluşan ön test süreci aşağıda belirtilen sıraya göre izlendi.

2.6.1. Statik Skuat Sırasındaki Kassal Aktivasyon Düzeyinin Belirlenmesi

Çalışmanın amacı doğrultusunda statik ve dinamik kasılmaların incelenmesi için skuat hareketi ele alındı. Bu aşama, TVV öncesinde herhangi bir yorgunluk etkisinde olmadan katılımcının bacak kaslarına yönelik sahip olduğu kassal aktivasyon düzeyini belirlemek için gerçekleştirildi. Bölüm 2.3.2.'de detayları ile açıklanan statik skuat hareketi sırasında katılımcıların belirlenen bacak kaslarından 30 saniyelik sEMG kaydı alındı.

2.6.2. Dinamik Skuat Sırasındaki Kassal Aktivasyon Düzeyinin Belirlenmesi

Statik skuat testi sonrası bir sandalyeye oturarak 2 dakika pasif olarak dinlendirilen katılımcılardan, ön testin bu aşamasında detayları Bölüm 2.3.2.'de açıklanan dinamik skuat hareketini yapmaları istendi. Bu hareket sırasında katılımcının belirlenen bacak kaslarına yerleştirilen elektrotlardan 30 s sEMG kaydı alındı.

2.6.3. MVC Ölçümleri

Maksimal istemli kasılma ölçümleri normalizasyon için en iyi yöntemdir [12]. Katılımcıların 5 saniye boyunca izometrik olarak maksimal düzeyde gerçekleştirdikleri kassal aktivasyon değerleri ± 5 mV değerlerinde ölçüldü. Her kasa özgü maksimal istemli kasılma değerlerinin kaydı gerçekleştirildi. Üç tekrarın en iyisi normalizasyon değerinin belirlenme aşaması için kaydedildi.

2.7. Son Test

Gerçekleştirilen çalışmada katılımcılar 6 farklı genlik-frekans kombinasyonunda (2 mm–30 Hz, 2 mm–35 Hz, 2 mm–40 Hz, 4 mm–30 Hz, 4 mm–35 Hz, 4 mm–40 Hz) TVV uygulaması gerçekleştirdiler. Çalışma sonuçlarının sıralama etkisinden kaynaklanabilecek olası sistematik hatalardan etkilenmemesi için TVV uygulamaları rastgele bir sırayla gerçekleştirildi. Sıralamanın belirlenmesinde Microsoft Office Excel 2007 ortamında yazılan bir makro kullanıldı. Buna göre katılımcılar önce ya altı statik ya da altı dinamik skuat uygulamasını rastgele belirlenmiş frekans-genlik kombinasyonu sırasıyla gerçekleştirdiler. Hazell ve ark. (2007)'nın belirttiği gibi TVV uygulamaları arasında 5 dakika pasif dinlenme süresi verildi [53] .

2.8. Araştırmanın yeri ve zamanı

Bu çalışmaya ait ölçümler Anadolu Üniversitesi Hareket ve Motor Kontrol Laboratuvarında 25 Ekim 2013 ile 5 Ocak 2014 tarihleri arasında yapıldı. Tüm deney süreci dış ortamdan yalıtılmış laboratuvar ortamında, sessiz, merkezi iklimlendirme sistemi ile sabit oda koşullarında (25°C) ve aynı ışık düzeyi korunarak günün 09:00-16:30 saatleri arasında iki araştırmacı tarafından gerçekleştirildi.

2.9. Araştırmanın evreni

Bu çalışmanın evrenini Eskişehir İlinde bir kulübe bağlı olarak futbol, basketbol ve yüzme branşları ile uğraşan antrenmanlı erkek sporcular oluşturmaktadır.

2.10. Araştırmada örneklem

Gönüllülük esasına göre çalışmaya katılacak sporculara ulaşabilmek için sporcular ve/veya antrenörleri ile yüz yüze görüşüldü. Görüşmeler sonucunda çalışmaya aşağıdaki özellikleri taşıyan 30 gönüllü (10 futbolcu, 10 basketbolcu ve 10 yüzücü) erkek sporcu katıldı.

- 18-32 yaş arası erkek olmak,
- Futbol, basketbol veya yüzme branşlarından birinde performans sporcusu olmak,
- Sağlıklı olmak,
- Son bir yıl içinde alt vücut bölümleriyle bağlantılı herhangi bir ciddi yaralanma veya cerrahi operasyon geçirmemiş olmak,
- Vibrasyon uygulamasına katılmasına engel teşkil edecek herhangi bir nörolojik-nörofizyolojik rahatsızlık geçmişine sahip olmamak,
- Düzenli olarak haftada en az 3-4 saat (en az üç ay boyunca) branşa özgü fiziksel etkinlikte bulunuyor olmak.

Katılımcıların her birinden 7 farklı TVV uygulaması sırasında 6 farklı kas grubundan sEMG verisi alındı (6 kas×7 TVV uygulaması=42 Farklı veri grubu). 30

katılımcı içinden 42 farklı veri grubunu sorunsuz bir şekilde sağlayan katılımcıların verileri değerlendirildi. Bu değerlendirme sonucunda çalışmanın örneklem grubunu 7 futbolcu, 7 basketbolcu ve 6 yüzücü oluşturdu. Çalışmanın istatistiksel değerlendirmeleri bu 20 kişilik örneklem grubunun verileri göz önünde bulundurularak gerçekleştirildi. Katılımcıların belirli özellikleri Tablo 3’de gösterilmektedir.

Tablo 3: Araştırmada Örneklem.

Branş	Yaş	Boy (m)	Kütle (kg)	Antrenman Yaşı (yıl)	Antrenman Kapsamı (saat/hafta)
Futbol	20,8 ±1,7	1,76 ±0,02	72,0 ±7,1	9,71±2,6	8,86 ±3,31
Basketbol	20,2 ±1,5	1,87 ±0,05	79,8 ±5,5	9,14 ±1,46	8,57 ±1,84
Yüzme	19,2 ±1,1	1,78 ±0,02	72,1 ±7,1	11,3 ±2,7	8,16 ±2,03

2.11. Bağımlı ve Bağımsız Değişken

TVV genliği, frekansı, TVV sırasında kullanılan kasılma çeşidi (statik-dinamik) ve spor branşı bu çalışmanın bağımsız değişkenlerini oluşturmaktadır. sEMG değişkenleri (MVC’ye normalize edilmiş sEMG [RMS] değerleri) ise çalışmanın bağımlı değişkenidir.

2.12. Veri toplama yöntemi ve süresi

Bu çalışmada katılımcıların boy ve kütleleri belirlendikten sonra diz eklem açısının goniometre ile belirlendiği statik ve dinamik skuat pozisyonlarında kassal aktivasyon süreci Delsys Trigno Kablosuz sEMG cihazı (ABD) ile ölçüldü. Çalışmaya gönüllülük esasına göre katılan sporculara çalışmaya geçmeden önce uygulamaların nasıl olacağı konusunda detaylı bilgi verildi. Bir katılımcıya ayrılan toplam test süresi, testler öncesi hazırlık süreci dahil olmak üzere 100-120 dakika arasındaydı.

2.13. Verilerin analizi ve değerlendirme teknikleri

Verilerin işlenmesi, çözümlenmesi amacıyla istatistiksel işlemlerden yararlanılması ve ham verilerden sonuçlar ortaya konulması işlemidir.

2.13.1. sEMG Analizi

“sEMG Testi Hazırlıkları” başlığı altında detayları ile anlatıldığı gibi katılımcıların belirli kaslarına sEMG elektrotları yerleştirildi. Katılımcıların sEMG amplütütleri, dinlenik durumdaki ölçümleri alındıktan sonra vibrasyon uygulamalarına geçilmeden önce ölçülen Maksimal İstemli Kasılma (MİK) düzeylerine normalize edildi. Bu adımda her kasa ait MİK değeri 100 birim olarak belirlendi ve uygulamalar sırasında elde edilen sEMG amplitüt değerleri bu değer yüzde birimi (%) olarak ifade edildi. 2000 Hz’de alınan ve kazancı 300 olan sEMG sinyalleri band pass filtre (20-500 Hz) kullanılarak filtre edildi ve 16 bit A/D dönüştürücü kullanılarak dijitize edildi.

Ön test ve son test süresince statik skuat sırasında elde edilen statik verilere ait sinyallerde, TVV uygulamasının başlangıç anı MatlabR2011a ortamında belirlendi.

2.13.2. İstatistiksel Değerlendirmeler

Bu çalışmanın verilerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi IBM® SPSS (versiyon 20) yazılımı (copyright IBM® Corporation 1989, 2011) kullanılarak gerçekleştirildi. Normal olmayan veri dağılımı durumunda dağılımı normalliğe yaklaştırmak, bağımsız gruplar arasında varyansların homojenlik düzeyini arttırmak ve olası uç değerlerin istatistiksel değerlendirme sonuçlarına olumsuz etkilerini önlemek için veriler üzerinde doğal-logaritmik (log) dönüşümler gerçekleştirildi [66]. Dönüşümü yapılan verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testiyle değerlendirildi. Verilerin normallikten sapma düzeyleri baskınlık ve çarpıklık değerleri göz önünde bulundurularak incelendi. Sonrasında log dönüşümü yapılan veriler kullanılarak parametrik istatistiksel testler gerçekleştirildi.

Çalışmadan elde edilen bulguların tekrarlı şekilde rapor edilmesini önlemek amacıyla, tanımlayıcı istatistikler sadece grafikler kullanılarak ortalama ve standart sapma hata çubuklarıyla sunuldu. Aynı bulgulara ayrıca tablo şeklinde yer verilmedi. TVV sırasında gerçekleştirilen skuat hareketindeki kasılma tipi (statik, dinamik) ve TVV'ler (0mm-0Hz, 2mm-30Hz, 2mm-35Hz, 2mm-40Hz, 4mm-30Hz, 4mm-35Hz, 4mm-40Hz) çalışmanın grup içi etkenini, farklı spor branşları ise (futbol, basketbol, yüzme) çalışmanın gruplar arası etkenini oluşturdu. Kasılma tipi, farklı spor branşı ve TVV uygulamalarının kassal aktivasyon düzeyi (sEMG) verileri üzerindeki ana etkileri ve çalışmanın üç etkeni arasında bir etkileşim olup olmadığı, her bir kas için ayrı olarak gerçekleştirilen $3 \times 2 \times 7$ (Branş $\times$ Kasılma $\times$ TVV) Genelleştirilmiş Doğrusal Model Üç Etkenli Karma Tasarımlı Varyans Analizi (ANOVA) testiyle incelendi. Elde edilen sonuçların değerlendirilmesinde Mauchly'nin Küresellik Testi kullanıldı. Küresellik varsayımının karşılanmadığı ve epsilon değerinin alt sınırının 0,75 ve üzerinde olduğu durumlarda serbestlik derecesinin düzenlenmesinde Huynh-

Feldt Düzeltmesi, 0,75'ten düşük olduğu durumlarda ise Greenhouse-Geisser Düzeltmesi uygulandı.

Grup içi etkenler ve gruplar arası etken arasında istatistiksel olarak anlamlı bir etkileşim belirlenip belirlenmemesi durumundan bağımsız olarak, aynı spor branşında yer alan katılımcıların kassal aktivasyon düzeylerinin kasılma tipi ve TVV uygulamalarından etkilenme düzeyleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olup olmadığını incelemek ve farklılıkların etki büyüklüklerini belirlemek için tek yönlü tekrarlayan ölçümlerde ANOVA analizi post hoc Fisher's Least Significant Difference (LSD) testiyle gerçekleştirildi. Benzer şekilde branşlar arasındaki karşılaştırmalar için tek yönlü ANOVA analizi post hoc Fisher's LSD testiyle gerçekleştirildi. İkili karşılaştırmalarda kassal aktivasyon düzeylerinde ortaya çıkan farkların büyüklüğü, yanlılık içermeyen etki büyüklüğüne (Hedge's d) göre rapor edildi ($|d| < 0,2$: çok düşük; $0,2 \leq |d| < 0,5$: düşük; $0,5 \leq |d| < 0,8$: orta; $|d| \geq 0,8$: yüksek düzey etki büyüklüğü). İstatistiksel testlerin; istatistiksel açıdan anlamlı olan bir farklılığı belirleyebilme gücü, gerçekleştirilen deneysel güç analizleriyle (post hoc güç analizi) belirlendi ve bulgularla ilgili tablolarda belirtildi. Bütün istatistiksel değerlendirmelerde anlamlılık düzeyi $p \leq 0,05$ olarak kabul edildi. Çok sayıda ikili karşılaştırma içeren bu istatistiksel değerlendirme sürecinde istatistiksel güçte düşüşe neden olmamak ve Tip I hataları önlemeyi hedeflerken Tip II hatalara yol açmamak amacıyla p değerlerinde herhangi bir düzeltmeye gidilmedi [53, 89, 96].

Elde edilen bulguların rapor edilmesi amacıyla düzenlenen grafiklerde, pratiklik açısından log dönüşümü gerçekleştirilmemiş yüzde aktivasyon değerlerine yer verildi. Tablolarda ikili karşılaştırmalar arasındaki yüzde değişimi ($\% \Delta$) ifade eden değerler ise, istatistiksel değerlendirmelerde log dönüşümü gerçekleştirilmiş

veriler arasındaki farkın, $100 \times (e^{\text{fark}} - 1)$ formülüyle [119] geri dönüşümü (anti-log) gerçekleştirilerek elde edildi (e = Euler sayısı $\cong 2,718$).

2.13.3. Süre ve olanaklar

Tüm araştırmanın laboratuvar ortamında gerçekleştiği bu çalışmadaki işlem basamakları, her işlemin alacağı zaman, gerektireceği insan gücü ve her basamağın süresi sırası ile Tablo 4’te ifade edilmektedir. Bu çalışma Anadolu Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi BAP1207S116 Projesi ile desteklenmiştir.

2.14. Etik açıklamalar

Bu çalışmanın “İnsanlar Üzerinde Yapılan Tıbbi Araştırmalarda Etik İlkeler Helsinki Deklerasyonu”na uygun olduğu Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylandı (Ek 1). “Bilgilendirilmiş Gönüllü Onay Formu” aracılığıyla yazılı-imzalı kabulleri alınan her katılımcıya araştırma hakkında ve olası riskler konusunda bilgi verildi (Ek 2).

Tablo 4: Gerçekleştirilen çalışmanın gerektirdiği zaman-insan gücü analizi.

ZAMAN-İNSAN GÜCÜ ANALİZİ				
İşlem Basamağı		Yapılacak İşlem	İşlemin Süresi	Gerektireceği İnsan Gücü
Testler Öncesi Hazırlık Aşaması	1	Boy ve Kütle Ölçümleri	5 dk	1 Araştırmacı
	2	Ayak Pozisyonunun Belirlenmesi	2 dk	1 Araştırmacı
	3	Diz Eklem Açısının Belirlenmesi	1 dk	1 Araştırmacı
	4	Dinamik Skuat Hareketi Temposunun Öğretilmesi	2 dk	1 Araştırmacı
	5	Deney ortamının hazırlanması	1 dk	1 Araştırmacı
	6	sEMG Testi Hazırlıkları	10 dk	2 Araştırmacı
ÖN TEST	1	Statik Skuat sEMG Ölçümü	30 s	2 Araştırmacı
	2	Dinamik Skuat sEMG Ölçümü	30 s	2 Araştırmacı
	3	MVC Ölçümleri	10 dk	2 Araştırmacı
SON TEST	1	TVVU-1	30 s	2 Araştırmacı
	2	TVVU-2	30 s	2 Araştırmacı
	3	TVVU-3	30 s	2 Araştırmacı
	4	TVVU-4	30 s	2 Araştırmacı
	5	TVVU-5	30 s	2 Araştırmacı
	6	TVVU-6	30 s	2 Araştırmacı
	7	TVVU-7	30 s	2 Araştırmacı
	8	TVVU-8	30 s	2 Araştırmacı
	9	TVVU-9	30 s	2 Araştırmacı
	10	TVVU-10	30 s	2 Araştırmacı
	11	TVVU-11	30 s	2 Araştırmacı
	12	TVVU-12	30 s	2 Araştırmacı
TOPLAM UYGULAMA SÜRESİ			59 dk	
DİNLENME ARALIKLARI DAHİL TOPLAM TEST SÜRESİ			116 dk	

BÖLÜM III

BULGULAR

Farklı genlik-frekans kombinasyonuna sahip TVV uygulamalarının ikili karşılaştırmalarına ait sonuçlar matris tabloları halinde gösterildi. Bu tabloların köşegeninde yer alan siyah renk dolgulu hücreler farklı TVV uygulamalarını temsil etmektedir (Tablo 5-18). İki farklı TVV uygulamasının yatay ve dikey ekseninde kesişimine denk gelen hücrede, bu iki TVV uygulamasının istatistiksel karşılaştırmasına ait sonuçlar verilmektedir. Hücredeki ilk satır, karşılaştırılan iki TVV uygulamasından “yüksek akselerasyona sahip TVV’nin daha düşük akselerasyona sahip TVV’den” (bkz Tablo 1) bağıl olarak ne kadar yüksek (pozitif değer) veya ne kadar düşük (negatif değer) kassal aktivasyona neden olduğunu belirtmektedir. Hücredeki ikinci satır p değerini, üçüncü satır farkın etki büyüklüğünü (Cohen’s d), dördüncü satır ise kullanılan istatistiksel analizin, gerçekten de aralarında fark olan iki uygulama arasındaki farkı istatistiksel açıdan anlamlı olarak belirleyebilme düzeyini (istatistiksel güç) göstermektedir.

3.1. Tibialis Anterior

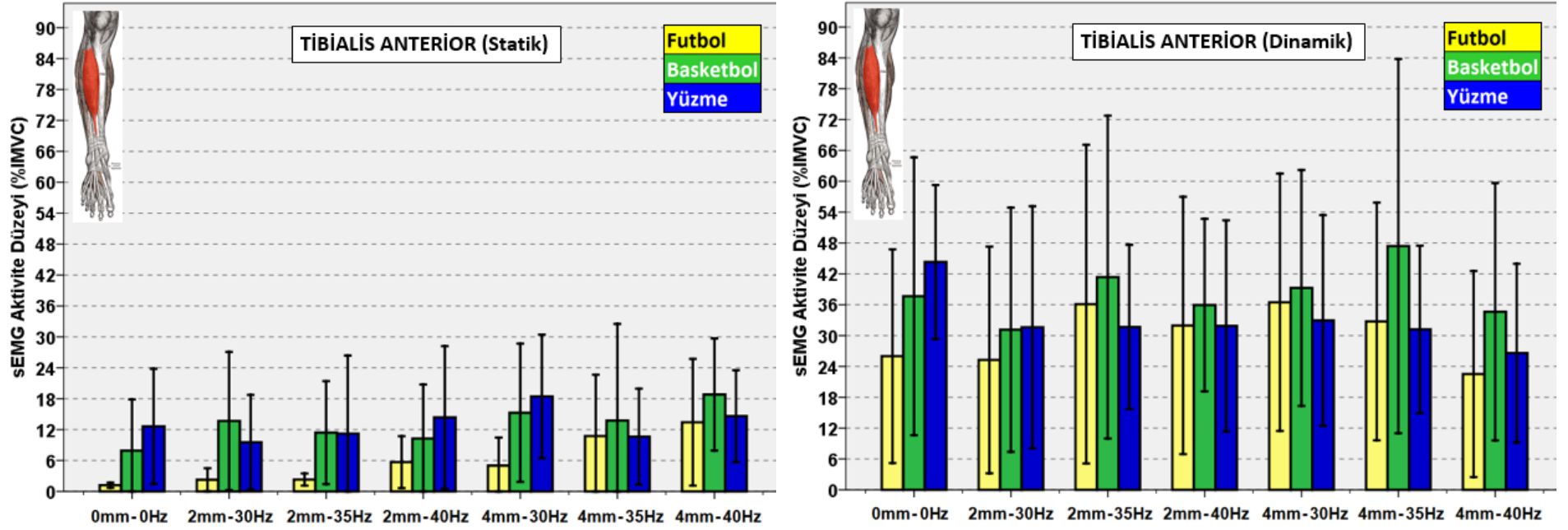
Branşlar arasında homojen varyans varsayımı karşılanmadığından, ANOVA testinden gruplar arası etken olan branş çıkarıldı. Her bir spor branşı için ayrı ayrı 2×7 (Kasılma $\times$ TVV) Genelleştirilmiş Doğrusal Model İki Etkenli Tekrarlayan Ölçümlerde Varyans Analizi (ANOVA) gerçekleştirildi.

3.1.1. Ana Etkiler ve Etkileşim

Futbolcular için, farklı kasılma tiplerinin [$F(1; 6)=40,1$; $p<0,001$; $\eta_p^2=0,870$; güç=0,999] ve farklı TVV'lerin [$F(6; 36)=6,93$; $p<0,001$; $\eta_p^2=0,536$; güç=0,998] kassal aktivite düzeyi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir ana etkisinin bulunduğu belirlendi. Farklı kasılma tipleriyle gerçekleştirilen farklı TVV uygulamalarının istatistiksel olarak farklı kassal aktivite düzeylerine neden olduğu belirlendi [$F(6; 36)=6,58$; $p<0,001$; $\eta_p^2=0,523$; güç=0,997].

Basketbolcular için, farklı kasılma tiplerinin [$F(1; 6)=9,89$; $p=0,020$; $\eta_p^2=0,622$; güç=0,746] kassal aktivite düzeyi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir ana etkisi bulunurken ve farklı TVV'lerin [$F(6; 36)=1,27$; $p=0,295$; $\eta_p^2=0,175$; güç=0,433] kassal aktivite düzeyi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir ana etkisi belirlenmedi. Farklı kasılma tipleriyle gerçekleştirilen farklı TVV uygulamalarının istatistiksel olarak farklı kassal aktivite düzeylerine neden olmadığı belirlendi [$F(6; 36)=1,89$; $p=0,110$; $\eta_p^2=0,239$; güç=0,620].

Yüzücüler için, farklı kasılma tiplerinin [$F(1; 5)=9,48$; $p=0,027$; $\eta_p^2=0,655$; güç=0,694] kassal aktivite düzeyi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir ana etkisi bulunurken, farklı TVV'lerin [$F(6; 30)=1,13$; $p=0,371$; $\eta_p^2=0,184$; güç=0,372] kassal aktivite düzeyi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir ana etkisi belirlenmedi. Farklı kasılma tipleriyle gerçekleştirilen farklı TVV uygulamalarının istatistiksel olarak farklı kassal aktivite düzeylerine neden olmadığı belirlendi [$F(6; 30)=1,62$; $p=0,175$; $\eta_p^2=0,245$; güç=0,529].



Şekil 15: Tibialis Anterior kasının statik ve dinamik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verdiği kassal aktivasyon cevaplarının farklı spor branşlarındaki görünümü.

Tablo 5: Tibialis Anterior kasının statik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verdiği kassal aktivasyon cevaplarının farklı spor branşlarında grup içi karşılaştırması.

		BASKETBOL					
%Δ	p	0 mm	89,3	105	60,5	135	122
d	0 Hz	0,305	0,099	0,281	0,199	0,078	0,007
1-β	0 Hz	0,423	0,736	0,448	0,546	0,802	1,50
		0,158	0,374	0,171	0,231	0,430	0,909
FUTBOL	57,0	2mm	8,36	-15,1	24,5	17,2	128
	0,185	30Hz	0,873	0,785	0,326	0,727	0,158
	0,565		0,063	-0,108	0,404	0,138	0,610
	0,244		0,052	0,057	0,148	0,061	0,276
	82,9	2mm	16,5	-21,7	14,8	8,24	110
	0,060	35Hz	0,459	0,496	0,775	0,799	0,011
	0,873		0,299	-0,274	0,113	0,100	1,37
	0,492		0,103	0,094	0,057	0,056	0,852
	256	2mm	126	94,3	46,7	38,3	168
	0,020	40Hz	0,023	0,108	0,531	0,492	0,043
BASKETBOL	1,19		1,15	0,713	0,251	0,277	0,967
	0,749		0,716	0,356	0,087	0,095	0,573
	177	4mm	77,4	52,0	-21,7	-5,75	82,9
	0,064	30Hz	0,079	0,166	0,553	0,888	0,240
	0,858		0,798	0,597	-0,237	-0,056	0,492
	0,479		0,427	0,266	0,083	0,052	0,196
	453	4mm	253	203	56,2	99,6	94,1
	0,017	35Hz	0,007	0,023	0,195	0,036	0,072
	1,23		1,53	1,15	0,551	1,02	0,826
	0,773		0,918	0,719	0,234	0,615	0,451
FUTBOL	758	4mm	447	366	141	206	54,2
	0,003	40Hz	0,002	0,004	0,080	0,006	0,286
	1,84		1,96	1,68	0,795	1,55	0,443
	0,979		0,989	0,956	0,424	0,925	0,168

		TIBIALIS ANTERIOR – STATİK BRANŞ İÇİ					
%Δ	p	0 mm	-32,0				
d	0 Hz	0,601	2mm				
1-β	0 Hz	-0,228	30Hz				
		0,075					
YÜZME	-44,1	2mm	-17,9				
	0,446	35Hz	0,605				
	-0,337		-0,225				
	0,104		0,074				
	-6,73	2mm	37,0	67,0			
	0,929	40Hz	0,114	0,121			
	-0,038		0,780	0,762			
	0,051		0,342	0,329			
	64,9	4mm	142	194	76,83		
	0,298	30Hz	0,062	0,094	0,237		
YÜZME	0,474		0,980	0,841	0,548		
	0,158		0,492	0,386	0,195		
	-8,75	4mm	34,2	63,4	-2,17	-44,6	
	0,899	35Hz	0,211	0,363	0,945	0,204	
	-0,055		0,585	0,408	-0,030	-0,596	
	0,051		0,216	0,130	0,050	0,222	
	40,8	4mm	106,9	151,9	50,8	-14,6	54,2
	0,639	40Hz	0,104	0,111	0,338	0,783	0,162
	0,204		0,811	0,790	0,433	-0,119	0,668
	0,070		0,364	0,349	0,140	0,057	0,266



Anlamlı Fark (p < 0,05)	Anlamlı Olmayan Fark (p > 0,05)					%Δ	d	1-β
Yüksek Düzey Etki Büyüklüğü (d ≥ 0,8)	d ≥ 0,8	0,8 ≤ d < 0,65	0,65 ≤ d < 0,5	0,5 ≤ d < 0,2	d ≤ 0,2	Yüzde Değişim	Etki Büyüklüğü	Güç

Tablo 6: Tibialis Anterior kasının dinamik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verdiği kassal aktivasyon cevaplarının farklı spor branşlarında grup içi karşılaştırması.

		BASKETBOL						FUTBOL	BASKETBOL
%Δ	p	0 mm	-24,3	-7,05	-1,72	0,842	26,2		
d	0 Hz	0,327	0,863	0,961	0,979	0,555	0,811		
1-β	0 Hz	-0,403	-0,068	-0,019	0,010	0,236	-0,094		
		0,148	0,053	0,050	0,050	0,083	0,055		
	10,8	0,665	22,9	0,331	0,230	0,100	0,652		
	0,172	0,067	0,399	0,505	1,17	0,735	0,179		
	0,067		0,146	0,204	0,732	0,374	0,069		
	32,0	0,365	19,1	0,460	2mm	0,817	0,984		
	0,371	0,594	35Hz	0,091	0,178	0,590	-0,008		
	0,132	0,264		0,055	0,069	0,261	0,050		
	50,1	0,147	35,4	0,167	0,734	2mm	0,847		
	0,630	1,05	0,135	0,061	40Hz	0,080	-0,076		
	0,290	0,640	0,061		0,054	0,137	0,053		
	78,2	0,031	60,8	0,032	35,0	18,8	25,1		
	1,06	0,557	0,361	0,473	4mm	0,389	0,823		
	0,650	0,238	0,128	0,185	30Hz	0,351	-0,088		
						0,124	0,055		
	53,6	0,282	-27,8	0,191	0,500	0,944	0,659		
	0,446	-0,559	0,271	0,028	-0,175	4mm	0,508		
	0,170	0,240	0,093	0,050	0,068	35Hz	-0,266		
							0,092		
	-15,7	0,568	-24,0	0,189	-36,2	-43,9	-52,8		
	0,298	-0,559	-0,978	-0,741	-1,25	-0,809	0,076		
	0,103	0,240	0,582	0,379	0,785	0,436	4mm		
							40Hz		
		FUTBOL							

		TIBIALIS ANTERIOR – DİNAMİK BRANŞ İÇİ						YÜZME	YÜZME
%Δ	p	0 mm	-48,3	0,160	2mm	-33,7	28,4		
d	0 Hz	-0,674	0,388	2mm	-0,892	0,386	35Hz		
1-β	0 Hz	0,270	0,121	4mm	0,348	0,076	0,101		
	-41,9	0,111	0,589	0,459	2mm	-0,788	0,236	-0,328	
	0,348	0,076	0,101	40Hz	-43,8	8,65	-15,4	-3,36	
	0,163	0,715	0,531	0,728	4mm	-0,668	0,158	-0,275	-0,150
	0,266	0,062	0,086	0,061	30Hz	-37,7	20,6	-6,07	7,24
									11,0
	0,085	0,514	0,459	0,596	4mm	-0,873	0,287	-0,327	0,231
	0,410	0,089	0,101	0,075	35Hz	-46,5	3,45	-19,4	-7,98
									-4,77
	0,023	0,902	0,184	0,656	4mm	-1,32	0,053	-0,628	-0,193
	0,736	0,051	0,241	0,068	40Hz				-14,2
									0,436
									-0,345
									0,107
		YÜZME							



Anlamlı Fark (p < 0,05)	Anlamlı Olmayan Fark (p > 0,05)					% Δ	d	1-β
Yüksek Düzey Etki Büyüklüğü (d ≥ 0,8)	d ≥ 0,8	0,8 ≤ d < 0,65	0,65 ≤ d < 0,5	0,5 ≤ d < 0,2	d ≤ 0,2	Yüzde Değişim	Etki Büyüklüğü	Güç

3.2.Gastrocnemius Medialis

TVV ana etkisi [$\chi^2(20)=55,1$; $p<0,001$] ve Kasılma $\times$ TVV etkileşimi [$\chi^2(20)=32,8$; $p=0,039$] için küresellik varsayımı oluşmadığından ilgili istatistiksel analizlerin serbestlik derecelerinde düzeltmeler gerçekleştirildi (sırasıyla $\varepsilon=0,472$; $\varepsilon=0,603$).

3.2.1. Ana Etkiler

Farklı kasılma tiplerinin [$F(1; 17)=2,30$; $p=0,148$; $\eta_p^2=0,119$; güç=0,298] ve farklı spor branşlarının [$F(2; 17)=0,289$; $p=0,752$; $\eta_p^2=0,033$; güç=0,089] kassal aktivite düzeyi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir ana etkisinin bulunmadığı belirlendi. Ancak, farklı TVV uygulamalarının kassal aktivite düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir ana etkiye neden olduğu bulundu [$F(2,84; 48,2)=15,2$; $p<0,001$; $\eta_p^2=0,473$; güç=1.00].

3.2.2. Etkileşimler

3.2.2.1. Kasılma Tipi $\times$ Branş

Farklı TVV uygulamaları göz önünde bulundurulmadığında, farklı kasılma tipiyle gerçekleştirilen TVV'lerin farklı branş sporcularında istatistiksel olarak farklı kassal aktivite düzeylerine neden olmadığı belirlendi [$F(2; 17)=0,026$; $p=0,975$; $\eta_p^2=0,003$; güç=0,053].

3.2.2.2. TVV $\times$ Branş

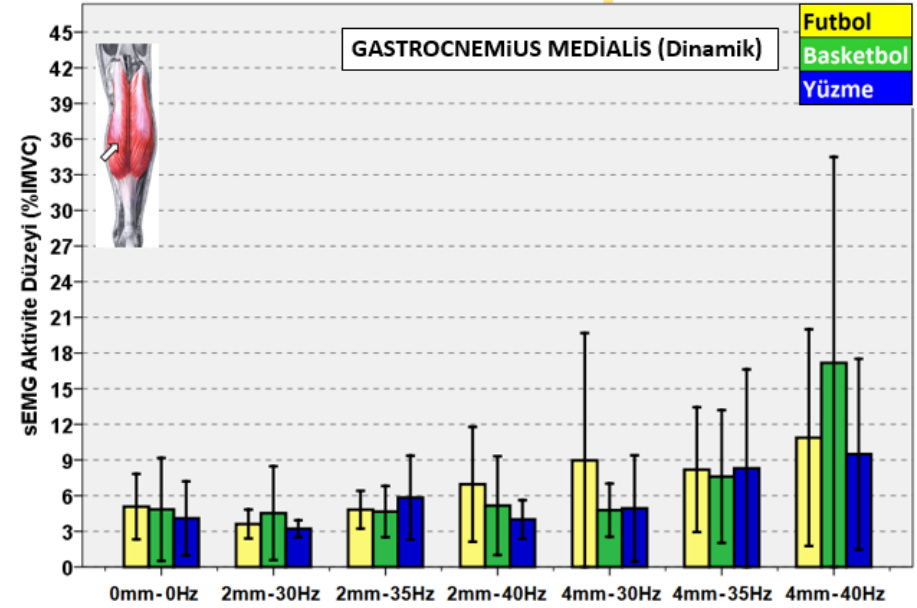
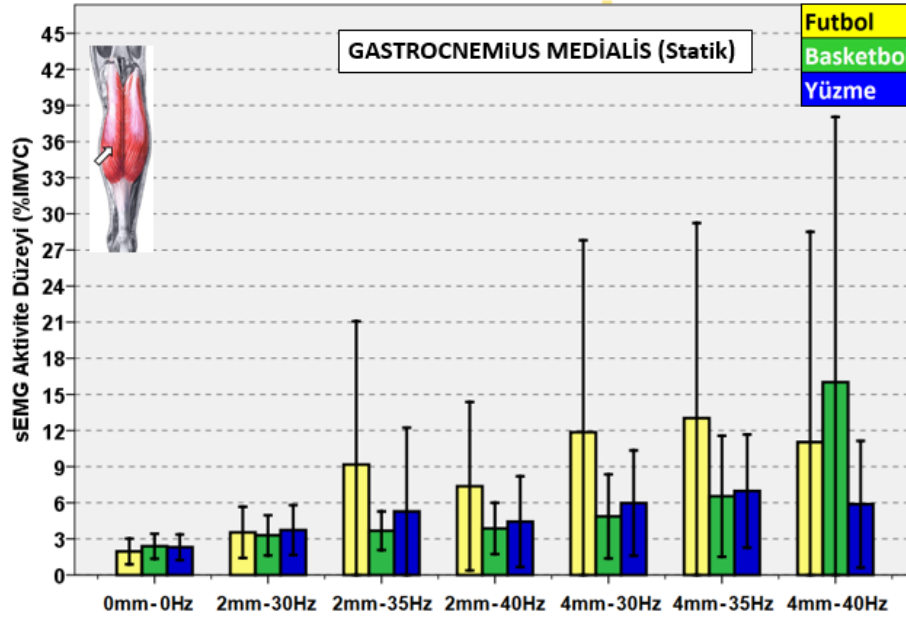
Farklı kasılma tipleri göz önünde bulundurulmadığında, farklı TVV uygulamalarının farklı branş sporcularında istatistiksel olarak farklı kassal aktivite düzeylerine neden olmadığı belirlendi [$F(12; 102)=1,225$; $p=0,277$; $\eta_p^2=0,126$; güç=0,658].

3.2.2.3. Kasılma × Vibrasyon

Farklı spor branşları göz önünde bulundurulmadığında, farklı kasılma tipleriyle gerçekleştirilen farklı TVV uygulamalarının istatistiksel olarak farklı kassal aktivite düzeylerine neden olmadığı belirlendi [$F(3,62; 61,5)=2,48$; $p=0,059$; $\eta_p^2=0,127$; güç=0,644].

3.2.2.4. Kasılma × Vibrasyon × Branş

Farklı spor branşlarıyla uğraşan sporcular arasında yukarıda belirtilen Kasılma × Vibrasyon etkileşiminin istatistiksel olarak farklı olmadığı belirlendi [$F(12; 102)=0,641$; $p=0,803$; $\eta_p^2=0,070$; güç=0,347].



Şekil 16: Gastrocnemius Medialis kasının statik ve dinamik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verdiği kassal aktivasyon cevaplarının farklı spor branşlarındaki görünümü.

Tablo 7: Gastrocnemius Medialis kasının statik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verdiği kassal aktivasyon cevaplarının farklı spor branşlarında grup içi karşılaştırması.

		BASKETBOL					
%Δ p d 1-β	0 mm 0 Hz	35,7 0,045 0,956 0,563	55,7 0,032 1,05 0,641	52,7 0,109 0,711 0,354	0,592 0,043 0,964 0,570	140 0,012 1,34 0,839	335 0,011 1,37 0,854
	68,7 0,075 0,812 0,439	2mm 0,381 0,358 0,127	14,8 0,284 0,098	12,5 0,480 0,223	33,0 0,207 0,534 0,223	77,0 0,038 1,00 0,603	222 0,026 1,12 0,693
	213 0,039 0,992 0,594	86,6 0,0504 0,922 0,534	2mm 0,875 -0,062 0,052	-2,02 0,227 0,509 0,207	15,8 0,010 1,40 0,867	54,0 0,009 1,44 0,882	183 0,009 1,44 0,882
	197 0,018 1,22 0,765	75,8 0,015 1,27 0,801	-5,83 0,740 -0,132 0,060	2mm 0,159 0,608 0,274	18,2 0,017 1,23 0,775	57,3 0,013 1,33 0,832	189 0,013 1,33 0,832
FUTBOL	282 0,019 1,21 0,760	127 0,015 1,28 0,802	21,4 0,276 0,453 0,174	28,9 0,085 0,779 0,411	4mm 0,009 1,43 0,879	-58,9 0,010 1,41 0,874	
	314 0,013 1,32 0,825	145 0,009 1,449 0,888	31,4 0,178 0,577 0,252	39,5 0,093 0,754 0,389	8,24 0,520 0,258 0,089	4mm 0,035 1,02 0,618	
	222 0,015 1,27 0,801	90,4 0,180 0,574 0,250	2,08 0,972 0,014 0,050	8,40 0,882 0,059 0,052	18,9 0,779 -0,111 0,057	-22,3 0,663 -0,173 0,068	4mm 40Hz
	FUTBOL						

		GASTROCNEMIUS MEDIALIS – STATİK BRANŞ İÇİ					
%Δ p d 1-β	0 mm 0 Hz	48,4 0,240 0,544 0,193	2mm 0,391 0,891 0,059	2mm 0,052	54,2 0,223 0,567 0,206	35Hz	
	58,2 0,162 0,670 0,267	6,6 0,798 0,110 0,056	2,6 0,927 0,040 0,051	2mm 40Hz	121 0,097 0,831 0,379	49,0 0,032 1,20 0,655	43,3 0,376 0,396 0,125
	149 0,081 0,889 0,422	67,7 0,095 0,838 0,384	61,3 0,294 0,478 0,160	57,3 0,217 0,577 0,211	12,5 0,606 0,224 0,074	4mm 35Hz	
	110 0,053 1,03 0,530	41,8 0,182 0,632 0,243	36,3 0,351 0,420 0,135	33,0 0,004 2,11 0,971	5,1 0,885 0,062 0,052	-15,5 0,589 -0,236 0,076	4mm 40Hz
		YÜZME					



Anlamlı Fark (p < 0,05)	Anlamlı Olmayan Fark (p > 0,05)					% Δ	d	1-β
Yüksek Düzey Etki Büyüklüğü (d ≥ 0,8)	d ≥ 0,8	0,8 ≤ d < 0,65	0,65 ≤ d < 0,5	0,5 ≤ d < 0,2	d ≤ 0,2	Yüzde Değişim	Etki Büyüklüğü	Güç

Tablo 8: Gastrocnemius Medialis kasının dinamik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verdiği kassal aktivasyon cevaplarının farklı spor branşlarında grup içi karşılaştırması.

		BASKETBOL					
%Δ	p	1,61	17,6	15,5	21,0	66,2	210
d	0 mm	0,931	0,499	0,294	0,225	0,107	0,038
1-β	0 Hz	0,034	0,272	0,434	0,511	0,716	1,00
		0,051	0,094	0,164	0,208	0,358	0,604
FUTBOL	-23,5	15,7	13,7	19,1	63,6	206	
	0,349	0,469	0,403	0,320	0,076	0,013	
	-0,384	0,292	0,340	0,410	0,808	1,32	
	0,138	0,101	0,119	0,151	0,436	0,829	
	0,889	32,0	-1,77	2,95	0,347	164	
	0,975	0,083	0,921	0,823	0,093	0,012	
	0,012	0,785	-0,039	0,088	0,753	1,33	
	0,050	0,416	0,051	0,055	0,389	0,835	
	25,7	64,5	24,7	4,81	43,9	169	
	0,574	0,065	0,214	0,680	0,157	0,037	
	0,225	0,851	0,526	0,164	0,612	1,01	
	0,080	0,473	0,217	0,066	0,277	0,607	
FUTBOL	23,1	61,1	22,0	-2,14	37,3	156	
	0,689	0,177	0,528	0,931	0,181	0,044	
	0,159	0,578	0,253	-0,034	0,572	0,958	
	0,065	0,253	0,088	0,051	0,248	0,565	
	60,8	110	59,4	27,9	30,6	86,6	
	0,129	0,012	0,064	0,319	0,458	0,069	
	0,665	1,34	0,857	0,410	0,230	0,834	
	0,317	0,839	0,478	0,151	0,103	0,458	
	76,5	131	75,1	40,4	43,5	9,78	
	0,220	0,019	0,113	0,168	0,319	0,745	
	0,517	1,20	0,702	0,593	0,411	0,129	
	0,212	0,757	0,347	0,263	0,152	0,060	

		GASTROCNEMIUS MEDIALIS – DİNAMİK BRANŞ İÇİ					
%Δ	p	0 mm					
d	0 Hz	0,034					
1-β		0,051					
YÜZME	-5,29	2mm					
	0,824	30Hz					
	-0,096						
	0,055						
	50,7	59,0					
	0,268	0,092	2mm				
	0,509	0,849	35Hz				
	0,207	0,471					
	13,2	19,6	-24,9	2mm			
	0,592	0,105	0,128	40Hz			
	0,234	0,807	-0,744				
	0,082	0,434	0,381				
YÜZME	17,0	23,6	-22,3	3,37	4mm		
	0,380	0,345	0,315	0,828	30Hz		
	0,393	0,426	-0,455	0,093			
	0,143	0,159	0,175	0,055			
	68,7	78,1	12,0	48,9	44,1	4mm	
	0,072	0,123	0,775	0,223	0,197	35Hz	
	0,929	0,756	0,123	0,567	0,607		
	0,540	0,366	0,059	0,245	0,273		
	119	131	45,4	0,662	87,2	30,0	
	0,007	0,019	0,206	0,023	0,006	0,197	
	1,80	1,40	0,593	1,32	1,88	0,608	
	0,975	0,600	0,263	0,827	0,983	0,274	



Anlamlı Fark (p < 0,05)	Anlamlı Olmayan Fark (p > 0,05)					% Δ	d	1-β
Yüksek Düzey Etki Büyüklüğü (d ≥ 0,8)	d ≥ 0,8	0,8 ≤ d < 0,65	0,65 ≤ d < 0,5	0,5 ≤ d < 0,2	d ≤ 0,2	Yüzde Değişim	Etki Büyüklüğü	Güç

3.3. Vastus Medialis

TVV ana etkisi [$\chi^2(20)=69,3$; $p<0,001$] için küresellik varsayımı oluşmadığından ilgili istatistiksel analizin serbestlik derecesinde düzeltmeler gerçekleştirildi ($\epsilon=0,442$).

3.3.1. Ana Etkiler

Farklı kasılma tiplerinin [$F(1; 17)=8,58$; $p=0,009$; $\eta_p^2=0,335$; güç=0,788] ve farklı TVV uygulamalarının [$F(2,65; 45,1)=12,2$; $p<0,001$; $\eta_p^2=0,418$; güç=0,999] kassal aktivite düzeyi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir ana etkisinin bulunduğu belirlendi. Ancak farklı spor branşlarının kassal aktivite düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir ana etkiye neden olmadığı bulundu [$F(2; 17)=0,200$; $p=0,820$; $\eta_p^2=0,023$; güç=0,076].

3.3.2. Etkileşimler

3.3.2.1. Kasılma $\times$ Branş

Farklı TVV uygulamaları göz önünde bulundurulmadığında, farklı kasılma tipiyle gerçekleştirilen TVV'lerin farklı branş sporcularında istatistiksel olarak farklı kassal aktivite düzeylerine neden olmadığı belirlendi [$F(2; 17)=1,11$; $p=0,353$; $\eta_p^2=0,115$; güç=0,212].

3.3.2.2. TVV $\times$ Branş

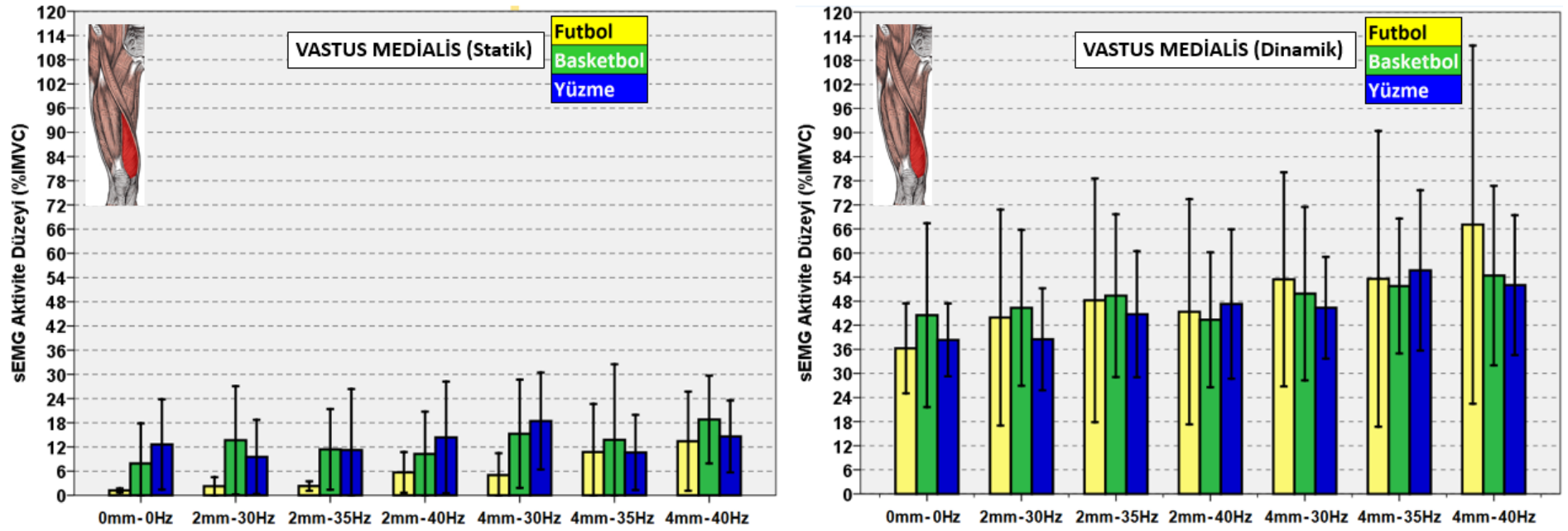
Farklı kasılma tipleri göz önünde bulundurulmadığında, farklı TVV uygulamalarının farklı branş sporcularında istatistiksel olarak farklı kassal aktivite düzeylerine neden olmadığı belirlendi [$F(12; 102)=0,463$; $p=0,932$; $\eta_p^2=0,052$; güç=0,248].

3.3.2.3. Kasılma × Vibrasyon

Farklı spor branşları göz önünde bulundurulmadığında, farklı kasılma tipleriyle gerçekleştirilen farklı TVV uygulamalarının istatistiksel olarak farklı kassal aktivite düzeylerine neden olmadığı belirlendi [$F(6; 102)=1,99$; $p=0,074$; $\eta_p^2=0,105$; güç=0,704].

3.3.2.4. Kasılma × Vibrasyon × Branş

Farklı spor branşlarıyla uğraşan sporcular arasında yukarıda belirtilen Kasılma × Vibrasyon etkileşiminin istatistiksel olarak farklı olduğu belirlendi [$F(12; 102)=2,27$; $p=0,014$; $\eta_p^2=0,211$; güç=0,938].



Şekil 18: Vastus Medialis kasının statik ve dinamik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verdiği kassal aktivasyon cevaplarının farklı spor branşlarındaki görünümü.

Tablo 9: Vastus Medialis kasının statik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verdiği kassal aktivasyon cevaplarının farklı spor branşlarında grup içi karşılaştırması.

		BASKETBOL						
%Δ p d 1-β	0 mm	14,2	28,3	34,0	44,9	49,8	57,3	
	0 Hz	0,228	0,049	0,029	0,007	0,009	0,022	
		0,507	0,933	1,08	1,54	1,44	1,15	
		0,206	0,544	0,666	0,921	0,885	0,719	
FUTBOL	-1,35		12,4	17,4	26,9	31,3	37,9	BASKETBOL
	0,905	2mm	0,180	0,024	0,038	0,005	0,033	
	-0,047	30Hz	0,574	1,14	1,01	1,66	1,04	
	0,051		0,250	0,711	0,609	0,952	0,634	
	21,8	23,4		4,44	12,9	16,8	22,6	
	0,226	0,063	2mm	0,621	0,311	0,008	0,180	
	0,509	0,861	35Hz	0,197	0,418	1,48	0,574	
	0,207	0,481		0,073	0,155	0,600	0,250	
	14,0	15,6	-6,35		8,09	11,9	17,5	
	0,350	0,149	0,432	2mm	0,209	0,140	0,078	
	0,383	0,625	-0,319	40Hz	0,532	0,643	0,804	
	0,138	0,287	0,111		0,222	0,300	0,432	
	10,5	12,0	-9,23	-3,07		3,45	8,65	
	0,422	0,083	0,270	0,589	4mm	0,760	0,270	
	0,326	0,787	-0,459	-0,216	30Hz	0,121	0,459	
	0,113	0,417	0,177	0,077		0,059	0,177	
	24,1	25,7	1,93	8,84	12,3		5,03	
	0,144	0,009	0,704	0,143	0,030	4mm	0,704	
	0,634	1,45	0,150	0,638	1,07	35Hz	0,151	
	0,293	0,600	0,063	0,296	0,658		0,063	
	43,9	45,9	18,2	26,2	30,2	16,0		
	0,029	0,007	0,274	0,121	0,029	0,246	4mm	
	1,08	1,54	0,455	0,682	1,08	0,486	40Hz	
	0,666	0,600	0,175	0,331	0,666	0,193		
		FUTBOL						

		BASKETBOL						
%Δ p d 1-β	0 mm	33,8	2mm	37,9	45,5	47,8	64,5	81,1
	0 Hz	0,011	0,011	0,011	0,017	0,026	0,001	0,001
	1-β	1,62	1,62	1,62	1,43	1,28	2,57	8,11
	1-β	0,507	0,507	0,507	0,798	0,709	0,971	0,971
YÜZME	2mm	33,8	37,9	45,5	47,8	64,5	81,1	101,1
	30Hz	0,011	0,011	0,017	0,026	0,001	0,001	0,001
	30Hz	1,62	1,62	1,43	1,28	2,57	8,11	25,7
	30Hz	0,507	0,507	0,798	0,709	0,971	0,971	0,971
	2mm	45,5	8,77	10,5	10,5	13,0	11,3	10,1
	35Hz	0,017	0,171	0,268	0,268	0,159	0,160	0,304
	35Hz	1,43	0,652	0,139	0,139	0,675	0,674	0,467
	35Hz	0,798	0,256	0,059	0,059	0,270	0,270	0,155
	2mm	47,8	10,5	1,57	1,57	22,5	22,5	22,5
	40Hz	0,026	0,268	0,748	0,748	0,036	0,064	0,064
	40Hz	1,28	0,509	0,139	0,139	1,16	0,968	0,968
	40Hz	0,709	0,175	0,059	0,059	0,926	0,507	0,482
	4mm	64,5	22,9	13,0	11,3	10,1	10,1	10,1
	30Hz	0,001	0,039	0,159	0,160	0,304	0,304	0,304
	30Hz	2,57	1,13	0,675	0,674	0,467	0,467	0,467
	30Hz	0,971	0,605	0,270	0,270	0,155	0,155	0,155
	4mm	81,1	35,4	24,5	22,5	10,1	10,1	10,1
	35Hz	<0,001	0,008	0,036	0,064	0,304	0,304	0,304
	35Hz	2,86	1,76	1,16	0,968	0,467	0,467	0,467
	35Hz	>0,999	0,926	0,507	0,482	0,155	0,155	0,155
	4mm	67,7	25,4	15,3	13,4	1,93	-7,45	-7,45
	40Hz	0,006	0,0502	0,098	0,084	0,827	0,205	0,205
	40Hz	1,84	1,05	0,830	0,879	0,094	-0,594	-0,594
	40Hz	0,945	0,545	0,378	0,415	0,054	0,221	0,221
		YÜZME						

VASTUS MEDIALIS – STATİK BRANŞ İÇİ



Anlamlı Fark (p < 0,05)	Anlamlı Olmayan Fark (p > 0,05)					% Δ	d	1-β
Yüksek Düzey Etki Büyüklüğü (d ≥ 0,8)	d ≥ 0,8	0,8 ≤ d < 0,65	0,65 ≤ d < 0,5	0,5 ≤ d < 0,2	d ≤ 0,2	Yüzde Değişim	Etki Büyüklüğü	Güç

Tablo 10: Vastus Medialis kasının dinamik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verdiği kassal aktivasyon cevaplarının farklı spor branşlarında grup içi karşılaştırması.

		BASKETBOL							
%Δ		6,69	14,9	1,88	14,6	24,2	28,1		
p	0 mm	0,632	0,375	0,892	0,309	0,195	0,214		
d	0 Hz	0,191	0,362	0,054	0,420	0,551	0,525		
1-β		0,071	0,128	0,052	0,156	0,234	0,217		
FUTBOL	11,0		7,72	-4,51	7,39	16,4	20,1	BASKETBOL	
	0,448	2mm	0,086	0,278	0,205	0,081	0,178		
	0,307	30Hz	0,777	-0,451	0,537	0,792	0,577		
	0,106		0,409	0,173	0,225	0,422	0,252		
	18,8	7,04	2mm	-11,4	-0,309	8,10	11,4		
	0,247	0,404	0,002	0,966	0,246	0,377			
	0,485	0,340	35Hz	-1,89	-0,017	0,486	0,361		
	0,192	0,119	0,984	0,050	0,193	0,128			
	10,2	0,720	-7,23	12,4	21,9	25,7			
	0,598	0,930	0,389	2mm	0,159	0,007	0,081		
	0,210	-0,035	-0,351	40Hz	0,608	1,51	0,790		
	0,076	0,051	0,124		0,274	0,911	0,420		
40,2	26,4	18,1	27,3	8,44	11,7				
0,032	0,010	0,155	0,047	4mm	0,355	0,410			
1,05	1,40	0,615	0,940	30Hz	0,379	0,334			
0,600	0,600	0,279	0,550		0,136	0,117			
27,5	14,9	7,34	15,7	-9,045	3,09				
0,207	0,109	0,314	0,079	0,447	4mm	0,753			
0,534	0,712	0,415	0,799	-0,308	35Hz	0,124			
0,223	0,355	0,154	0,428	0,330		0,059			
57,1	41,6	32,3	42,6	12,1	23,2	4mm			
0,140	0,139	0,257	0,122	0,497	0,396	40Hz			
0,643	0,645	0,473	0,681	0,273	0,345				
0,300	0,302	0,185	0,330	0,094	0,121				
		FUTBOL							

VASTUS MEDIALIS – DİNAMİK BRANŞ İÇİ

%Δ p d 1-β	0 mm 0 Hz								
YÜZME	-1,97 0,830 -0,092 0,054	2mm 30Hz							
	13,0 0,320 0,451 0,148	15,3 0,002 2,39 0,971	2mm 35Hz						
	17,6 0,273 0,503 0,171	20,0 0,010 1,65 0,893	4,11 0,226 0,564 0,204	2mm 40Hz					
	20,0 0,027 1,26 0,696	22,4 0,004 2,03 0,974	6,17 0,353 0,418 0,134	1,98 0,825 0,095 0,054	4mm 30Hz				
	40,6 0,011 1,60 0,875	43,5 0,002 2,44 0,996	24,5 0,022 1,34 0,747	19,6 0,103 0,814 0,366	17,2 0,035 1,17 0,634	4mm 35Hz			
	32,0 0,051 1,04 0,537	34,7 0,020 1,38 0,770	16,9 0,134 0,729 0,306	12,3 0,352 0,418 0,134	10,1 0,257 0,522 0,182	-6,10 0,240 -0,544 0,193	4mm 40Hz		



Anlamlı Fark (p < 0,05)	Anlamlı Olmayan Fark (p > 0,05)					% Δ	d	1-β
Yüksek Düzey Etki Büyüklüğü (d ≥ 0,8)	d ≥ 0,8	0,8 ≤ d < 0,65	0,65 ≤ d < 0,5	0,5 ≤ d < 0,2	d ≤ 0,2	Yüzde Değişim	Etki Büyüklüğü	Güç

3.4. Rectus Femoris

TVV ana etkisi [$\chi^2(20)=58,2$; $p<0,001$] için küresellik varsayımı oluşmadığından ilgili istatistiksel analizin serbestlik derecesinde düzeltmeler gerçekleştirildi ($\varepsilon=0,502$).

3.4.1. Ana Etkiler

Farklı kasılma tiplerinin [$F(1; 17)=3,65$; $p=0,073$; $\eta_p^2=0,177$; güç=0,437] ve farklı spor branşlarının [$F(2; 17)=0,766$; $p=0,480$; $\eta_p^2=0,083$; güç=0,159] kassal aktivite düzeyi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir ana etkisinin bulunmadığı belirlendi. Ancak farklı TVV uygulamalarının kassal aktivite düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir ana etkiye neden olduğu bulundu [$F(3,01; 51,2)=6,42$; $p<0,001$; $\eta_p^2=0,274$; güç=0,999].

3.4.2. Etkileşimler

3.4.2.1. Kasılma $\times$ Branş

Farklı TVV uygulamaları göz önünde bulundurulmadığında, farklı kasılma tipiyle gerçekleştirilen TVV'lerin farklı branş sporcularında istatistiksel olarak farklı kassal aktivite düzeylerine neden olmadığı belirlendi [$F(2; 17)=1,37$; $p=0,281$; $\eta_p^2=0,139$; güç=0,254].

3.4.2.2. TVV $\times$ Branş

Farklı kasılma tipleri göz önünde bulundurulmadığında, farklı TVV uygulamalarının farklı branş sporcularında istatistiksel olarak farklı kassal aktivite

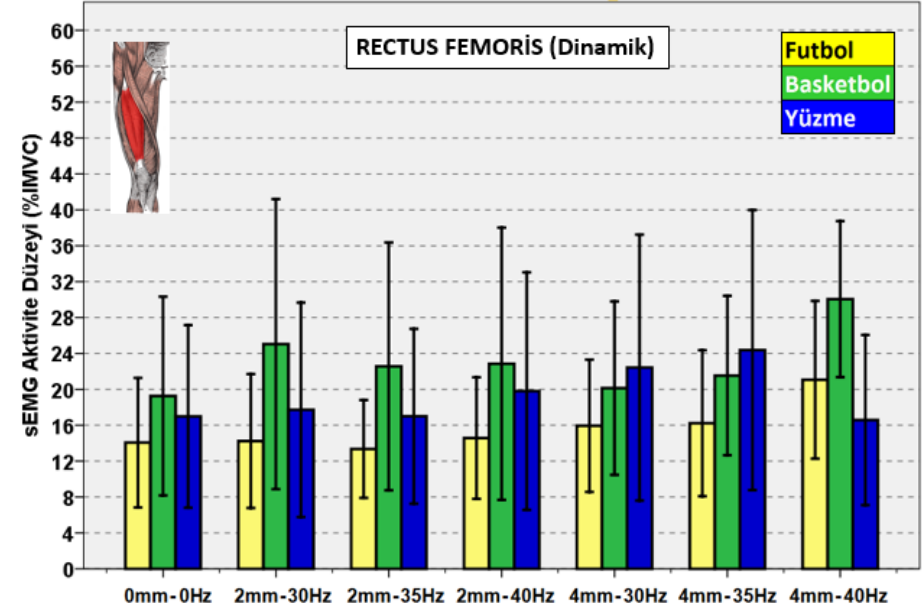
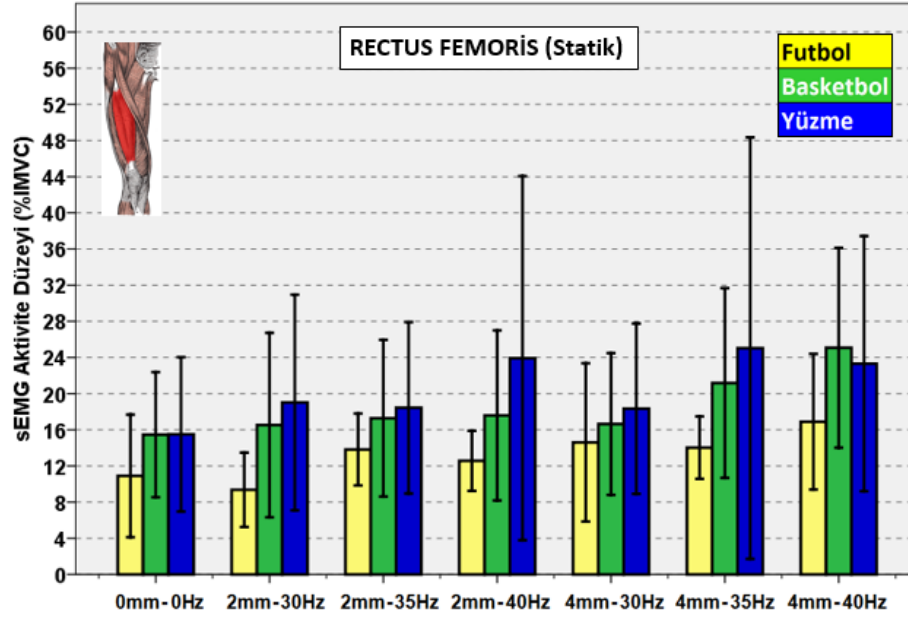
düzeylerine neden olmadığı belirlendi [$F(12; 102)=1,14$; $p=0,335$; $\eta_p^2=0,118$; güç=0,620].

3.4.2.3. Kasılma $\times$ Vibrasyon

Farklı spor branşları göz önünde bulundurulmadığında, farklı kasılma tipleriyle gerçekleştirilen farklı TVV uygulamalarının istatistiksel olarak farklı kassal aktivite düzeylerine neden olmadığı belirlendi [$F(6; 102)=1,28$; $p=0,274$; $\eta_p^2=0,070$; güç=0,482].

3.4.2.4. Kasılma $\times$ Vibrasyon $\times$ Branş

Farklı spor branşlarıyla uğraşan sporcular arasında yukarıda belirtilen Kasılma $\times$ Vibrasyon etkileşiminin istatistiksel olarak farklı olmadığı belirlendi [$F(12; 102)=1,02$; $p=0,434$; $\eta_p^2=0,107$; güç=0,559].



Şekil 18: Rectus Femoris kasının statik ve dinamik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verdiği kassal aktivasyon cevaplarının farklı spor branşlarındaki görünümü.

Tablo 11: Rectus Femoris kasının statik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verdiği kassal aktivasyon cevaplarının farklı spor branşlarında grup içi karşılaştırması.

RECTUS FEMORIS – STATİK

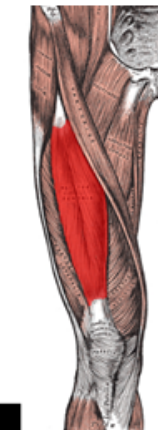
BRANŞ İÇİ

		BASKETBOL							
%Δ	p	d	1-β						
FUTBOL	0 mm	0 Hz	1-β	-1,75	8,14	9,58	6,36	33,1	65,4
				0,913	0,651	0,639	0,701	0,082	0,015
				-0,043	0,180	0,186	0,152	0,788	1,27
				0,051	0,069	0,070	0,063	0,418	0,801
	2mm	30Hz	-5,29	10,1	11,5	8,26	35,5	68,4	
			0,744	0,415	0,342	0,389	0,027	0,029	
			-0,129	0,331	0,390	0,351	1,10	1,08	
			0,060	0,115	0,141	0,124	0,680	0,665	
	4mm	40Hz	43,0	51,0	1,33	-1,65	23,1	53,0	
			0,099	0,023	0,846	0,860	0,008	0,020	
			0,736	1,15	0,077	-0,070	1,48	1,19	
			0,374	0,718	0,053	0,053	0,901	0,745	
6mm	40Hz	31,4	38,7	-8,18	-2,94	21,5	51,0		
		0,288	0,065	0,703	0,703	0,027	0,019		
		0,441	0,853	-0,151	-0,151	1,10	1,20		
		0,167	0,474	0,063	0,063	0,680	0,754		
8mm	30Hz	41,1	48,9	-1,13	7,34	25,2	55,6		
		0,251	0,097	0,745	0,745	0,030	0,010		
		0,480	0,743	-0,040	0,129	1,07	1,41		
		0,190	0,380	0,051	0,060	0,660	0,872		
10mm	35Hz	47,3	55,6	2,97	12,2	4,47	24,2		
		0,129	0,022	0,846	0,488	0,864	0,095		
		0,664	1,16	0,077	0,279	0,068	0,747		
		0,316	0,726	0,053	0,096	0,053	0,384		
12mm	40Hz	67,9	77,4	17,4	27,9	19,1	14,0		
		0,111	0,032	0,400	0,349	0,501	0,293		
		0,707	1,05	0,343	0,384	0,270	0,435		
		0,351	0,642	0,120	0,138	0,093	0,164		

		YÜZME							
%Δ	p	d	1-β						
YÜZME	0 mm	0 Hz	1-β	18,6	2mm	30Hz	25,4	5,61	2mm
				0,224	0,566	0,205	0,179	0,678	35Hz
				0,638	0,180	0,247	0,638	0,180	35Hz
				33,0	12,1	6,11	2mm	0,793	2mm
	2mm	30Hz	0,169	0,444	0,113	40Hz	0,113	40Hz	
			0,656	0,339	0,056	40Hz	0,056	40Hz	
			21,9	2,69	-2,77	-8,37	4mm	4mm	
			0,006	0,792	0,830	0,621	30Hz	30Hz	
	4mm	30Hz	1,86	0,113	-0,093	-0,215	30Hz	30Hz	
			0,950	0,056	0,054	0,072	30Hz	30Hz	
			42,8	20,3	13,9	7,36	17,1	4mm	
			0,167	0,274	0,579	0,506	0,445	4mm	
6mm	35Hz	0,660	0,501	0,242	0,292	0,339	35Hz		
		0,261	0,171	0,078	0,091	0,105	35Hz		
		42,2	19,8	13,4	0,067	16,6	-0,419		
		0,008	0,189	0,517	0,648	0,150	0,983		
8mm	40Hz	1,76	0,620	0,284	0,198	0,693	-0,009		
		0,926	0,236	0,088	0,068	0,282	0,050		

FUTBOL

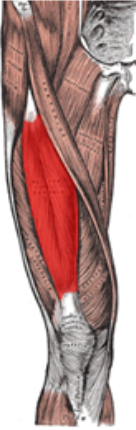
YÜZME



Anlamlı Fark (p < 0,05)	Anlamlı Olmayan Fark (p > 0,05)					% Δ	d	1-β
Yüksek Düzey Etki Büyüklüğü (d ≥ 0,8)	d ≥ 0,8	0,8 ≤ d < 0,65	0,65 ≤ d < 0,5	0,5 ≤ d < 0,2	d ≤ 0,2	Yüzde Değişim	Etki Büyüklüğü	Güç

Tablo 12: Rectus Femoris kasının dinamik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verdiği kassal aktivasyon cevaplarının farklı spor branşlarında grup içi karşılaştırması.

BASKETBOL									
%Δ	p	d	1-β	0 mm	2mm	30Hz	2mm	35Hz	2mm
0 Hz	0,208	0,417	0,504	0,580	0,353	0,031	0,031	0,031	0,031
0 Hz	0,533	0,330	0,268	0,221	0,381	1,063	1,063	1,063	1,063
1-β	0,222	0,115	0,093	0,079	0,137	0,065	0,065	0,065	0,065
FUTBOL	1,09	0,960	0,020	0,050	2mm	30Hz	2mm	35Hz	2mm
	-2,04	0,916	-0,041	0,051	-3,08	0,780	-0,110	0,571	2mm
	7,02	0,680	0,164	0,066	5,85	0,445	0,309	0,107	2mm
	16,5	0,143	0,636	0,295	15,3	0,327	0,404	0,148	4mm
	15,7	0,248	0,483	0,191	14,6	0,351	0,382	0,137	4mm
	55,0	0,061	0,868	0,487	53,3	0,152	0,619	0,282	4mm
	58,2	0,131	0,661	0,314	54,8	0,119	0,687	0,334	4mm
	44,8	0,119	0,687	0,223	44,8	0,296	0,535	0,223	4mm
	33,0	0,296	0,535	0,223	33,0	0,296	0,535	0,223	4mm
	33,9	0,264	0,465	0,181	33,9	0,264	0,465	0,181	4mm
FUTBOL									
RECTUS FEMORIS – DİNAMİK BRANŞ İÇİ									
%Δ	p	d	1-β	0 mm	2mm	30Hz	2mm	35Hz	2mm
0 Hz	0,199	0,996	0,002	0,500	2mm	30Hz	2mm	35Hz	2mm
1-β	0,199	0,996	0,002	0,500	2mm	30Hz	2mm	35Hz	2mm
YÜZME	-1,77	0,938	-0,033	0,050	-1,89	0,852	-0,080	0,053	2mm
	12,3	0,674	0,182	0,066	12,2	0,093	0,848	0,391	2mm
	26,0	0,355	0,416	0,133	25,9	0,001	3,190	1,000	4mm
	38,5	0,169	0,657	0,260	38,4	0,007	1,81	0,940	4mm
	-1,92	0,933	-0,036	0,050	-2,04	0,832	-0,091	0,054	4mm
	0,933	0,832	0,981	0,193	0,981	0,981	0,981	0,193	4mm
	-0,036	-0,091	-0,010	-0,614	-1,090	-1,090	-1,090	-0,995	4mm
	0,050	0,054	0,050	0,233	0,575	0,575	0,575	0,503	4mm
	0,050	0,054	0,050	0,233	0,575	0,575	0,575	0,503	4mm
	0,050	0,054	0,050	0,233	0,575	0,575	0,575	0,503	4mm
YÜZME									



Anlamlı Fark (p < 0,05)	Anlamlı Olmayan Fark (p > 0,05)				% Δ	d	1-β
Yüksek Düzey Etki Büyüklüğü (d ≥ 0,8)	d ≥ 0,8	0,8 ≤ d < 0,65	0,65 ≤ d < 0,5	0,5 ≤ d < 0,2	d ≤ 0,2	Yüzde Değişim	Etki Büyüklüğü

3.5. Vastus Lateralis

TVV ana etkisi [$\chi^2(20)=42,2$; $p=0,003$] için küresellik varsayımı oluşmadığından ilgili istatistiksel analizin serbestlik derecesinde düzeltmeler gerçekleştirildi ($\epsilon=0,578$).

3.5.1. Ana Etkiler

Farklı kasılma tiplerinin [$F(1; 17)=14,1$; $p=0,002$; $\eta_p^2=0,454$; güç=0,943], farklı spor branşlarının [$F(2; 17)=3,71$; $p=0,046$; $\eta_p^2=0,304$; güç=0,599] ve farklı TVV uygulamalarının [$F(3,47; 58,9)=6,84$; $p<0,001$; $\eta_p^2=0,287$; güç=0,999] kassal aktivite düzeyi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir ana etkisinin bulunduğu belirlendi.

3.5.2. Etkileşimler

3.5.2.1. Kasılma $\times$ Branş

Farklı TVV uygulamaları göz önünde bulundurulmadığında, farklı kasılma tipiyle gerçekleştirilen TVV'lerin farklı branş sporcularında istatistiksel olarak farklı kassal aktivite düzeylerine neden olmadığı belirlendi [$F(2; 17)=0,761$; $p=0,482$; $\eta_p^2=0,082$; güç=0,158].

3.5.2.2. TVV $\times$ Branş

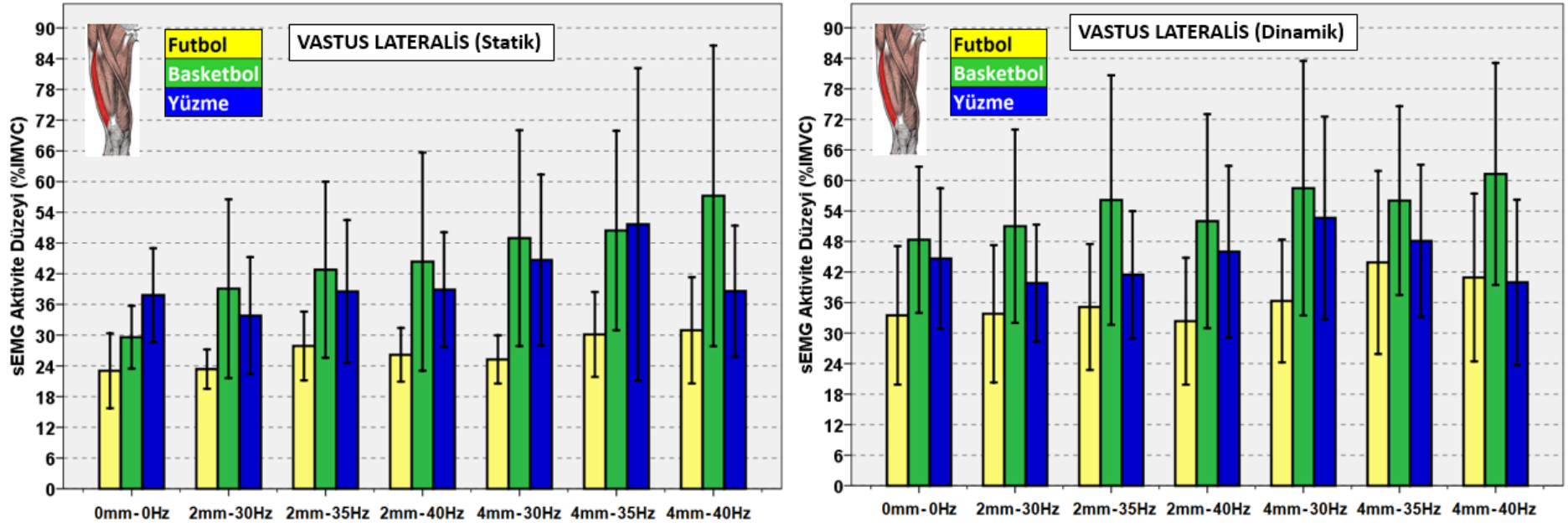
Farklı kasılma tipleri göz önünde bulundurulmadığında, farklı TVV uygulamalarının farklı branş sporcularında istatistiksel olarak farklı kassal aktivite düzeylerine neden olduğu belirlendi [$F(12; 102)=2,04$; $p=0,028$; $\eta_p^2=0,193$; güç=0,905].

3.5.2.3. Kasılma × Vibrasyon

Farklı spor branşları göz önünde bulundurulmadığında, farklı kasılma tipleriyle gerçekleştirilen farklı TVV uygulamalarının istatistiksel olarak farklı kassal aktivite düzeylerine neden olduğu belirlendi [$F(6; 102)=2,33$; $p=0,037$; $\eta_p^2=0,121$; güç=0,784].

3.5.2.4. Kasılma × Vibrasyon × Branş

Farklı spor branşlarıyla uğraşan sporcular arasında yukarıda belirtilen Kasılma × Vibrasyon etkileşiminin istatistiksel olarak farklı olmadığı belirlendi [$F(12; 102)=0,868$; $p=0,581$; $\eta_p^2=0,093$; güç=0,476].



Şekil 19: Vastus Lateralis kasının statik ve dinamik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verdiği kassal aktivasyon cevaplarının farklı spor branşlarındaki görünümü.

Tablo 13: Vastus Lateralis kasının statik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verdiği kassal aktivasyon cevaplarının farklı spor branşlarında grup içi karşılaştırması.

		BASKETBOL										
%Δ p d 1-β		0 mm	25,9	39,1	41,2	57,8	63,7	78,4	BASKETBOL			
		0 Hz	0,134	0,028	0,052	0,018	0,008	0,017				
			0,655	1,08	0,916	1,21	1,48	1,24				
			0,310	0,669	0,529	0,762	0,900	0,779				
FUTBOL	5,35	2mm	10,5	12,1	25,4	30,0	41,8					
	0,513		0,112	0,056	0,001	0,010	0,003					
	0,263	30Hz	0,705	0,892	2,13	1,41	1,76					
	0,091		0,350	0,510	1,000	0,872	0,970					
	23,6	17,4	2mm	1,43	13,4	17,6	28,3					
	0,054	0,027		0,828	0,101	0,076	0,069					
	0,905	1,09	35Hz	0,086	0,733	0,811	0,837					
	0,520	0,673		0,054	0,372	0,438	0,460					
	16,9	11,0	-5,46	2mm	11,9	16,0	26,5					
	0,075	0,019	0,153		0,054	0,049	0,019					
	0,813	1,20	-0,618	40Hz	0,905	0,923	1,20					
	0,440	0,754	0,281		0,520	0,535	0,754					
	13,2	7,51	-8,41	4mm	3,71	13,1						
	0,183	0,051	0,042		0,682	0,124						
	0,569	0,923	-0,977	30Hz	0,163	0,676						
	0,246	0,535	0,581		0,066	0,326						
	32,6	25,8	7,19	13,4	17,0	9,04						
	0,028	0,019	0,011	0,040	0,024	4mm	0,334					
	1,08	1,21	1,36	0,985	1,14	35Hz	0,397					
	0,665	0,760	0,848	0,588	0,711		0,145					
	33,8	27,0	8,22	14,5	18,2	0,968						
	0,017	0,035	0,167	0,091	0,064	0,832	4mm					
	1,24	1,03	0,594	0,761	0,858	0,084	40Hz					
	0,780	0,625	0,264	0,395	0,478	0,054						
		FUTBOL										

		YÜZME										
%Δ p d 1-β		0 mm	-12,5	2mm	13,3	2mm	13,3	2mm	VASTUS LATERALIS – STATİK BRANŞ İÇİ			
		0 Hz	0,135	30Hz	0,415	35Hz	0,362	40Hz				
			-0,727		0,362		0,113					
			0,305		0,113							
YÜZME	1,39	15,9	2,26	2mm	0,715	40Hz						
	0,818	0,269	0,715									
	0,099	0,507	0,158	4mm								
	0,055	0,174	0,062									
	14,6	30,9	15,6	13,0	4mm							
	0,220	0,149	0,017	0,064	30Hz							
	0,572	0,696	1,43	0,969								
	0,208	0,284	0,798	0,483								
	0,210	41,1	24,5	21,7	7,76	4mm						
	0,229	0,047	0,272	0,258	0,718	35Hz						
	0,559	1,07	0,504	0,521	0,156							
	0,201	0,560	0,173	0,181	0,061							
	-0,262	14,0	0,653	-1,63	-12,9	-19,2	4mm					
	0,970	0,014	0,962	0,879	0,388	0,101	40Hz					
	-0,016	1,52	0,020	-0,065	-0,386	-0,820						
	0,050	0,842	0,050	0,052	0,121	0,371						
		YÜZME										

Anlamlı Fark (p < 0,05)	Anlamlı Olmayan Fark (p > 0,05)					%Δ	d	1-β
Yüksek Düzey Etki Büyüklüğü (d ≥ 0,8)	d ≥ 0,8	0,8 ≤ d < 0,65	0,65 ≤ d < 0,5	0,5 ≤ d < 0,2	d ≤ 0,2	Yüzde Değişim	Etki Büyüklüğü	Güç

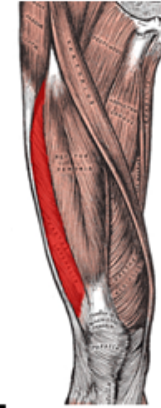
Tablo 14: Vastus Lateralis kasının dinamik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verdiği kassal aktivasyon cevaplarının farklı spor branşlarında grup içi karşılaştırması.

		BASKETBOL						
%Δ p d 1-β	0 mm	23,0	11,9	4,83	17,0	15,8	26,5	
	0 Hz	0,458	0,409	0,679	0,268	0,314	0,106	
		0,300	0,336	0,165	0,461	0,415	0,718	
		0,103	0,117	0,066	0,178	0,154	0,360	
FUTBOL	1,62	2mm	-9,07	-14,8	-4,91	-5,88	2,79	BASKETBOL
	0,878		0,576	0,386	0,767	0,774	0,891	
	0,061		-0,223	-0,353	-0,117	-0,114	0,054	
	0,052		0,079	0,124	0,058	0,057	0,052	
	7,14	5,42	2mm	-6,29	4,58	3,51	13,1	
	0,513	0,475		0,205	0,624	0,752	0,305	
	0,262	0,288		-0,537	0,195	0,125	0,424	
	0,091	0,100		0,225	0,072	0,060	0,158	
	-1,83	-3,40	-8,38	2mm	11,6	10,5	20,6	
	0,878	0,516	0,113		0,127	0,240	0,089	
	-0,060	-0,261	-0,701		0,669	0,493	0,776	
	0,052	0,090	0,346		0,320	0,197	0,040	
	11,1	9,29	3,67	13,1	4mm	-1,02	8,09	
	0,319	0,084	0,658	0,114		0,917	0,442	
	0,413	0,781	0,176	0,699		-0,041	0,311	
	0,153	0,412	0,068	0,344		0,051	0,107	
	28,9	26,9	20,3	31,3	16,1	4mm	9,21	
	0,118	0,014	0,109	0,029	0,076		0,198	
	0,689	1,29	0,711	1,08	0,081		0,548	
	0,336	0,812	0,354	0,662	0,435		0,232	
	22,4	20,4	14,2	24,6	10,2	-5,09	4mm	
	0,150	0,104	0,095	0,053	0,362	0,599		
	0,623	0,724	0,748	0,909	0,373	-0,219		
	0,285	0,364	0,384	0,523	0,133	0,078		
		FUTBOL						

VASTUS LATERALIS – BRANŞ İÇİ

%Δ p d 1-β	0 mm 0 Hz							
YÜZME	-11,0 0,238 -0,547 0,195	2mm 30Hz						
	-7,79 0,433 -0,348 0,108	3,69 0,225 0,566 0,205	2mm 35Hz					
	-0,452 0,972 -0,015 0,050	12,0 0,082 0,885 0,420	7,96 0,189 0,621 0,237	2mm 40Hz				
	14,8 0,325 0,445 0,145	29,0 0,015 1,48 0,823	24,5 0,063 0,971 0,485	15,4 0,115 0,779 0,341	4mm 30Hz			
	6,82 0,626 0,212 0,071	20,1 0,041 1,12 0,597	15,8 0,058 1,00 0,507	7,30 0,495 0,300 0,093	-6,97 0,588 -0,236 0,076	4mm 35Hz		
	-13,8 0,148 -0,699 0,286	-3,05 0,814 -0,101 0,055	-6,51 0,615 -0,219 0,073	-13,4 0,326 -0,445 0,145	-24,9 0,116 -0,775 0,338	-19,3 0,250 -0,531 0,186	4mm 40Hz	
	YÜZME							

VASTUS LATERALIS – DİNAMİK BRANŞ İÇİ



Anlamlı Fark (p < 0,05)	Anlamlı Olmayan Fark (p > 0,05)				% Δ	d	1-β
Yüksek Düzey Etki Büyüklüğü (d ≥ 0,8)	d ≥ 0,8	0,8 ≤ d < 0,65	0,65 ≤ d < 0,5	0,5 ≤ d < 0,2	d ≤ 0,2	Yüzde Değişim	Etki Büyüklüğü

3.6. Biceps Femoris

Kasılma $\times$ TVV etkileşimi [$\chi^2(20)=32,0$; $p=0,048$] için küresellik varsayımı oluşmadığından ilgili istatistiksel analizin serbestlik derecesinde düzeltmeler gerçekleştirildi ($\epsilon=0,621$).

3.6.1. Ana Etkiler

Farklı kasılma tiplerinin [$F(1; 17)=7,56$; $p=0,014$; $\eta_p^2=0,308$; güç=0,736] ve farklı TVV uygulamalarının [$F(6; 102)=17,7$; $p<0,001$; $\eta_p^2=0,510$; güç=1.000] kassal aktivite düzeyi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir ana etkisinin bulunduğu belirlendi. Ancak farklı spor branşlarının kassal aktivite düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir ana etkiye neden olmadığı bulundu [$F(2; 17)=0,495$; $p=0,618$; $\eta_p^2=0,055$; güç=0,118].

3.6.2. Etkileşimler

3.6.2.1. Kasılma $\times$ Branş

Farklı TVV uygulamaları göz önünde bulundurulmadığında, farklı kasılma tipiyle gerçekleştirilen TVV'lerin farklı branş sporcularında istatistiksel olarak farklı kassal aktivite düzeylerine neden olmadığı belirlendi [$F(2; 17)=0,752$; $p=0,486$; $\eta_p^2=0,081$; güç=0,157].

3.6.2.2. TVV $\times$ Branş

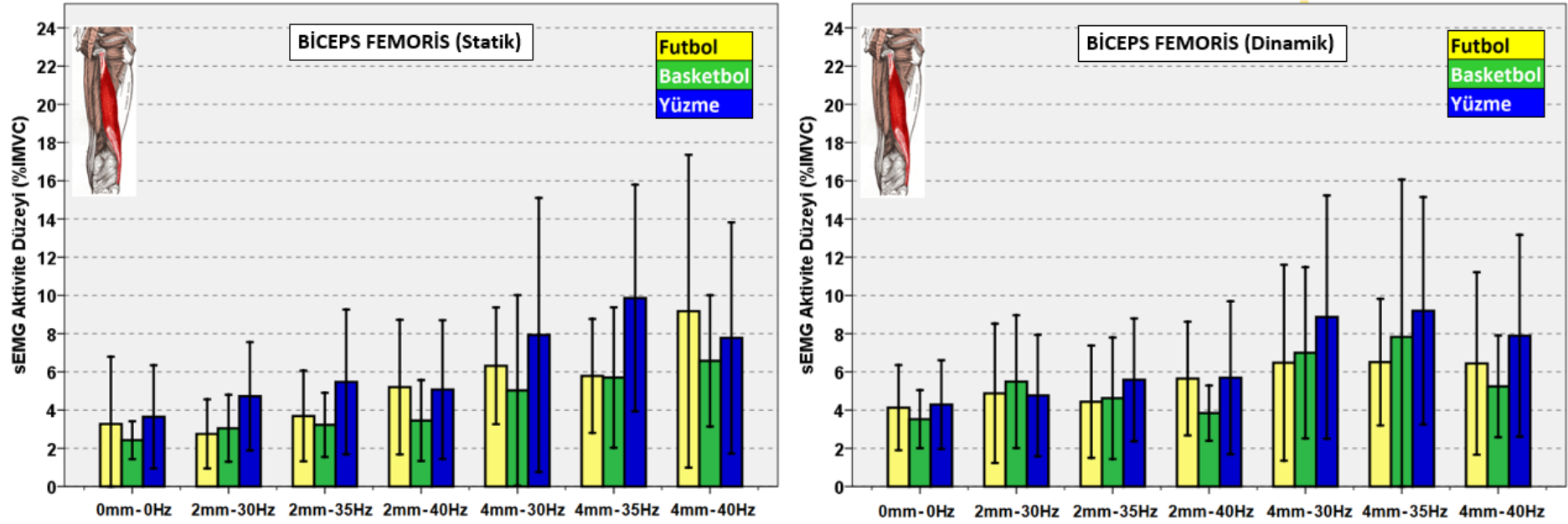
Farklı kasılma tipleri göz önünde bulundurulmadığında, farklı TVV uygulamalarının farklı branş sporcularında istatistiksel olarak farklı kassal aktivite düzeylerine neden olduğu belirlendi [$F(12; 102)=0,811$; $p=0,639$; $\eta_p^2=0,087$; güç=0,444].

3.6.2.3. Kasılma × Vibrasyon

Farklı spor branşları göz önünde bulundurulmadığında, farklı kasılma tipleriyle gerçekleştirilen farklı TVV uygulamalarının istatistiksel olarak farklı kassal aktivite düzeylerine neden olduğu belirlendi [$F(3,72; 63,3)=1,47$; $p=0,225$; $\eta_p^2=0,079$; güç=0,414].

3.6.2.4. Kasılma × Vibrasyon × Branş

Farklı spor branşlarıyla uğraşan sporcular arasında yukarıda belirtilen Kasılma × Vibrasyon etkileşiminin istatistiksel olarak farklı olmadığı belirlendi [$F(12; 102)=0,572$; $p=0,860$; $\eta_p^2=0,063$; güç=0,308].



Şekil 20: Biceps Femoris kasının statik ve dinamik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verdiği kassal aktivasyon cevaplarının farklı spor branşlarındaki görünümü.

Tablo 15: Biceps Femoris kasının statik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verdiği kassal aktivasyon cevaplarının farklı spor branşlarında grup içi karşılaştırması.

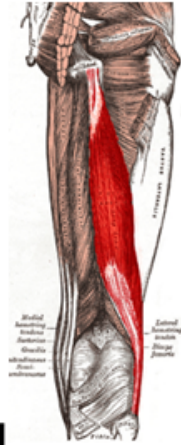
		BASKETBOL								
%Δ	p	0 mm	20,1	27,4	29,8	65,9	105	162	FUTBOL	BASKETBOL
d	0 Hz	0,117	0,175	0,190	0,048	0,012	<0,001			
1-β	0,691	0,581	0,558	0,935	1,36	4,67				
	0,338	0,255	0,239	0,545	0,848	1,000				
	2mm	6,09	8,18	38,3	70,7	118			FUTBOL	BASKETBOL
	30Hz	0,882	0,613	0,500	0,029	0,036	<0,001			
	-0,059	0,202	0,271	1,08	1,02	3,17				
	0,052	0,074	0,093	0,665	0,617	1,000				
	2mm	28,9	38,0	1,97	30,3	60,8	106		FUTBOL	BASKETBOL
	35Hz	0,570	0,353	0,687	0,196	0,048	0,004			
	0,227	0,380	0,160	0,549	0,938	1,75				
	0,080	0,136	0,065	0,233	0,548	0,968				
	2mm	75,1	87,6	35,8	27,8	57,8	102		FUTBOL	BASKETBOL
	40Hz	0,015	0,167	0,440	0,164	0,058	0,005			
	1,27	0,594	0,312	0,559	0,883	1,61				
	0,798	0,264	0,108	0,240	0,500	0,941				
	4mm	128	144	77,0	30,3	23,5	57,9		FUTBOL	BASKETBOL
	30Hz	0,052	0,029	0,065	0,483	0,420	0,037			
	0,912	1,08	0,852	0,282	0,327	1,013				
	0,525	0,665	0,473	0,097	0,114	0,611				
	4mm	110	125	62,9	19,8	-56,6	28,0		FUTBOL	BASKETBOL
	35Hz	0,043	0,079	0,039	0,544	0,708	0,283			
	0,967	0,800	0,998	0,243	-0,149	0,446				
	0,573	0,428	0,599	0,085	0,063	0,170				
	4mm	175	194	113	56,5	20,1	30,5		FUTBOL	BASKETBOL
	40Hz	0,010	0,053	0,041	0,123	0,549	0,241			
	1,39	0,910	0,982	0,679	0,240	0,492				
	0,863	0,524	0,585	0,328	0,084	1,196				

		BİCEPS FEMORIS – STATİK BRANŞ İÇİ								
%Δ	p	0 mm	39,5	0,006	2mm				YÜZME	BASKETBOL
d	0 Hz	1,89	0,006	0,006	30Hz					
1-β	0,954	0,006	0,006	0,006	30Hz					
	2mm	50,2	7,70	0,070	0,615	2mm			YÜZME	BASKETBOL
	35Hz	0,938	0,219	0,459	0,073	35Hz				
	0,003	0,833	-6,38	0,003	0,939	0,749	2mm			
	2,25	0,033	-0,138	0,990	0,050	0,059	40Hz			
	4mm	103	45,4	0,300	44,2	4mm			YÜZME	BASKETBOL
	30Hz	0,003	0,033	0,100	0,081	30Hz				
	2,17	1,19	0,823	0,986	0,648	0,373	0,422			
	0,986	0,648	0,373	0,422	0,373	0,422				
	4mm	177	99,4	85,2	97,8	37,2	4mm		YÜZME	BASKETBOL
	35Hz	0,004	0,031	0,140	0,013	0,321	35Hz			
	2,06	1,22	0,715	1,55	0,450					
	0,977	0,669	0,297	0,855	0,147					
	4mm	109	49,5	38,8	48,3	2,79	-25,0	4mm	YÜZME	BASKETBOL
	40Hz	<0,001	0,015	0,152	0,006	0,859	0,200	40Hz		
	4,72	1,49	0,690	1,85	0,076	-0,602				
	1,000	0,828	0,280	0,947	0,053	0,225				



Anlamlı Fark (p < 0,05)	Anlamlı Olmayan Fark (p > 0,05)					% Δ	d	1-β
Yüksek Düzey Etki Büyüklüğü (d ≥ 0,8)	d ≥ 0,8	0,8 ≤ d < 0,65	0,65 ≤ d < 0,5	0,5 ≤ d < 0,2	d ≤ 0,2	Yüzde Değişim	Etki Büyüklüğü	Güç

Tablo 16: Biceps Femoris kasının dinamik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verdiği kassal aktivasyon cevaplarının farklı spor branşlarında grup içi karşılaştırması.

BASKETBOL								
%Δ p d 1-β	0 mm 0 Hz	49,3 0,101 0,732 0,371	24,5 0,312 0,418 0,155	12,4 0,356 0,378 0,136	87,2 0,089 0,765 0,400	88,5 0,118 0,689 0,336	44,6 0,003 1,860 0,981	
FUTBOL	2,03 0,951 0,024 0,050	2mm 30Hz	-16,6 0,525 -0,255 0,088	-24,7 0,164 -0,600 0,268	25,2 0,220 0,518 0,213	26,2 0,289 0,439 0,166	-3,11 0,909 -0,045 0,051	
	1,38 0,958 0,021 0,050	2mm 35Hz	-0,643 0,967 -0,016 0,050	-9,79 0,573 -0,225 0,080	50,2 0,206 0,537 0,225	51,3 0,384 0,355 0,125	16,2 0,502 0,270 0,093	
	38,4 0,112 0,703 0,347	2mm 40Hz	35,7 0,208 0,533 0,222	36,6 0,212 0,527 0,218	66,5 0,065 0,851 0,472	67,7 0,166 0,596 0,265	28,8 0,100 0,735 0,374	
	48,3 0,056 0,892 0,508	4mm 30Hz	45,4 0,148 0,627 0,288	47,0 0,079 0,798 0,427	7,10 0,552 0,238 0,083	0,704 0,981 0,010 0,050	-22,7 0,489 -0,278 0,096	
	57,6 0,052 0,912 0,525	4mm 35Hz	54,5 0,139 0,645 0,302	55,4 0,040 0,988 0,590	13,8 0,549 0,240 0,084	6,27 0,738 0,133 0,060	-23,2 0,533 -0,250 0,087	
	45,2 0,180 0,574 0,250	4mm 40Hz	42,3 0,343 0,389 0,141	43,2 0,195 0,551 0,234	4,84 0,863 0,068 0,053	-2,11 0,923 -0,038 0,051	-7,87 0,540 -0,246 0,086	
	FUTBOL							
	BASKETBOL							
	BİCEPS FEMORIS – DİNAMİK BRANŞ İÇİ							
	%Δ p d 1-β	0 mm 0 Hz	4,05 0,709 0,161 0,062	2mm 30Hz	26,4 0,085 0,876 0,412	21,4 0,066 0,957 0,474	2mm 35Hz	22,5 0,096 0,834 0,381
YÜZME	84,6 0,012 1,580 0,867	77,4 0,002 2,420 1,000	46,1 0,003 2,260 1,000	50,5 0,014 1,510 0,837	4mm 30Hz	100 0,041 1,120 0,597	92,3 0,049 1,050 0,540	
	72,8 0,007 1,790 0,933	66,2 0,003 2,170 0,990	36,8 0,084 0,877 0,413	41,1 0,011 1,610 0,879	4mm 40Hz	-6,36 0,723 -0,153 0,061	-13,7 0,664 -0,188 0,067	
	YÜZME							
	BİCEPS FEMORIS – DİNAMİK BRANŞ İÇİ							
								
	Anlamlı Fark (p < 0,05)							
	Anlamlı Olmayan Fark (p > 0,05)							
	%Δ							
	d							
	1-β							
Yüksek Düzey Etki Büyüklüğü (d ≥ 0,8)								
d ≥ 0,8								
0,8 ≤ d < 0,65								
0,65 ≤ d < 0,5								
0,5 ≤ d < 0,2								
d ≤ 0,2								
Yüzde Değişim								
Etki Büyüklüğü								
Güç								

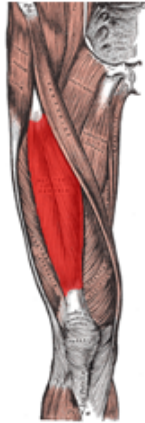
Tablo 17: Tibialis Anterior ve Gastrocnemius Medialis kaslarına ait statik ve dinamik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verilen kassal aktivasyon cevaplarının branşlar arasında karşılaştırımı.



		FUTBOL – BASKETBOL				FUTBOL – YÜZME				BASKETBOL – YÜZME			
		%Δ	p	d	1-β	%Δ	p	d	1-β	%Δ	p	d	1-β
TIBIALIS ANTERIOR STATİK	0mm-0Hz	-69,7	0,059	-1,12	0,139	-86,1	0,005	-2,30	0,976	-54,3	0,280	-0,588	0,162
	2mm-30Hz	-74,8	0,043	-1,19	0,537	-68,0	0,081	-1,10	0,474	27,1	0,751	0,169	0,059
	2mm-35Hz	-72,9	0,013	-1,56	0,765	-54,6	0,267	-0,679	0,216	67,8	0,474	0,384	0,097
	2mm-40Hz	-32,8	0,492	-0,355	0,094	-47,2	0,339	-0,517	0,145	-21,3	0,736	-0,179	0,060
	4mm-30Hz	-64,1	0,123	-0,830	0,298	-76,6	0,027	-1,32	0,624	-34,7	0,533	-0,333	0,085
	4mm-35Hz	-24,1	0,635	0,106	0,054	-15,6	0,777	-0,150	0,058	11,2	0,846	0,103	0,053
	4mm-40Hz	-39,7	0,237	0,335	0,090	-15,6	0,731	-0,182	0,061	39,9	0,427	0,427	0,108
TIBIALIS ANTERIOR DİNAMİK	0mm-0Hz	-43,7	0,358	-0,479	0,131	-63,2	0,089	-0,946	0,370	-34,6	0,305	-0,534	0,142
	2mm-30Hz	-17,4	0,750	-0,163	0,059	-21,0	0,696	-0,208	0,065	-4,3	0,947	-0,035	0,050
	2mm-35Hz	-20,0	0,764	-0,154	0,058	-26,6	0,621	-0,263	0,074	-8,3	0,886	-0,076	0,052
	2mm-40Hz	-14,0	0,787	-0,139	0,057	-4,8	0,925	-0,050	0,051	10,6	0,865	0,090	0,053
	4mm-30Hz	-0,4	0,994	-0,004	0,050	17,0	0,788	0,143	0,057	17,5	0,809	0,128	0,055
	4mm-35Hz	-31,5	0,482	-0,363	0,096	-9,2	0,851	-0,100	0,053	32,6	0,571	0,303	0,079
	4mm-40Hz	-48,4	0,299	-0,544	0,155	-42,0	0,374	-0,479	0,131	12,5	0,803	0,132	0,055
GASRTOCNEMIUS MEDIALIS STATİK	0mm-0Hz	-19,6	0,436	-0,404	0,107	-17,6	0,488	-0,371	0,098	2,5	0,928	0,048	0,051
	2mm-30Hz	0,0	>0,999	<0,001	0,050	-6,2	0,871	-0,086	0,053	-6,3	0,853	-0,098	0,053
	2mm-35Hz	62,5	0,271	0,577	0,169	68,3	0,365	0,489	0,135	3,5	0,933	0,044	0,051
	2mm-40Hz	56,2	0,309	0,532	0,151	54,5	0,387	0,466	0,127	-1,1	0,979	-0,014	0,050
	4mm-30Hz	70,4	0,302	0,540	0,154	42,5	0,527	0,738	0,246	-16,4	0,682	-0,218	0,065
	4mm-35Hz	38,6	0,528	0,325	0,087	37,1	0,594	0,284	0,078	-1,1	0,981	-0,013	0,050
	4mm-40Hz	-41,1	0,367	-0,469	0,128	26,0	0,682	0,218	0,066	113,7	0,159	0,783	0,251
GASRTOCNEMIUS MEDIALIS DİNAMİK	0mm-0Hz	23,5	0,565	0,296	0,080	34,5	0,405	0,448	0,121	8,9	0,838	0,108	0,054
	2mm-30Hz	-7,1	0,790	-0,136	0,056	8,6	0,626	0,251	0,072	16,9	0,570	0,303	0,079
	2mm-35Hz	6,0	0,809	0,124	0,055	-9,9	0,720	-0,190	0,062	-15,0	0,590	-0,287	0,076
	2mm-40Hz	34,6	0,436	0,403	0,107	49,5	0,243	0,638	0,196	11,1	0,736	0,179	0,060
	4mm-30Hz	25,6	0,599	0,270	0,075	41,5	0,497	0,364	0,096	12,6	0,709	0,198	0,062
	4mm-35Hz	19,5	0,611	0,262	0,074	28,3	0,577	0,316	0,085	7,4	0,882	0,079	0,052
	4mm-40Hz	-29,7	0,489	-0,358	0,095	8,4	0,863	0,091	0,053	54,2	0,398	0,455	0,116

Anlamlı Fark (p < 0,05)	Anlamlı Olmayan Fark (p > 0,05)					%Δ	d	1-β
Yüksek Düzey Etki Büyüklüğü (d ≥ 0,8)	d ≥ 0,8	0,8 ≤ d < 0,65	0,65 ≤ d < 0,5	0,5 ≤ d < 0,2	d ≤ 0,2	Yüzde Değişim	Etki Büyüklüğü	Güç

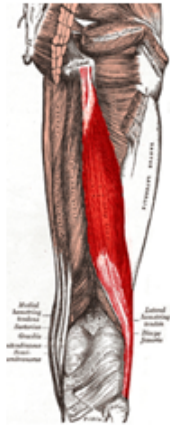
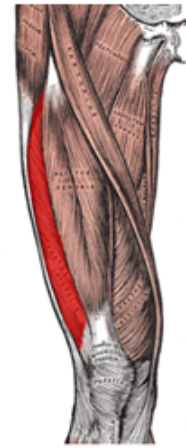
Tablo 18: Vastus Medialis ve Rectus Femoris kaslarına ait statik ve dinamik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verilen kasal aktivasyon cevaplarının branşlar arasında karşılaştırımı.



		FUTBOL – BASKETBOL				FUTBOL – YÜZME				BASKETBOL – YÜZME				
		%Δ	p	d	1-β	%Δ	p	d	1-β	%Δ	p	d	1-β	
VASTUS MEDIALIS	STATİK	0mm-0Hz	-1,2	0,960	-0,026	0,050	-6,0	0,803	-0,132	0,055	-4,9	0,719	-0,191	0,061
		2mm-30Hz	-14,6	0,642	-0,239	0,070	-30,7	0,320	-0,539	0,144	-18,8	0,351	-0,505	0,132
		2mm-35Hz	-6,2	0,867	-0,087	0,053	-21,4	0,571	-0,302	0,079	-16,2	0,446	-0,409	0,103
		2mm-40Hz	-15,9	0,640	-0,240	0,070	-27,5	0,433	-0,421	0,107	-13,8	0,592	-0,286	0,076
		4mm-30Hz	-24,6	0,428	-0,410	0,109	-36,9	0,224	-0,666	0,195	-16,3	0,465	-0,392	0,099
		4mm-35Hz	-18,2	0,586	-0,280	0,077	-35,6	0,283	-0,584	0,160	-21,3	0,322	-0,537	0,143
		4mm-40Hz	-9,6	0,783	-0,141	0,057	-19,3	0,569	-0,304	0,079	-10,7	0,715	-0,194	0,062
VASTUS MEDIALIS	DİNAMİK	0mm-0Hz	-12,4	0,580	-0,284	0,078	-7,2	0,647	-0,244	0,069	5,8	0,804	0,125	0,055
		2mm-30Hz	-8,8	0,739	-0,170	0,060	5,0	0,850	0,100	0,053	15,2	0,562	0,309	0,080
		2mm-35Hz	-9,4	0,732	-0,175	0,061	-2,5	0,931	-0,046	0,051	7,7	0,756	0,165	0,058
		2mm-40Hz	-5,2	0,857	-0,092	0,053	-13,1	0,658	-0,235	0,067	-8,3	0,718	-0,192	0,062
		4mm-30Hz	7,2	0,786	0,139	0,057	8,4	0,712	0,168	0,059	1,1	0,962	0,025	0,050
		4mm-35Hz	-10,0	0,716	-0,187	0,062	-15,9	0,583	-0,293	0,077	-6,5	0,743	-0,174	0,059
		4mm-40Hz	7,5	0,819	0,117	0,055	10,4	0,767	0,157	0,058	2,7	0,903	0,064	0,051
RECTUS FEMORIS	STATİK	0mm-0Hz	-34,1	0,187	-0,700	0,226	-26,8	0,440	-0,415	0,105	11,1	0,774	0,152	0,057
		2mm-30Hz	-36,5	0,146	-0,778	0,268	-41,6	0,191	-0,795	0,257	-8,0	0,845	-0,104	0,053
		2mm-35Hz	-12,8	0,602	-0,270	0,075	-16,4	0,541	-0,327	0,084	-4,1	0,905	-0,063	0,051
		2mm-40Hz	-21,0	0,363	-0,473	0,129	-27,7	0,474	-0,425	0,108	-8,4	0,847	-0,102	0,053
		4mm-30Hz	-12,7	0,628	-0,249	0,071	-15,3	0,632	-0,255	0,070	-3,0	0,932	-0,045	0,051
		4mm-35Hz	-27,1	0,213	-0,657	0,205	-24,5	0,446	-0,409	0,103	3,6	0,932	0,045	0,051
		4mm-40Hz	-33,1	0,113	-0,854	0,313	-13,5	0,731	-0,194	0,062	29,3	0,544	0,349	0,089
RECTUS FEMORIS	DİNAMİK	0mm-0Hz	-27,7	0,263	-0,587	0,173	-12,0	0,716	-0,194	0,061	21,7	0,560	0,311	0,081
		2mm-30Hz	-41,6	0,097	-0,902	0,342	-11,2	0,753	-0,167	0,059	52,1	0,286	0,581	0,159
		2mm-35Hz	-38,2	0,107	-0,873	0,324	-12,3	0,717	-0,193	0,062	42,0	0,354	0,501	0,131
		2mm-40Hz	-32,2	0,184	-0,713	0,233	-16,2	0,621	-0,263	0,072	23,6	0,581	0,295	0,077
		4mm-30Hz	-21,9	0,326	-0,512	0,143	-18,7	0,574	-0,300	0,078	4,1	0,910	0,060	0,051
		4mm-35Hz	-27,8	0,235	-0,626	0,190	-26,5	0,418	-0,436	0,111	1,8	0,958	0,028	0,050
		4mm-40Hz	-33,3	0,087	-0,932	0,361	39,0	0,341	0,515	0,135	108,3	0,030	1,29	0,562

Anımlı Fark (p < 0,05)	Anımlı Olmayan Fark (p > 0,05)					% Δ	d	1-β
Yüksek Düzey Etki Büyüklüğü (d ≥ 0,8)	d ≥ 0,8	0,8 ≤ d < 0,65	0,65 ≤ d < 0,5	0,5 ≤ d < 0,2	d ≤ 0,2	Yüzde Değişim	Etki Büyüklüğü	Güç

Tablo 19: Vastus Lateralis ve Biceps Femoris kaslarına ait statik ve dinamik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verilen kasal aktivasyon cevaplarının branşlar arasında karşılaştırımı.



		FUTBOL – BASKETBOL				FUTBOL – YÜZME				BASKETBOL – YÜZME			
		%Δ	p	d	1-β	%Δ	p	d	1-β	%Δ	p	d	1-β
VASTUS LATERALIS STATİK	0mm-0Hz	-24,8	0,086	-0,936	0,364	-40,1	0,019	-1,42	0,645	-20,3	0,128	-0,852	0,288
	2mm-30Hz	-37,1	0,009	-1,54	0,755	-27,9	0,095	-1,06	0,413	14,7	0,517	0,347	0,088
	2mm-35Hz	-33,2	0,029	-1,24	0,568	-25,3	0,147	-0,807	0,263	11,9	0,593	0,285	0,076
	2mm-40Hz	-37,7	0,019	-1,36	0,646	-30,9	0,049	-1,14	0,466	10,9	0,638	0,250	0,070
	4mm-30Hz	-46,0	0,002	-1,95	0,917	-40,8	0,013	-1,54	0,711	9,8	0,671	0,226	0,066
	4mm-35Hz	-39,1	0,016	-1,41	0,676	-35,7	0,104	-0,916	0,324	5,7	0,836	0,109	0,054
	4mm-40Hz	-43,6	0,024	-1,29	0,604	-19,6	0,321	-0,538	0,143	42,5	0,164	0,772	0,245
VASTUS LATERALIS DİNAMİK	0mm-0Hz	-33,7	0,071	-0,992	0,401	-28,4	0,152	-0,796	0,258	8,0	0,653	0,239	0,068
	2mm-30Hz	-45,2	0,095	-0,907	0,345	-18,1	0,373	-0,480	0,124	49,4	0,256	0,619	0,174
	2mm-35Hz	-36,5	0,058	-1,05	0,437	-16,8	0,390	-0,463	0,119	31,0	0,233	0,653	0,189
	2mm-40Hz	-37,9	0,042	-1,25	0,574	-29,4	0,163	-0,774	0,246	13,7	0,583	0,293	0,077
	4mm-30Hz	-37,0	0,052	-1,08	0,460	-30,7	0,123	-0,865	0,295	10,0	0,677	0,221	0,065
	4mm-35Hz	-26,2	0,209	-0,665	0,209	-13,6	0,574	-0,300	0,078	17,1	0,392	0,461	0,118
	4mm-40Hz	-35,8	0,050	-1,09	0,466	1,7	0,948	0,034	0,050	58,4	0,043	1,18	0,492
BICEPS FEMORIS STATİK	0mm-0Hz	6,5	0,850	0,096	0,053	-18,9	0,613	-0,269	0,073	-23,9	0,403	-0,451	0,115
	2mm-30Hz	-17,1	0,586	-0,007	0,050	-45,7	0,118	-0,879	0,303	-34,5	0,185	-0,731	0,225
	2mm-35Hz	7,9	0,816	0,119	0,055	-30,4	0,358	-0,496	0,129	-35,5	0,239	-0,644	0,185
	2mm-40Hz	43,7	0,341	0,602	0,180	1,0	0,980	0,013	0,050	-29,7	0,358	-0,497	0,129
	4mm-30Hz	46,6	0,330	0,508	0,141	-8,7	0,819	-0,121	0,055	-37,7	0,293	-0,572	0,156
	4mm-35Hz	9,2	0,812	0,122	0,055	-38,8	0,197	-0,711	0,215	-43,9	0,178	-0,745	0,232
	4mm-40Hz	11,4	0,785	0,140	0,057	6,6	0,891	0,073	0,052	-4,3	0,900	-0,066	0,051
BICEPS FEMORIS DİNAMİK	0mm-0Hz	12,9	0,682	0,210	0,065	-5,8	0,847	-0,103	0,053	-16,5	0,540	-0,328	0,084
	2mm-30Hz	-22,9	0,503	-0,346	0,092	-7,6	0,853	-0,098	0,053	19,8	0,595	0,283	0,075
	2mm-35Hz	-8,1	0,802	-0,129	0,056	-24,4	0,447	-0,408	0,103	-17,8	0,547	-0,322	0,083
	2mm-40Hz	39,1	0,218	0,651	0,202	6,4	0,854	0,097	0,053	-23,5	0,388	-0,465	0,119
	4mm-30Hz	-10,5	0,735	-0,173	0,060	-24,3	0,473	-0,384	0,097	-15,4	0,660	-0,234	0,067
	4mm-35Hz	-5,6	0,900	-0,064	0,051	-25,8	0,416	-0,438	0,111	-21,4	0,633	-0,254	0,070
	4mm-40Hz	13,3	0,717	0,186	0,062	-20,9	0,538	-0,329	0,084	-30,1	0,303	-0,560	0,151

Anlamlı Fark (p < 0,05)	Anlamlı Olmayan Fark (p > 0,05)					%Δ	d	1-β
Yüksek Düzey Etki Büyüklüğü (d ≥ 0,8)	d ≥ 0,8	0,8 ≤ d < 0,65	0,65 ≤ d < 0,5	0,5 ≤ d < 0,2	d ≤ 0,2	Yüzde Değişim	Etki Büyüklüğü	Güç

BÖLÜM IV

TARTIŞMA

Bu çalışma, farklı spor branşlarında yarışan sporculara uygulanan farklı frekans ve genlikteki TVV'nin statik ve dinamik kasılmalar üzerine etkisinin araştırıldığı ilk çalışmadır.

Bu çalışmada farklı branşların seçimi, el ve bacak gibi performansı gerçekleştirme organını ve diz ekstensiyon ve fleksiyonunu kullanım sıklığı birbirinden farklı olan spor branşlarına göre belirlendi ve buna göre futbol, basketbol ve yüzme branşlarında özelleşmiş ve yarışmacı sporcular çalışmaya dahil edildi. Gerçekleştirilen çalışmanın tüm ölçüm süreci Anadolu Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Hareket ve Motor Kontrol Laboratuvarı'nda tamamlandı. TVV uygulamaları laboratuvar olanakları dahilinde bulunan TVV cihazının (Compex Winplate®, İsviçre) frekans ve genlik değerlerinin olası tüm kombinasyonlarına (genlik değeri ise 2-4 mm, frekans değeri 30-35-40 Hz) göre gerçekleştirildi.

Gerçekleştirilen çalışmamızda TA, GM, VM, RF, VL ve BF kaslarının statik ve dinamik skuat sırasında 2-4 mm ve 30-35-40 Hz kombinasyonlarından oluşan TVV uygulamalarına verdikleri sEMG'ye ait RMS (Root Mean Square) değerleri incelendi ve tüm değerlendirmeler elde edilen sEMG'ye ait RMS değerlerine göre yapıldı.

TVV uygulamalarında seçilen vibrasyon frekansı ve genliğinin kasların TVV uygulamasına verdiği cevap üzerine büyük etkisi olduğu bilinmektedir [101, 104]. Çalışmamızda değişen genlik ve frekanstaki TVV uygulamalarının statik ve dinamik skuat hareketlerinde incelenen bacak kaslarında meydana gelen kassal aktivasyon cevaplarının değişimleri incelendi. Çalışmamızda ele alınan branşların (futbol, basketbol, yüzme) kendi içinde meydana gelen kassal aktivasyon değişimleri ve her branşın gösterdiği kassal aktivasyon cevaplarının branşlar arasında meydana getirdiği değişimler tartışıldı. Elde edilen bulgular doğrultusunda çalışmamız kapsamında ileri sürülen hipotezlerimiz literatürde benzer çalışmalar ile karşılaştırılarak temel başlıklar altında tartışıldı.

4.1. HİPOTEZ-1. Her spor branşı kendi içinde değerlendirildiğinde, aynı genlik değerlerinde uygulanan TVV'nin frekansı arttıkça elde edilen statik kassal aktivasyon düzeyi artacaktır.

4.1.1. Futbol

Çalışmamızda, futbolculara statik skuat sırasında aynı genlik değerinde uygulanan TVV'nin frekans değeri arttıkça kassal aktivasyon değerlerinde genel bir artış olduğu gözlemlendi. İstatistiksel olarak en büyük anlamlı artış ($p < 0,006$, $d = 1,55$, %206 artış) TA kasına ait aktivasyon değerlerinde 4 mm 40 Hz TVV uygulamasında gözlemlendi. Benzer şekilde VM, RF, VL kaslarına ait sEMG(RMS) değerlerinde de istatistiksel olarak anlamlı artış gözlemlendi. BF kasının 2 mm 30 Hz TVV'ye istatistiksel olarak anlamlı olmayan fakat yüksek düzey etki büyüklüğüne sahip kassal aktivasyon cevapları ($p = 0,16$, $d = 0,6$, % artış 87,6) verdiği görüldü. Genel olarak tüm kasların statik skuat hareketi sırasında uygulanan 2 mm genlikte 35 ve 40 Hz TVV uygulamalarına cevap verdiği söylenebilir. Fakat ilginç olarak, 4 mm

genlikteki kassal aktivasyon cevabında meydana gelen en büyük istatistiksel anlamlı artış TA ve VM kaslarında gözlemlendi. Literatürdeki bulgular, akut TVV uygulamalarında EMG aktivitesinde artış meydana geldiğini ve bu artışın motor ünite senkronizasyonundan kaynaklandığı belirtmektedir [16, 80, 81, 115]. Nazarov ve Spivak (1987) TVV'nin motor ünite senkronizasyonunu arttırdığını belirtirken, Enoke ve Fuglevand (2001) motor ünite senkronizasyonundaki artışın kassal kuvvette artış yarattığını göstermediğini, motor ünite senkronizasyonunda meydana gelen böyle bir artışın kassal aktiviteyi arttırabileceğini belirtmektedir [18]. Buna göre, bu çalışma aynı genlik değerinde uygulanan TVV'nin frekans değeri arttıkça futbolcuların statik hareketleri sırasında kassal aktivasyonunu arttırdığı söylenebilir. Büyük genlik değerlerindeki frekans artışından en çok TA ve VM kaslarının etkileneceği bu genlikte artan frekanslarda kas içiğinin daha çok etkilendiği ve buna bağlı olarak da statik skuat sırasında artan motor ünite senkronizasyonunun en çok TA ve VM kaslarında gerçekleştiği söylenebilir.

4.1.2. Basketbol

Çalışmamızda, basketbolculara statik skuat sırasında aynı genlik değerinde uygulanan TVV'nin frekans değeri arttıkça kassal aktivasyon değerlerinde genel bir artış olduğu gözlemlendi. İstatistiksel olarak en büyük anlamlı artış ($p=0,035$, $d=1,02$, %82,8 artış) GM kasına ait aktivasyon değerlerinde 4 mm 40 Hz TVV uygulamasında gözlemlendi. GM kasının 4 mm genlikteki TVV'ye genel olarak her frekans değerinde artan kassal aktivasyon cevapları göstermesine karşın belirtildiği gibi en büyük artış 40 Hz'de gözlemlendi. Literatüre bakıldığında, Marin ve ark. (2009) 100° statik skuat sırasında katılımcılara uygulanan 30 Hz frekansında, 4 mm ve 2 mm genlikteki TVV'nin GM kasına ait kassal aktivasyon değerlerine olan etkisini

inceledikleri çalışmasında, en büyük kassal aktivasyonun 4 mm 30 Hz TVV sırasında meydana geldiğini belirtmektedir [79]. Fakat araştırmacıların statik skuatı gerçekleştirdikleri diz eklem açısının (100°) çalışmamızda tercih edilen diz eklem açısından (120°) farklı olması burada dikkat çekicidir. 100° diz eklem açısı ile gerçekleştirilen statik skuatın GM kasını 30 Hz TVV’de, 120° ile gerçekleştirilen statik skuatta ise GM kasını 30 Hz TVV’de uyarmasına rağmen en büyük artışın 40 Hz TVV’de meydana geldiği söylenebilir. En büyük kassal aktivasyon cevabı (%94 artış) TA kasında 4 mm 40 Hz TVV uygulaması sırasında gözlenmesine rağmen bu istatistiksel olarak anlamlı olmayan ($p=0,072$) fakat yüksek düzey etki büyüklüğüne ($d=0,83$) sahip bir artıştır. TA ve GM kasının 4 mm genlikteki TVV’den etkilenmesi burada dikkat çekicidir. Roelants ve ark. (2006), 125° diz eklem açısında gerçekleştirilen statik skuat sırasında katılımcılara uygulanan 20 saniye TVV (2,5 mm, 35 Hz) sonrası gastrocnemius medialis, rectus femoris, vastus lateralis ve vastus medialis kaslarının sEMG değerlerini ölçtükleri çalışmasında, en büyük artışın GM kasında meydana geldiğini belirtmektedir [114]. Abercromby ve ark. (2007) yaklaşık 160° diz eklem açısında gerçekleştirilen statik skuat sırasında katılımcılara uygulanan 15 saniye TVV (4mm, 30 Hz) sonrası vastus lateralis, biceps femoris, gastrocnemius ve tibialis anterior kaslarının sEMG değerlerini ölçtükleri çalışmasında, en büyük kassal aktivasyon artışının TA ve GM kaslarından elde edildiğini göstermektedir. Abercromby ve ark. (2007) TA ve GM kaslarındaki bu artışın vibrasyon platformuna en yakın kaslar olduğundan kaynaklandığını belirtmektedir [2]. Çalışmamızda da bu sonucun benzer nedenden kaynaklandığı söylenebilir.

4.1.3. Yüzme

Çalışmamızda statik skuat sırasında aynı genlikte, farklı frekanslarda uygulanan TVV'nin yüzücülere ait kassal aktivasyon değerlerinde herhangi bir istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermediği görüldü. Kassal aktivasyon değerlerinde genel olarak istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmemesine rağmen etki büyüklüğü çok da az olmayan değişimler izlendi. Çalışmamızın Giriş Bölümü'nde de belirtildiği gibi sadece yüzücülerden oluşan örneklem grubu ile gerçekleştirilen TVV çalışmalarının oldukça sınırlı ve bu çalışmalarda alt ekstremitenin ele alınmamış olması çalışmamızda yüzücülerin statik skuat sırasında niçin TVV'ye kassal aktivasyon cevabı vermeyişi konusunda literatür ile desteklenmemesine neden oldu. Elde edilen bulgular doğrultusunda farklı frekanslarda uygulanan vibrasyonun yüzücülerin statik skuat sırasında bacak kaslarını aktive edebilecek bir potansiyele sahip olmadığı söylenebilir.

4.2. HİPOTEZ-2. Her spor branşı kendi içinde değerlendirildiğinde, aynı genlik değerlerinde uygulanan TVV'nin frekansı arttıkça elde edilen dinamik kassal aktivasyon düzeyi artacaktır.

4.2.1. Futbol

Çalışmamızda, futbolculara dinamik skuat sırasında aynı genlik değerinde uygulanan TVV'nin frekans değeri arttıkça sadece TA kasına ait kassal aktivasyon değerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu gözlemlendi. GM kasında da bir artış gözlenmesine rağmen bu artış istatistiksel olarak anlamlı olmayan fakat yüksek düzey etki büyüklüğüne ($d>0,8$) sahiptir. Diğer kaslarda istatistiksel olarak anlamlı veya anlamsız herhangi bir değişimin gözlenmemesi dikkat çekicidir. Bu artışın sadece TA ve GM kaslarında gözlenmesi, anatomik olarak platforma daha yakın

olmaları ve bu nedenle incelenen diğer kaslara göre TVV'den daha fazla etkilendikleri söylenebilir. Elde edilen bulgular TA kasının en büyük nöromusküler cevabı en çok 4mm 30 Hz TVV'ye verdiği ($p=0,016$, $d=1,25$, %53 artış) görüldü. 2 mm genlikte ise bu cevabın 40 Hz frekans değerindeki TVV'ye vermesi ($p=0,16$, $d=1,05$, %35,4 artış) dikkat çekicidir. TA kasının yüksek genliklerdeki TVV'nin düşük frekansından, düşük genlikte ise yüksek frekanstan etkilendiği söylenebilir. Hazell ve ark. (2010) hobi amaçlı spor yapan 13 erkeğe dinamik skuat ($90-160^{\circ}$ diz ekleme açısı) sırasında uygulanan 4 mm 25, 35, 45 Hz TVV'ye TA kasının verdiği kassal aktivasyon cevaplarını inceledikleri çalışmada, kassal aktivasyon cevabının sırasıyla 45 Hz, 25 Hz ve 35 Hz frekanstaki TVV'ye verildiğini belirtmektedir [54]. Çalışmamızla benzerlik taşıyan bu araştırmada TA kasının cevabının araştırmacılar tarafından beklenmeyen bir sonuç olduğunu ve bu artışa dinamik skuat sırasında katılımcıların kütle merkezindeki gözle görülemeyecek değişimlerin neden olabileceği belirtilmektedir. Benzer şekilde çalışmamızda futbolcuların dinamik skuat sırasında vücut kütle merkezinde meydana gelen gözle görülemeyecek değişimlerin TA kasına düşen yükü değiştirebildiği ve bu nedenle TA kasının yeterli düzeyde uyarılmadığı söylenebilir. GM kasında meydana gelen artışın bu çıkarımı destekler nitelik taşıdığı düşünülebilir. Katılımcıların TA kasına yeterince aktaramadığı yükün TA kasının antagonisti olan GM kasına aktarmış olduğu ve bu yük artışının GM kasını uyardığı söylenebilir.

4.2.2. Basketbol

Çalışmamızda, basketbolculara dinamik skuat sırasında aynı genlik değerinde uygulanan TVV'nin frekans değeri arttıkça kassal aktivasyon değerlerinde genel bir artış olduğu gözlemlendi. VM ve RF kasında da istatistiksel olarak anlamlı artış

olmasına rağmen en büyük kassal aktivasyon değişimi GM kasına ait aktivasyon değerlerinde 4 mm 40 Hz TVV uygulamasında ($p=0,04$, $d=1,01$, %156 artış) gözlemlendi. VM ve RF kaslarının 2 mm genlikteki frekans değişiminden etkilendiği, VM kasının 35 Hz ($p=0,002$, $d=1,89$, % 12 artış), RF kasının ise 30 Hz ($p=0,039$, $d=1$, %9 artış) TVV uygulamasına artan kassal aktivasyon cevabı verdiği görüldü. Abercromby ve ark. (2007) tarafından gerçekleştirilen, yaklaşık 175° - 140° diz eklem açılarında gerçekleştirilen dinamik skuat sırasında katılımcılara uygulanan 15 saniye TVV (4mm, 30 Hz) sonrası vastus lateralis, biceps femoris, gastrocnemius ve tibialis anterior kaslarının sEMG değerlerini ölçtükleri çalışmada, tüm kasların TVV'ye artan kassal aktivasyon cevabı verdiği belirtilmektedir [2]. Ancak çalışmamızda benzer kaslarda böyle bir artışın gözlenmemesi Abercromby ve ark. (2007) tarafından gerçekleştirilen çalışmada katılımcıların farklı diz eklem açısı ile dinamik skuat yapmalarından kaynaklandığı düşünülebilir. Araştırmacıların tercih ettikleri diz eklem açısında gerçekleştirilen dinamik skuat sırasında devreye giren motor ünitelerin sayısı veya uyarılma potansiyeli çalışmamızda gerçekleştirilen dinamik skuat açısında devreye giren motor ünitelerin sayısı veya uyarılma potansiyeli ile aynı olmayabilir. Bu çıkarım RF kasına ait kassal aktivasyonda 4 mm 40 Hz TVV uygulaması sırasında artışın meydana geldiği sonucunu desteklemektedir. RF kasına ait kassal aktivasyon değeri dinamik skuat sırasında 4 mm genlikteki TVV uygulamalarında en büyük cevabı 40 Hz frekansında verdiği ($p=0,047$, $d=1$, %44 artış) görüldü. Bu nedenle erkek basketbolcularda TVV'nin RF kasını yüksek TVV uygulamalarında aktive ettiği, VM kası için bu kadar yüksek kassal aktivasyonun sağlanamayacağı söylenebilir.

Sadece basketbolcuların oluşturduğu katılımcı grup ile gerçekleştirilen TVV çalışmaları oldukça sınırlıdır. Fernandez-Rio ve ark. (2010) 30-35 Hz 4 mm

TVV'nin 31 kadın basketbolcuda sıçrama performansı üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada TVV'nin kuvvet gelişimine bir katkısının olmadığını, kuvvet gelişimi konusunda geleneksel antrenman yöntemlerinin TVV uygulamasından daha etkili olduğu belirtilmektedir [47]. Bir diğer çalışmada araştırmacılar, 12 kadın basketbolcuya uygulanan 30 Hz 4 mm TVV'nin kadın basketbolcuların sıçrama performansını ve esnekliğini geliştirdiğini belirtmektedir [31]. Gerçekleştirilen bu iki çalışma da benzer frekans ve genlik değerlerinde yapılmasına rağmen sonuçların farklı çıkması dikkat çekicidir. Buradaki fark, iki farklı çalışmadaki katılımcıların homojen bir grup oluşturamayacak kadar birbirlerinden farklı kondisyonlara sahip olmalarından kaynaklanıyor olabilir. Bu iki çalışmada tercih edilen frekans ve genlik değerlerinin çalışmamızda kullanılan frekans ve genlik değerleri ile uyum göstermesine rağmen katılımcıların kadın, çalışmamıza katılan sporcuların ise erkek olması, ve katılımcıların kondisyon durumlarındaki olası farklılıklar araştırmacıların belirttikleri sonuçların çalışmamızla bağ kuramayacağı sonucuna neden olabilir.

4.2.3. Yüzme

Çalışmamızda, yüzücülerde dinamik skuat sırasında aynı genlik değerinde uygulanan TVV'nin frekans değeri arttıkça kassal aktivasyon değerlerinde genel bir artış olduğu gözlemlendi. Genel olarak, TA dışında incelenen tüm kaslarda 2 mm genlikteki uygulanan TVV'lerde 40 Hz frekansında kassal aktivasyonun arttığı söylenebilir. En büyük artışın GM kasında olduğu ve GM kasının 4 mm genlikte uygulanan 40 Hz frekansındaki TVV uygulamasına verdiği kassal aktivasyon cevabı ($p=0,006$, $d=1,88$, %87,2 artış) olduğu görüldü. Hobi amaçlı spor yapan 13 erkeğe dinamik skuat (90-160° diz ekleme açısı) sırasında uygulanan 4 mm 25, 35, 45 Hz TVV'ye TA kasının verdiği kassal aktivasyon cevaplarının incelendiği bir çalışmada,

kassal aktivasyon cevabının sırasıyla 45 Hz, 25 Hz ve 35 Hz frekanstaki TVV'ye verildiği belirtilmektedir [54]. Çalışmamızla benzerlik taşıyan bu araştırmada TA kasının cevabının araştırmacılar tarafından beklenmeyen bir sonuç olduğunu ve bu artışa dinamik skuat sırasında katılımcıların kütle merkezindeki gözle görülemeyecek değişimlerin neden olabileceği belirtilmektedir. Benzer şekilde çalışmamızda futbolcuların dinamik skuat sırasında vücut kütle merkezinin gözle görülemeyecek değişimlerin TA kasına düşen yükü değiştirebildiği ve bu nedenle TA kasının yeteri düzeyde uyarılmadığı söylenebilir. GM kasında meydana gelen artış bu çıkarımı destekler nitelik taşıdığı düşünülebilir. Katılımcıların TA kasına yeterince aktaramadığı yük TA kasının antagonisti olan GM kasına aktarılmış ve bu yük artışının GM kasını uyardığı söylenebilir.

RF kasının ise 4 mm genlikte 30 Hz frekansında artan kassal aktivasyon cevabı ($p=0,044$, $d=1$, %22 artış) verdiği, VM'nin ise 4 mm genlikte 35 Hz frekansındaki TVV'ye artan kassal aktivasyon cevabı ($p=0,035$, $d=1,17$, %17,2 artış) gösterdiği görüldü. VL kasındaki meydana gelen artışın ($p=0,082$, $d=0,88$, %12 artış) ise istatistiksel olarak anlamlı olmaması çalışmamızda incelenen quadriceps kaslarının yüksek genlikteki 30 ve 40 Hz frekanslarına artan nöromusküler cevaplar verdiği söylenebilir.

4.3. HİPOTEZ-3. Her spor branşı kendi içinde değerlendirildiğinde, aynı frekans değerlerinde uygulanan TVV'nin genlik değeri arttıkça elde edilen statik kassal aktivasyon düzeyi artacaktır.

4.3.1. Futbol

Çalışmamızda, futbolculara statik skuat sırasında aynı frekans değerinde uygulanan TVV'nin genlik değeri arttıkça kassal aktivasyon değerlerinde genel bir

artış olduğu gözlemlendi. İncelenen tüm kaslarda genel olarak 30 Hz frekans değerinde uygulanan TVV'lerin genliği arttıkça kassal aktivasyon değerlerinde artış elde edildi. En büyük artış BF kasında ($p=0,03$, $d=1,08$, %144 artış) ve GM kasında ($p=0,015$, $d=1,3$, %127 artış) görüldü. 35 Hz frekans değerinde uygulanan TVV'lerde genlik değeri arttıkça TA kasının incelenen diğer kaslar arasındaki istatistiksel olarak anlamlı en büyük artışa ($p=0,02$, $d=1,15$, %203 artış) sahip olması dikkat çekicidir. TA ve GM kaslarının agonist-antagonist ilişki içinde olduğu düşünüldüğünde statik skuat sırasında uygulanan TVV'nin artan genlik değerlerinde farklı frekanslara artan kassal aktivasyon cevabı vermesi, beklenmeyen bir sonuç olarak karşımıza çıkmaktadır. TA kasının istatistiksel olarak anlamlı olmasa da artan genlik değerlerinde 30Hz ($p=0,08$, $d=0,8$, %77 artış) ve 40 Hz ($p=0,08$, $d=0,8$, %141 artış) TVV uygulamalarına da artan kassal aktivasyon cevabı verdiği görüldü. Literatürdeki bulgular, akut TVV uygulamalarında EMG aktivitesinde artış meydana geldiğini ve bu artışın motor ünite senkronizasyonundan kaynaklandığını belirtmektedir [16, 80, 81, 115]. Buna göre, TA kasında statik skuat sırasında uygulanan TVV'nin genlik değeri arttıkça tüm frekans değerlerine artan kassal aktivasyon cevabı vermesinin artan motor ünite senkronizasyonundan kaynaklandığı ve en büyük motor ünite senkronizasyon artışının ise 35 Hz'de gerçekleştiği söylenebilir. Abercromby ve ark. (2007) yaklaşık 160° diz eklem açısında gerçekleştirilen statik skuat sırasında katılımcılara uygulanan 15 saniye TVV (4mm, 30 Hz) sonrası vastus lateralis, biceps femoris, gastrocnemius ve tibialis anterior kaslarının sEMG değerlerini ölçtükleri çalışmada en büyük kassal aktivasyon artışının TA ve GM kaslarından elde edildiği belirtilmektedir. Abercromby ve ark. (2007) TA ve GM kaslarındaki bu artışın vibrasyon platformuna en yakın kaslar olduğundan kaynaklandığını belirtmektedir. Çalışmamızda da bu sonucun benzer

nedenden kaynaklandığı söylenebilir. Fakat Abercromby ve ark. (2007) çalışmasından farklı olarak çalışmamızda TA'nın verdiği en büyük kassal aktivasyon cevabının 35 Hz'de meydana gelmesi kas içiğinin 120° diz eklem açısında gerçekleştirilen statik skuat sırasında en çok bu frekanstan etkilenmesine neden olduğu ve bu nedenle de artan kas içiği aktivasyonunun kassal aktivasyonda artış meydana getirdiği düşünülebilir.

4.3.2. Basketbol

Çalışmamızda, basketbolculara statik skuat sırasında aynı frekans değerinde uygulanan TVV'nin genlik değeri arttıkça kassal aktivasyon değerlerinde istatistiksel olarak genel bir artış olduğu gözlemlendi. Bu sonuç literatür ile uyum göstermektedir [110]. Genel olarak, elde edilen bulgular incelenen tüm kasların statik skuat sırasında aynı genlikte uygulanan 40 Hz TVV'ye artan kassal aktivasyon cevabı verdiğini gösterdi. Bu artışın sadece VM kasında istatistiksel olarak anlamlı olmadığını fakat bu artışın yüksek düzey etki büyüklüğüne sahip olduğu ($p=0,08$, $d=0,8$, %18 artış) görüldü. Literatürde statik skuat sırasında katılımcılara uygulanan TVV'nin vastus medialis, vastus lateralis, biceps femoris, gastrocnemius ve tibialis anterior, soleus kaslarının sEMG değerlerinin ölçüldüğü çalışmalarda en büyük kassal aktivasyon artışının TA ve GM kaslarından elde edildiği belirtilmektedir. Bu çalışmalarda TA ve GM kaslarındaki kassal aktivasyonda meydana gelen artışın vibrasyon platformuna en yakın kaslar olduğundan kaynaklandığı ifade edilmektedir [2, 110] Çalışmamızda da bu sonucun benzer nedenden kaynaklandığı söylenebilir.

4.3.3. Yüzme

Çalışmamızda, yüzücülere statik skuat sırasında aynı frekans değerinde uygulanan TVV'nin genlik değeri arttıkça kassal aktivasyon değerlerinde genel bir

artış olduğu gözlemlendi. İncelenen tüm kaslarda statik skuat sırasında artan genlikte uygulanan 30 Hz TVV'den etkilendiği görüldü. 18 katılımcıya statik skuat (120° diz eklem açısı) sırasında 30 saniye dinlenme aralıkları ile 10 saniye boyunca 2 mm genlikte uygulanan 5-10-15-20-25-30 Hz TVV'nin, en büyük kassal aktivasyonu 30 Hz TVV'de meydana getirdiği belirtilmektedir [110]. Bir diğer çalışma, 10 katılımcıya statik skuat (100°) sırasında 2 mm ve 4mm genlikte uygulanan 30 Hz TVV'nin (30 saniye TVV, 60 saniye dinlenme) genlik değeri arttıkça kassal aktivasyonda bir artışa neden olduğunu bildirmektedir [79]. Benzer şekilde, statik skuat (120° diz eklem açısı) sırasında 2 mm ve 4 mm genlikte uygulanan TVV'nin frekans değeri arttıkça kassal aktivasyon değerinde artış meydana geldiği ifade edilmektedir [54]. Buna göre, literatürdeki çalışmaların elde edilen bulgularımızı desteklediği söylenebilir. Artan genlik değerinde uygulanan 30 Hz TVV'lerde TA kasında meydana gelen kassal aktivasyon artışının incelenen diğer kaslar içinde en büyük değerde olması ($p=0,06$, $d=1$, %142 artış) TA kasının bu frekans değerinde uygulanan TVV'nin genlik değeri arttıkça kasılmaya katılan motor ünite sayısında artış meydana getirdiği, kas içiğinin daha çok motor üniteyi uyardığı düşünülebilir.

Ayrıca üç branş kendi içinde değerlendirildiğinde, özellikle futbolcuların ve basketbolcuların statik skuat sırasında incelenen quadriceps kaslarının değil de BF kasının yüksek genlikli TVV uygulamalarına daha büyük kassal aktivasyon cevapları verdiği görüldü. Quadriceps kaslarında meydana gelen bu beklenmeyen sonuç kas içiğinin ateşleme frekansındaki bir düşüş ile motor nöron havuzuna birincil afferent girişinin azalmasından kaynaklanıyor olabilir [102]. İnhibitör mekanizmalar vibrasyon uygulamalarında etkili, karmaşık nörofizyolojik süreçlerdir. Branş içinde, quadriceps kasında böylesi beklenmeyen sonuç presinaptik inhibisyonun artışından kaynaklanıyor olabilir [58]. Buna ek olarak, bu sonuç presinaptik inhibisyonun bir

süreci olan homosinaptik postaktivasyon azalışı nedeniyle nörotransmitter salınımındaki bir düşüşten kaynaklanıyor olabilir [92]. Crone ve Nielsen (1994) vibrasyon ile uyarılan kas içiğinde meydana gelen aktivasyonun spinal korddaki internöronları da uyardığını belirtmektedir. Buna bağlı olarak, vibrasyon uyarını ile resiprokal inhibisyon sonucu antagonist kasın motor nöronları inhibe olur [32]. Futbolcularda ve basketbolcularda böylesi bir beklenmeyen sonucun aksine, yüzücülerde hem quardiceps kas grubunun bir üyesi olan VM kasının hem de BF kasının statik skuat sırasında uygulanan TVV'lerden etkilendiği görüldü. Böylesi bir sonuca dayanarak, vibrasyonun hem agonist hem de antagonist kası uyararak ko-kontraksiyona neden olduğu söylenebilir. Bu karmaşık nöral süreçler, vibrasyon sırasındaki kassal aktivasyon düzeyi ile ilgili TVV'nin nörofizyolojik mekanizmasını tahmin etmenin ne denli zor olduğunu göstermektedir.

4.4. HİPOTEZ-4. Her spor branşı kendi içinde değerlendirildiğinde, aynı frekans değerlerinde uygulanan TVV'nin genlik değeri arttıkça elde edilen dinamik kassal aktivasyon düzeyi artacaktır.

4.4.1. Futbol

Çalışmamızda, futbolculara dinamik skuat sırasında aynı frekans değerinde uygulanan TVV'nin genlik değeri arttıkça incelenen kaslara ait kassal aktivasyon değerlerinde genel bir artış olduğu gözlemlendi. İncelenen tüm kaslarda genel olarak 30 Hz frekans değerinde uygulanan TVV'lerin genliği arttıkça kassal aktivasyon değerlerinde artış elde edildi. İstatistiksel olarak anlamlı en büyük artış TA kasında ($p=0,03$, $d=0,56$, %60,8 artış) görüldü. Fakat TA gibi platforma aynı yakınlıkta bulunan diğer kas olan GM'nin ise TVV'ye istatistiksel olarak anlamlı bir kassal aktivasyon artışı göstermemesi düşündürücüdür. GM kasına ait istatistiksel

değerlendirmeler orta düzey etki büyüklüğüne sahip istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir artış olmasına rağmen GM kasının TA kası gibi 4 mm genlikteki 30 Hz TVV'ye büyük bir kassal aktivasyon cevabı ($p=0,18$, $d=0,6$, %61 artış) verdiği görüldü. TA kasında ve GM kasına ait istatistiksel olarak anlamlı olmasa da orta düzey etki büyüklüğüne sahip kassal aktivasyondaki artışın literatürde de belirtildiği gibi platforma yakın olan kasların uzak olan kaslara göre TVV'den daha çok etkilendiğini, bu kaslardaki kas içiğinin vibrasyona daha büyük cevaplar vermesinden kaynaklandığı düşünülebilir [2]. Bir diğer istatistiksel olarak anlamlı kassal aktivasyon artışı ise BF kasında ($p=0,04$, $d=1$, %55,4 artış) 4 mm 35 Hz TVV uygulaması sırasında ölçüldü. Hazell ve ark. (2010) tarafından gerçekleştirilen çalışma da dinamik skuat sırasında 2 mm ve 4 mm genlikte uygulanan TVV'nin frekans değeri arttıkça kassal aktivasyon değerinde artış meydana getirdiğini, en büyük artışın ise 4 mm 35 Hz TVV uygulamasında elde edildiğini belirtmektedir [54]. Araştırmacılar, bu kombinasyonda uygulanan (4 mm, 35 Hz) TVV'nin BF ve VL kaslarına ait kassal aktivasyonu artırma potansiyelinin yüksek olduğunu savunmaktadır. Çalışmamızda futbolculara uygulanan dinamik skuat sırasında BF kasına ait kassal aktivasyonun 4 mm 35 Hz TVV'de en büyük artışı göstermesi Hazell ve ark. (2010) tarafından gerçekleştirilen çalışmanın bulguları ile uyum içinde ve çalışmamızı destekler nitelikte olduğu söylenebilir.

4.4.2. Basketbol

Çalışmamızda, basketbolculara dinamik skuat sırasında aynı frekans değerinde uygulanan TVV'nin genlik değeri arttıkça incelenen kaslara ait kassal aktivasyon değerlerinde genel bir artış olduğu gözlemlendi. Fakat bu artış sadece TA ve GM kaslarına ait kassal aktivasyon değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı artış (TA:

p=0,02, d=1,17, %33,4 artış; GM: p=0,04, d=1,01, %169 artış) göstermesi dikkat çekicidir. En büyük istatistiksel olarak anlamlı artış GM kasında gözlemlendi. Basketbolcuların dinamik skuat sırasında vücut kütle merkezinin gözle görülemeyecek değişimlerin TA kasına düşen yükü değiştirebildiği ve bu nedenle TA kasının yeterli düzeyde uyarılmadığı söylenebilir [54]. Quadriceps grubuna ait incelenen kasların istatistiksel olarak anlamlı olamasa da 40 Hz’te artan genlikteki TVV’lere cevap verdiği ve kassal aktivasyonda artışın meydana geldiği (VM: p=0,08, d=0,8, %23 artış; RF: p=0,09, d=0,77, %38,6 artış VL: p=0,09, d=0,77, %20,6 artış) görüldü. Benzer şekilde VM, RF ve VL kaslarına antagonist olarak hareket eden BF kasının da istatistiksel olarak anlamlı olmasa da 40 Hz’te artan genlikteki TVV’lere cevap vermesi (BF: p=0,1, d=0,73, %28,8) dikkat çekicidir. Bu çalışmada ancak iki genlik değerine sahip TVV cihazı ile bu sonuçların elde edilmesi, basketbolcularda benzer protokolün daha büyük genlik değerlerinin kullanımına olanak sağlayan bir başka dikey yönlü TVV cihazı ile gerçekleştirilmesi durumunda istatistiksel olarak anlamlı olan artışların elde edilmesini sağlayabilir.

4.4.3. Yüzme

Çalışmamızda, yüzücülere dinamik skuat sırasında aynı frekans değerinde uygulanan TVV’nin genlik değeri arttıkça incelenen kaslara ait kassal aktivasyon değerlerinde genel bir artış olduğu gözlemlendi. İncelenen tüm kaslarda genel olarak 30 Hz frekans değerinde uygulanan TVV’lerin genliği arttıkça kassal aktivasyon değerlerinde artış elde edildi. Literatürde 30 Hz frekansında gerçekleştirilen TVV uygulamalarında kassal aktivasyonda artış sağlandığı belirtilmektedir [19, 30]. Bu açıdan, yüzücülerde dinamik skuat sırasında TVV’lerin artan genlik değerlerinde en çok 30 Hz frekansında genel bir kassal aktivasyon artışının gözlenmesi literatür ile

desteklendiğini göstermektedir. Fakat TA kasına ait kassal aktivasyon değerlerinde herhangi bir artışın gözlenmemesi dikkat çekicidir. Hazell ve ark. (2010) hobi amaçlı spor yapan 13 erkeğe dinamik skuat ($90-160^{\circ}$ diz eklem açısı) sırasında uygulanan 4 mm 25, 35, 45 Hz TVV'ye TA kasının verdiği kassal aktivasyon cevaplarını inceledikleri çalışmada, kassal aktivasyon cevabının sırasıyla 45 Hz, 25 Hz ve 35 Hz frekanstaki TVV'ye verildiğini belirtmektedir [54]. Çalışmamızla benzerlik taşıyan bu araştırmada TA kasının cevabının araştırmacılar tarafından beklenmeyen bir sonuç olduğunu ve bu artışa dinamik skuat sırasında katılımcıların kütle merkezindeki gözle görülemeyecek değişimlerin neden olabileceği belirtilmektedir. Benzer şekilde çalışmamızda yüzücülerin dinamik skuat sırasında vücut kütle merkezinde meydana gelen gözle görülemeyecek olası değişimlerin TA kasına düşen yükü değiştirebildiği ve bu nedenle TA kasının yeterli düzeyde uyarılmadığı söylenebilir. GM kasında meydana gelen artışın bu çıkarımı destekler nitelik taşıdığı düşünülebilir. Katılımcıların TA kasına yeterince aktaramadığı yükün, TA kasının antagonisti olan GM kasına aktarılmış olduğu ve bu yük artışının GM kasını uyardığı söylenebilir.

İncelenen quadriceps grubu kaslarındaki (VM, RF, VL) istatistiksel olarak anlamlı kassal aktivasyon cevaplarının en çok 4 mm 30 Hz'de görülmesi (VM: $p=0,004$, $d=2,03$, %22,4 artış; RF: $p=0,001$, $d=3,1$, %26 artış; VL: $p=0,015$, $d=1,48$, %29 artış) dikkat çekicidir. Buradan, dinamik skuat sırasında uygulanan TVV'nin 30 Hz frekansındaki artan genlik değerlerinden kaynaklandığı söylenebilir. Dinamik skuat sırasında bu üç kasa (VM, RF, VL) antagonist olarak hareket ettiği düşünülebilen BF'nin de 30 Hz frekansındaki artan genlik değerlerinden aynı şekilde etkilenmesi ($p=0,002$, $d=2,4$, %77,4 artış) sonucuna dayanarak, yüzücülerde üst bacağına ait kassal aktivasyon değerlerinin arttırılmasına yönelik olarak

gerçekleştirilecek TVV egzersizlerinin artan genlik değerlerinde 30 Hz frekansında uygulanmasının olumlu sonuçlar meydana getirebileceği söylenebilir. İstatistiksel değerlendirmeye dikkatle bakıldığında VM, RF, VL kaslarındaki 4 mm 30 Hz TVV sırasındaki kassal aktivasyon artışı (toplam %77,4 artış) ile BF kasındaki 30 Hz frekansındaki artan genlik değerlerinde meydana gelen kassal aktivasyon artışının (%77,4 artış) aynı olmasının bu sonucu destekler nitelikte olduğu söylenebilir.

4.5. HİPOTEZ-5. Aynı frekans-genlik kombinasyonuna sahip TVV'ler farklı branşlarda farklı dinamik kassal aktivasyon düzeyleri ortaya çıkaracaktır.

Bu çalışma farklı spor branşlarında TVV'nin kassal aktivasyon üzerine etkilerinin araştırıldığı ilk çalışmadır. Bu nedenle literatürde çalışmamıza katkı sağlayacak herhangi bir çalışmaya rastlanmadı.

Elde edilen bulgular doğrultusunda dinamik skuat sırasında üç farklı branştaki katılımcılara aynı genlik ve frekansta uygulanan TVV'nin tüm kaslarda genel olarak farklı dinamik kassal aktivasyon düzeyi ortaya koyduğu görüldü. Branşlar karşılaştırıldığında, RF ve VL kaslarına ait kassal aktivasyon değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark görülürken kassal aktivasyon değerleri incelenen diğer kaslarda (TA, GM, VM ve BF) istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen yüksek ve orta düzey etki büyüklüğüne sahip değişimlerin meydana geldiği görüldü. Branşlar kendi içinde değerlendirildiğinde dinamik skuat sırasında uygulanan genel olarak tüm TVV kombinasyonlarında (genlik×frekans) TA ve GM kaslarının TVV'ye artan kassal aktivasyon cevaplar vermesi, branşlar karşılaştırıldığında istatistiksel olarak bir farkın oluşmamasına neden olmuş olabilir. TVV uygulamalarında istatistiksel olarak anlamlı olmasa da TA kasında dinamik skuat sırasında meydana gelen en büyük değişim futbolcular ile basketbolcular arasındaki

karşılaştırmada ortaya çıktı. Basketbolcuların 4 mm 40 Hz TVV uygulamasına verdikleri kassal aktivasyon cevabının futbolcuların verdiği cevaptan daha büyük ($p=0,3$, $d=0,6$, %48,4 artış) olduğu görüldü. Aynı TVV uygulamasında (4 mm 40 Hz) futbolcular ile yüzücüler karşılaştırıldığında yüzücülerin TA kasına ait kassal aktivasyon cevabının istatistiksel olmayan bir artış ($p=0,37$, $d=0,5$, %42 artış) gösterdiği görüldü. Basketbolcular ile yüzücüler karşılaştırıldığında bu farkın istatistiksel parametrelerinin oldukça düşük güçte olması, basketbolcular ile yüzücüler arasındaki dinamik skuat sırasında TA kasının TVV'ye verdiği kassal aktivasyon değerlerinde bir değişim göstermemesine neden olduğu söylenebilir. Fakat 0 mm 0 Hz dinamik skuat uygulamasına verilen kassal aktivasyon değerleri branşlar arasında karşılaştırıldığında yüzücülerin futbolculardan (yüzücü-futbolcu; $p=0,09$, $d=0,95$, %63,2 artış,) ve basketbolculardan (yüzücü-basketbolcu; $p=0,3$, $d=0,53$, %34,6 artış,) daha büyük kassal aktivasyon değişimi gösterdiği görüldü. Bu değerlendirme istatistiksel olarak anlamlı olmamasına karşın yüksek ve orta düzey etki büyüklüğüne sahiptir. Bu nedenle sonuçların dikkat çekici olduğu düşünülebilir. TA kasına yönelik gerçekleştirilen dinamik skuat egzersizlerinde yüzücülerin futbol ve basketbol branşlarından daha çok etkilendiği ve daha büyük bir kassal aktivasyon değişimi ortaya koyduğu söylenebilir. Fakat TVV uygulamaları eşliğinde gerçekleştirilen dinamik skuat uygulamalarında benzer kassal aktivasyon değişiminin gözlenmemesi aynı genlik ve frekans kombinasyonunda gerçekleştirilen TVV'nin TA kasını yeterli düzeyde uyarmadığı düşünülebilir. Yüzücülerin kara antrenmanlarında dinamik skuat egzersizlerine fazla yer vermemeleri ve bu nedenle incelenen diğer kara branşları (futbol-basketbol) ile karşılaştırıldığında yüzücülere ait TA kasının 0 mm 0 Hz dinamik skuata büyük kassal aktivasyon cevapları verdiği yorumu yapılabilir. Buna dayanarak dinamik skuat sırasında uygulanan TVV'nin,

yüzücülerde TA kasına ait kassal aktivasyonda meydana gelen bu artıştan fazlasını gerçekleştiremediği söylenebilir. Bunun nedeninin ise 0 mm 0 Hz'teki dinamik skuatın kassal aktivasyon cevabında meydana getirdiği artışın, TVV uygulamalarının yüzücülerde TA kasını uyarma potansiyelinden daha fazla olduğu düşünülebilir. Çalışmamızda uygulanan test protokolünün, aynı branşlarda daha büyük bir katılımcı grup ile gerçekleştirilmesinin TA kasına ait istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar vereceği düşünülebilir.

Branşlar arasında bir karşılaştırma yapıldığında dinamik skuat sırasında uygulanan TVV'nin, GM kasına ait kassal aktivasyon değerlerinde bir değişim meydana getirmedeği görüldü. Futbol, basketbol ve yüzme branşları karşılaştırıldığında TVV'nin dinamik skuat sırasında GM kasını yeterli düzeyde uyarmadığı düşünülebilir.

Çalışmamızda quadriceps grubuna ait incelenen kasların dinamik skuat sırasında uygulanan TVV'nin kassal aktivasyon değerlerinde meydana getirdiği değişim, ele alınan branşlar arasında karşılaştırıldığında VM kasında herhangi bir istatistiksel olarak anlamlı farkın oluşmadığı, buna karşın RF ve VL kaslarında istatistiksel olarak anlamlı farkların meydana geldiği söylenebilir. Futbolcular ile basketbolcuların RF kasına ait kassal aktivasyon değerleri karşılaştırıldığında, basketbolcuların her TVV uygulamasında istatistiksel olarak anlamlı olmasa da yüksek düzey etki büyüklüğüne sahip, birbirine yakın değerlerde artışlar gösterdiği görüldü. Bu sonuç, dinamik skuat sırasında uygulanan TVV'lerin basketbolcuların RF kasını uyardığını, bunun nedeninin basketbolda sıçrama hareketlerinin daha çok kullanıldığını ve RF kasının futbolculara göre daha düşük uyarılma eşiğine sahip olmasından kaynaklandığı düşünülebilir. Basketbolcular ile yüzücüler

karşılaştırıldığında RF kasına ait kassal aktivasyon değerleri 4 mm 40 Hz TVV uygulamasında basketbolcuların yüzücülere göre istatistiksel olarak anlamlı bir değişim gösterdiği ($p=0,03$, $d=1,3$, %108,3 artış) görüldü. Buna göre, basketbolun sıçrama gibi (şut atışları, blok ve ribaund alma vb.) RF kasına yönelik büyük patlayıcı güç gerektiren bir branş olduğu düşünüldüğünde, basketbolcuların TVV uyarısından etkilenme oranının yüzücülere göre daha fazla olduğu fakat bu TVV uyarısının ise ancak 4 mm 40 Hz gibi yüksek değerlerde olduğu zaman kassal aktivitede arttırıcı etkiye sahip olduğu söylenebilir. Basketbolcular ile yüzücüler karşılaştırıldığında ise RF kasına ait herhangi bir istatistiksel olarak anlamlı kassal aktivasyon değişimin gözlenmemesi dikkat çekicidir. Çalışmamızda uygulanan test protokolünün, aynı branşlarda daha büyük bir katılımcı grup ile gerçekleştirilmesinin RF kasına ait istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar vereceği düşünülebilir. VL kasında meydana gelen değişimler ise futbolcular ile basketbolcular ve basketbolcular ile yüzücüler arasında görüldü. Futbolcular ile basketbolcular karşılaştırıldığında, VL kasının her TVV uygulamasına artan kassal aktivasyon cevaplar verdiği görüldü. Bu artan kassal aktivasyon cevaplarının basketbolculara ait olması basketbolcuların VL kasını dinamik skuat sırasında daha yüksek kassal efor ile meydana getirmesinden kaynaklandığı söylenebilir. 0 mm 0 Hz dinamik skuat sırasında futbolculara göre basketbolcularda meydana gelen kassal aktivasyon değişiminin ($p=0,07$, $d=1,00$, %33,7 artış) daha büyük olduğu, bu değişimin istatistiksel olarak anlamlı olmasa da yüksek düzey etki büyüklüğüne sahip olduğu görüldü. Basketbolcularda dinamik skuatın motor üniteleri daha çok uyardığı ve bu nedenle VL kasına ait motor ünitelerin TVV tarafından meydana gelecek değişimden etkilenme potansiyelinin yüksek olduğu düşünülebilir. İstatistiksel olarak en büyük anlamlı kassal aktivasyon artışı 2 mm 40 Hz TVV uygulamasında ($p=0,04$, $d=1,2$, %37,9 artış) kaydedildi.

Buna göre VL kasına yönelik yapılacak bir TVV uygulamasına basketbolcuların futbolculardan daha çok kassal aktivasyon cevabı vereceği fakat bu cevabın yüksek frekans ve genlik kombinasyonuna sahip TVV uygulamalarına değil, düşük genliğe sahip yüksek frekanstaki TVV uygulamalarına vereceği düşünülebilir. Futbolcular ve yüzücülere ait VL kasında TVV sırasında meydana gelen değişimler incelendiğinde TVV uyarısına karşı bir değişim meydana gelmesine rağmen bu değişimin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı fakat yüksek düzey etki büyüklüğüne sahip olduğu görüldü. Bu sonuçlar değerlendirildiğinde, yüzücülere ait VL kasının futbolculara göre TVV'den daha çok etkilendiği ve en büyük değişimin 4 mm 30 Hz ($p=0,12$, $d=0,86$, %30,7 artış) ve 2 mm 40 Hz ($p=0,16$, $d=0,77$, %29,4 artış) değerlerindeki TVV'lerde olması dikkat çekicidir. Burada ilginç olan, VL kasına ait kassal aktivasyon değerlerinde düşük genlik değerindeki TVV'nin yüksek frekansındaki, yüksek frekanstaki TVV'nin ise düşük genlik değerindeki uygulamasında en büyük değişimin gözlenmesidir. Yüzücülerin futbolculara göre TVV'den daha çok etkilenmesinin, TVV'nin yüzücülere ait VL kasını daha fazla uyarmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Çalışmamızda quadriceps kasına ait incelenen VM, RF, VL kaslarına dinamik skuat sırasında antagonist olarak hareket eden BF kasının TVV'ye verdiği kassal aktivasyon değişimleri branşlar arasında karşılaştırma yapıldığında, TVV'nin dinamik skuat sırasında BF kasına ait kassal aktivasyonda istatistiksel olarak anlamlı bir değişim meydana getirmediği görüldü. İstatistiksel olarak anlamlı olmasa da yüksek düzey etki büyüklüğüne sahip tek değişim futbolcular ile basketbolcular arasındaki karşılaştırmada görüldü. Futbolcuların dinamik skuat sırasında 2 mm 40 Hz TVV uyarısına en büyük kassal aktivasyon değişim cevabını vermesi ($p=0,22$, $d=0,65$, %39,1 artış) dikkat çekicidir. Bunun nedeninin, futbolcuların şut atma

sırasında BF'nin patlayıcılık özelliğine sahip büyük kuvvet gerektiren bacağı geri çekme fazının futbola özgü bir beceri olması düşünüldüğünde BF kasının futbol branşında daha fazla uyarıldığı ve bu nedenle TVV gibi bir dış uyarana yanıt verme potansiyelinin yüksek olmasından kaynaklandığı söylenebilir. TVV'den etkilenme düzeyinin ise düşük genliklerde ve yüksek frekanslarda daha fazla olacağı düşünülebilir.

4.6. HİPOTEZ-6. Aynı frekans-genlik kombinasyonuna sahip TVV'ler farklı branşlarda farklı statik kassal aktivasyon düzeyleri ortaya çıkaracaktır.

Bu çalışma farklı spor branşlarında TVV'nin kassal aktivasyon üzerine etkilerinin araştırıldığı ilk çalışmadır. Bu nedenle literatürde çalışmamıza katkı sağlayacak herhangi bir çalışmaya rastlanmadı.

Aynı frekans-genlik kombinasyonuna sahip TVV'ler farklı branşlarda genel olarak farklı statik kassal aktivasyon düzeyleri ortaya koydu. Fakat sadece TA ve VL kaslarına ait kassal aktivasyondaki değişimlerin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görüldü. Çalışmamız kapsamında incelenen diğer kaslarda (GM, VM, RF, BF) ise istatistiksel olarak anlamlı olmasa da yüksek düzey etki büyüklüğüne sahip kassal aktivasyon değişimleri elde edildi. TA kasında meydana gelen istatistiksel olarak anlamlı kassal aktivasyon değişimleri, futbolcular ile basketbolcular ve futbolcular ile yüzücüler arasındaki istatistiksel karşılaştırmada gözlemlendi. Basketbolcuların statik skuat sırasında uygulanan TVV'ye verdikleri kassal aktivasyon cevabının futbolcuların aynı genlik ve frekans kombinasyonundaki TVV'ye verdiği kassal aktivasyon cevabından daha büyük olduğu görüldü. Basketbolcuların TA kasında meydana gelen kassal aktivasyon değişiminin 2 mm 30 Hz ($p=0,043$, $d=1,19$, %74,8 artış) ve 2 mm 35 Hz ($p=0,013$, $d=1,56$, %72,9 artış) TVV uygulamasında

futbolculara göre daha büyük olması dikkat çekicidir. Futbol ve basketbolcular arasındaki karşılaştırmada TA kasına ait kassal aktivasyon değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı olmasa da yüksek düzey etki büyüklüğüne sahip bir diğer değişim ise 4 mm 30 Hz TVV uygulamasında görüldü ($p=0,12$, $d=0,83$, %64,1 artış) ve bu TVV kombinasyonuna basketbolcuların futbolculardan daha büyük kassal aktivasyon cevabı verdiği görüldü. 0 mm 0 Hz statik skuat sırasında TA kasına ait kassal aktivasyon değerleri göz önüne alındığında basketbolcuların futbolculardan daha fazla değişim ortaya koyduğu, bu değişimin istatistiksel olarak anlamlı olmasa da yüksek düzey etki büyüklüğüne sahip olduğu ($p=0,059$, $d=1,12$, %69,7 artış) görüldü. TA kasına ait bu bulgular ışığında statik skuat sırasında basketbolculara ait TA kasının futbolculara ait TA kasından daha çok uyarıldığı, devreye giren motor ünite sayısının daha çok arttığı sonucuna varılabilir. Basketbolculara ait TA kasını daha çok uyaran statik skuatın TVV gibi bir dış uyarandan daha çok etkilendiği söylenebilir. Bu etkilenmenin ise düşük genlik-düşük frekans ve yüksek genlik-düşük frekans kombinasyonuna sahip TVV'lerden etkilendiği düşünülebilir. Futbol ve yüzme branşlarının statik skuat sırasında TA kasına ait kassal aktivasyon cevapları değerlendirildiğinde, yüzücülerde daha büyük anlamlı değişimler ($p=0,005$, $d=2,3$, %86,1 artış) gözlemlendi. Statik skuat sırasında futbolculara göre TA kasında daha büyük kassal aktivasyon değişimi ($p=0,027$ $d=1,32$, %76,6 artış) gözlenen yüzücülerin TVV'ye (4 mm 30 Hz) futbolculara göre istatistiksel olarak daha büyük anlamlı cevaplar verdiği görüldü. Elde edilen bu sonuca göre yüzücüler ile futbolcular karşılaştırıldığında yüzücülerin yüksek genlik-düşük frekans değerlerindeki TVV uygulamalarına artan kassal aktivasyon cevapları verdiği söylenebilir. Statik skuat sırasında aynı genlik-frekans kombinasyonları ile uygulanan TVV'ye TA kasının verdiği kassal aktivasyon cevapları basketbol ve

yüzücüler arasında karşılaştırıldığında ise istatistiksel olarak anlamlı bir değişimin meydana gelmediği görüldü. Bu sonuç, TVV'nin basketbol ve yüzücülerin TA kasına ait kassal aktivasyon değerleri arasında bir fark yaratacak kadar yeterli bir uyarma potansiyeline sahip olmadığını şeklinde yorumlanabilir. Çalışmamızda 120° diz eklem açısı ile gerçekleştirilen statik skuatın, TA'nın TVV uyarana yeterli cevabı verecek kadar uyaramadığı düşünülebilir. Çalışmamızda uygulanan test protokolünün, aynı branşlarda daha büyük bir katılımcı grup ile gerçekleştirilmesinin TA kasına ait istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar vereceği düşünülebilir.

GM kasının statik skuat sırasında branşlar arasında istatistiksel olarak anlamlı kassal aktivasyon değişimleri göstermediği görüldü. Bunun nedeninin çalışmamızda 120° diz eklem açısı ile gerçekleştirilen statik skuatın, GM kasına ait motor üniteleri TVV uyarana yeterli cevabı verecek kadar uyaramadığı düşünülebilir. Çalışmamızda uygulanan 30 saniye TVV'nin GM kasını yeterince uyaracak bir süre olmadığı, statik skuat sırasında daha uzun TVV uygulamalarının GM kasına ait motor üniteleri devreye sokacağı söylenebilir.

Branşlar arasında karşılaştırma yapıldığında, çalışmamızda quadriceps grubuna ait incelenen kaslarda (VM, RF, VL) statik skuat sırasında uygulanan TVV'ye sadece VL kasının istatistiksel olarak anlamlı kassal aktivasyon cevabı vermesi düşündürücüdür. 120° diz eklem açısı ile gerçekleştirilen statik skuat sırasında uygulanan TVV'nin branşlar arasında yeterli fark yaratacak kadar VM ve RF kaslarını uyarmadığı düşünülebilir. Tüm branşlarda statik skuat sırasında katılımcıların VM ve RF kasına ait kassal aktivasyon değerlerinde benzer artışların meydana geldiği söylenebilir. Çalışmamızda uygulanan test protokolünün, aynı branşlarda daha büyük bir katılımcı grup ile gerçekleştirilmesinin VM ve RF kasına

ait istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar vereceği düşünülebilir. Statik skuat hareketinde aynı genlik-frekans kombinasyonuna sahip TVV'lere VL kasının verdiği cevaplar ele alındığında, basketbolcuların futbolculara göre tüm TVV uygulamalarında istatistiksel olarak daha büyük kassal aktivasyon değişimi gösterdiği görüldü. Bu sonuca göre, basketbolculara ait VL kasının 120° statik skuat sırasında futbolculara göre daha fazla uyarıldığı söylenebilir. VL kasının statik skuat hareketinde aynı genlik-frekans kombinasyonuna sahip TVV'lere verdiği cevaplar futbolcular ve yüzücüler arasında karşılaştırıldığında ise yüzücülerin istatistiksel olarak daha büyük kassal aktivasyon değişimine sahip olduğu görüldü. Futbolcu ve yüzücülere ait VL kası, statik skuat sırasında 2 mm 40 Hz ve 4 m 30 Hz uygulamalarında en büyük istatistiksel olarak anlamlı kassal aktivasyon değişimi gösterdi. Bu nedenle yüzücü ve futbolculardan oluşan katılımcı gruplarda VL kasına yönelik TVV uygulamalarında 120° diz eklem açısı ile gerçekleştirilecek statik skuat sırasında düşük genlik-yüksek frekans ve yüksek genlik-düşük frekansların tercih edilmesi gerektiği söylenebilir. Belirtilen diz eklem açısı ile gerçekleştirilen statik skuatın, yüzücülerin futbolculara göre VL kasını daha çok uyardığı ($p=0,019$, $d=1,4$, %40, 1 artış) ve bu nedenle yüzücülerin TVV uyarısından futbolculara göre daha fazla etkilendiği düşünülebilir. VL kasının statik skuat sırasında uygulanan TVV'lere verdiği kassal aktivasyon cevapları basketbolcular ve yüzücüler arasında karşılaştırıldığında ise istatistiksel olarak herhangi bir anlamlı artışın görülmemesinin nedeninin basketbol ve yüzücülere ait VL kasının statik skuat sırasındaki TVV'lerden benzer oranda etkilenmesinden kaynaklandığı söylenebilir.

Statik skuat hareketinde aynı genlik-frekans kombinasyonuna sahip TVV'lere BF kasının verdiği cevaplar ele alındığında, tüm TVV uygulamalarında branşlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir kassal aktivasyon değişimi görülmedi. Ancak branşlar

arasında istatistiksel olarak anlamlı olmasa da yüksek düzey etki büyüklüğüne sahip değişimler elde edildi. Bunun nedeninin katılımcı sayısının bu karşılaştırmayı yapacak sayıda olmayışından, 120° diz eklem açısı ile gerçekleştirilen statik skuatın branşlar arasında belirgin fark yaratacak kadar BF kasını uyarmadığından, uygulanan TVV süresinin branşlar arasında belirgin fark yaratacak kadar yeterli olmayışından kaynaklandığı düşünülebilir.

BÖLÜM V

SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışmamız farklı spor branşlarının statik ve dinamik skuat sırasında farklı frekans ve genlik değerlerindeki TVV'ye verdiği kassal aktivasyon cevaplarının incelendiği ilk çalışmadır. Bu açıdan çalışmamızın TVV üzerine gerçekleştirilecek çalışmalara yeni bir bakış açısı sunacağı düşünülmektedir.

Branşların kendi içinde yapılan istatistiksel değerlendirmede genel olarak her branşın bireysel olarak hem dinamik hem de statik skaut sırasında gerçekleştirilen TVV uygulamalarına artan kassal aktivasyon cevaplar verdiği görüldü. Bu artışların bazı genlik-frekans kombinasyonunda istatistiksel olarak anlamlı olmasa da yüksek düzey etki büyüklüğü göstermesi katılımcı sayısının daha büyük olması halinde daha anlamlı sonuçların ortaya çıkacağını göstermektedir. Branşların kendi içinde TVV'ye verdiği kassal aktivasyon cevapları literatürde sayısız çalışma ile desteklenebilmekte iken branşların TVV'ye verdiği kassal aktivasyon cevaplarının karşılaştırılması konusunda literatür ile desteklenecek herhangi bir çalışmaya rastlanmayışı bu konuda bir eksiğin var olduğunu ortaya koymaktadır. Çalışmamızda gerçekleştirilen TVV uygulamalarına verilen kassal aktivasyon cevapları değerlendirildiğinde, TVV'nin, iyi antrenmanlı sporcuların kassal aktivasyon düzeyini arttırmak için etkili bir yöntem olduğu sonucuna varılabilir. Bu sonuca dayanarak, futbol-basketbol-yüzme branşında performans sporcularının TVV'den etkilendiği ve TVV'nin iyi antrenmanlı bireylerde kassal aktivasyonu arttırıcı, geleneksel antrenman programlarına dahil

edilebilecek bir yöntem olduğu söylenebilir. Çalışmamızda platforma yakın olan kasların TVV'den daha çok etkilendiğı görüldü. Bu nedenle, TA ve GM gibi kaslara yönelik olarak, antrenman sonrası toparlanma, sakatlık sürecinde rehabilitasyon veya sezon dışı dönemde TVV uygulamalarını kullanılması etkili bir yöntem olduğı söylenebilir. Tüm bunlara ek olarak çalışmamız sonucunda TVV uygulamalarında iyi antrenmanlı sporcuların dinamik yerine statik skuat yapmalarının kassal aktivasyonu arttırmada daha etkili olacağı bilgisi literatüre sunulabilir.

Farklı branşlardaki sporculara dinamik ve statik skuat sırasında uygulanacak akut TVV'nin her katılımcıda farklı kassal aktivasyon değişimlerine neden olacağı ve buna göre sporcuların akut TVV uygulamaları ile bacak kaslarına yönelik dinamik ve statik kuvveti artırıcı antrenmanların branşa özgü planlanması gerektiğı düşünülebilir. Benzer yorum bacak kaslarına yönelik kuvvet gelişimini inceleyen araştırmacılar için de yapılabilir. Araştırmacıların, farklı genlik ve frekanslardaki TVV'nin dinamik ve statik hareketler sırasında meydana getireceğı kassal aktivasyon değişiminin incelenmesi için katılımcı grubu aynı branşta yarışan ve benzer performans düzeyindeki sporculardan seçmesinin elde edilecek bulguların daha sağlıklı şekilde yorumlanmasını sağlayabilir. Farklı spor branşlarından katılan sporcular ile oluşturulan bir araştırma dizaynından elde edilecek bulgular, araştırmanın sonuçlarını etkileyebilir. Bu nedenle ileride gerçekleştirilecek çalışmaların aynı spor branşında özelleşmiş sporcular ile yapılması halinde, incelemek kassal aktivasyon değişimlerinin yorumlanması için homojen grubun elde edilmesini ve buna göre daha sağlıklı sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır.

BÖLÜM VI

ÖZET

FARKLI SPOR BRANŞLARINDA TÜM VÜCUT VİBRASYONUNUN KASSAL AKTİVASYON ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Bu çalışmanın amacı farklı spor branşlarındaki sporcuların statik ve dinamik hareketler sırasında farklı frekans ve genlik değerlerindeki Tüm Vücut Vibrasyon (TVV) uyarısında verdikleri kassal aktivasyon yanıtlarını yüzeysel Elektromiyografi (sEMG) ile araştırmaktır.

Bir kulübe bağlı, lisanlı olarak futbol, basketbol ve yüzme branşlarında yarışan toplam 20 katılımcı (7 futbolcu, 7 basketbolcu, 6 yüzücü) ile gerçekleştirilen çalışmada, katılımcıların 30 saniye TVV uygulaması altında iken statik ve dinamik skuat sırasında tibialis anterior, gastrocnemius medialis, vastus medialis, rectus femoris, vastus lateralis ve biceps femoris kaslarının sEMG ile aktiviteleri ölçüldü. Katılımcıların 5 dakika dinlenme aralıkları ile TVV öncesinde ve TVV sırasında gerçekleştirdikleri statik ve dinamik skuat sırasında kaydedilen sEMG'ye ait RMS (root mean square) değerleri TVV uygulamaları öncesinde elde edilen MVC (maksimal istemli kasılma) değerlerine göre belirlendi. Elde edilen veriler $3 \times 2 \times 7$ (Branş $\times$ Kasılma $\times$ TVV) Genelleştirilmiş Doğrusal Model Üç Etkenli Karma Tasarımlı Varyans Analizi (ANOVA) testiyle incelendi. Eşli karşılaştırmalar için

Fisher's LSD post hoc testi kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p \leq 0,05$ olarak belirlendi. Branşlar arasında istatistiksel karşılaştırma yapıldığında, istatistiksel olarak anlamlı farkların statik skuat sırasında TA ve VL kaslarına, dinamik skuat sırasında RF ve VL kaslarına ait olduğu görüldü. Statik skuat sırasında uygulanan TVV'lerden basketbolcuların futbolculardan [TA, 2 mm-30Hz ($p=0,043$), 2 mm-35 Hz($p=0,013$); VL, 2 mm-35 Hz ($p=0,029$), 2 mm 40 Hz ($p=0,019$), 4 mm-30 Hz ($p=0,002$), 4 mm-35 Hz ($p=0,016$), 4 mm-40 Hz ($p=0,024$)] ve yüzücülerin futbolculardan [TA, 4 mm-30 Hz ($p=0,027$); VL, 2 mm-40 Hz ($p=0,049$), 4 mm-30 Hz ($p=0,013$)] daha çok etkilendiği fakat basketbolcular ile yüzücüler arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlı fark olmadığı görüldü. Dinamik skuat sırasında uygulanan TVV'lerden basketbolcuların futbolculardan [VL, 2 mm-40 Hz ($p=0,042$), 4 mm-40 Hz ($p=0,050$)] ve basketbolcuların yüzücülerden [RF, 4 mm-40 Hz ($p=0,030$); VL, 4 mm-40 Hz ($p=0,043$)] daha çok etkilendiği sonucu elde edildi.

Sonuç olarak, gerçekleştirilen bu araştırma tasarımı ile TVV'nin, iyi antrenmanlı sporcuların kassal aktivasyon düzeyini arttırmak için etkili bir yöntem olduğu söylenebilir. Branş içi karşılaştırma yapıldığında, platforma yakın olan Tibialis Anterior ve Gastrocnemius Medialis kaslarının TVV'den daha çok etkilendiği görüldü. Bu nedenle, TVV'nin platforma yakın olan kaslara yönelik antrenman sonrası toparlanma, sakatlık sürecinde rehabilitasyon veya sezon dışı dönemde kullanılması etkili bir yöntem olabilir. Son olarak, kassal aktivasyonu arttırmayı hedefleyen iyi antrenmanlı erkek sporcuların TVV uygulamalarında dinamik yerine statik skuatı tercih etmeleri kassal aktivasyonu daha çok arttırabilir.

Anahtar sözcükler: tüm vücut vibrasyonu, kassal aktivasyon, EMG, farklı spor branşları

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE WHOLE BODY VIBRATION EFFECT ON MUSCULAR ACTIVATION IN DIFFERENT SPORTS BRANCHES

The purpose of the present study is to investigate the effects of Whole Body Vibration (WBV) on muscular activation of trained athletes from different sports branches during static and dynamic squats using surface electromyography (sEMG).

The study was performed on certified 20 players (7 soccer, 7 basketball, 6 swimming). sEMG activity of Tibialis Anterior (TA), Gastrocnemius Medialis (GM), Vastus Medialis (VM), Rectus Femoris (RF), Vastus Lateralis (VL) and Biceps Femoris (BF) muscles of participants was measured while performing static and dynamic squats before and during WBV treatments. Effects of seven 30-second WBV treatments (0mm 0Hz, 2mm 30Hz, 2mm 35Hz, 2mm 40Hz, 4mm 30Hz, 4mm 35Hz, 4mm 40Hz) were investigated. Treatments were separated by 5-minute rest intervals. All EMG(RMS) (Root Mean Square) values were normalized to the maximum sEMG signal recorded during MVCs (Maximal Voluntary Contraction) and referred to as %MVC. Obtained data were analyzed using $3 \times 2 \times 7$ (Branch $\times$ Contraction $\times$ Treatment) three-factor mixed design analysis of variance (ANOVA). Fisher's LSD post-hoc test was used for pairwise comparisons. Statistical significance level was set at $p \leq 0,05$.

According to statistical results, significant difference was found in sEMG values of TA and VL muscles during static squat and those of RF and VL muscles during dynamic squat between branches. During static squat, basketball players were affected by WBV treatments more than soccer players [TA, 2 mm-30Hz ($p=0,043$), 2 mm-35 Hz($p=0,013$); VL, 2 mm-35 Hz ($p=0,029$), 2 mm 40 Hz ($p=0,019$), 4 mm-30 Hz ($p=0,002$), 4 mm-35 Hz ($p=0,016$), 4 mm-40 Hz ($p=0,024$)] and swimmers were affected by WBV treatments more than soccer players [TA, 4 mm-30 Hz ($p=0,027$); VL, 2 mm-40 Hz ($p=0,049$), 4 mm-30 Hz ($p=0,013$)] but there was no statistical difference between basketball and swimming branches during static squat WBV treatments. During dynamic squat, basketball players were affected by WBV treatments more than soccer players [VL, 2 mm-40 Hz ($p=0,042$), 4 mm-40 Hz ($p=0,050$)], basketball players were affected by WBV treatments more than swimmers [RF, 4 mm-40 Hz ($p=0,030$); VL, 4 mm-40 Hz ($p=0,043$)].

To sum up, it can be said that WBV is an effective way to improve muscular activation of well trained athletes. It is seen that Tibialis Anterior and Gastrocnemius Medialis muscles which are closer to WBV platform are more affected from WBV from other muscles. Thus, WBV can be an effective way for recovery after training, rehabilitation during disability period or off season of muscles closer WBV platform. And finally, well trained men athletes who aimed to improve muscular activation should chose static squat instead of dynamic squat is the main output of our study.

Key words: Whole Body Vibration, muscular activation, EMG, different sports branches.

BÖLÜM VII

KAYNAKLAR

1. Aagaard, P. (2003). Training-induced changes in neural function, *Exerc Sport Sci Rev*, 31 (2): 61-67
2. Abercromby, A.F., Amonette, W.E., Layne, C.S., McFarlin, B.K., Hinman, M.R. and Paloski, W.H. (2007). Variation in neuromuscular responses during acute whole-body vibration exercise, *Med Sci Sports Exerc*, 39 (9): 1642-1650
3. Abercromby, A.F., Amonette, W.E., Layne, C.S., McFarlin, B.K., Hinman, M.R. and Paloski, W.H. (2007). Vibration exposure and biodynamic responses during whole-body vibration training, *Med Sci Sports Exerc*, 39 (10): 1794-1800
4. Albasini, A., Krause, M. and Rembitzki, I.V. (2010) *Using whole body vibration in physical therapy and sport : Clinical practice and treatment exercises*. 2010, Edinburgh ; New York: Churchill Livingstone/Elsevier. p.9.
5. Annino, G., Padua, E., Castagna, C., Di Salvo, V., Minichella, S., Tarpela, O., Manzi, V. and D'Ottavio, S. (2007). Effect of whole body vibration training on lower limb performance in selected high-level ballet students, *J Strength Cond Res*, 21 (4): 1072-1076
6. Avelar, N.C., Ribeiro, V.G., Mezencio, B., Fonseca, S.F., Tossige-Gomes, R., da Costa, S.J., Szmuchrowski, L., Gripp, F., Coimbra, C.C. and Lacerda, A.C. (2013). Influence of the knee flexion on muscle activation and transmissibility during whole body vibration, *J Electromyogr Kinesiol*, 23 (4): 844-850

7. Bosco, C., Cardinale, M., Colli, R., Tihanyi, J., Duvillard, S.P.V. and Viru, A. (1998). The influence of whole body vibration on jumping ability, *Biol. Sport*, 15 157-164
8. Bosco, C., Cardinale, M. and Tsarpela, O. (1999). Influence of vibration on mechanical power and electromyogram activity in human arm flexor muscles, *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 79 (4): 306-311
9. Bosco, C., Colli, R., Introini, E., Cardinale, M., Tsarpela, O., Madella, A., Tihanyi, J. and Viru, A. (1999). Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure, *Clin Physiol*, 19 (2): 183-187
10. Bosco, C., Iacovelli, M., Tsarpela, O., Cardinale, M., Bonifazi, M., Tihanyi, J., Viru, M., De Lorenzo, A. and Viru, A. (2000). Hormonal responses to whole-body vibration in men, *Eur J Appl Physiol*, 81 (6): 449-454
11. Bullock, N., Martin, D.T., Ross, A., Rosemond, C.D., Jordan, M.J. and Marino, F.E. (2008). Acute effect of whole-body vibration on sprint and jumping performance in elite skeleton athletes, *J Strength Cond Res*, 22 (4): 1371-1374
12. Burden, A. (2010). How should we normalize electromyograms obtained from healthy participants? What we have learned from over 25 years of research. (review) *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20 (6): 1023-1035
13. Burke, D., Hagbarth, K.E., Lofstedt, L. and Wallin, B.G. (1976). The responses of human muscle spindle endings to vibration during isometric contraction, *J Physiol*, 261 (3): 695-711
14. Burke, D., Hagbarth, K.E., Lofstedt, L. and Wallin, B.G. (1976). The responses of human muscle spindle endings to vibration of non-contracting muscles, *J Physiol*, 261 (3): 673-693

15. Burke, D. and Schiller, H.H. (1976). Discharge pattern of single motor units in the tonic vibration reflex of human triceps surae, *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 39 (8): 729-741
16. Burke, R.E. and Rymer, W.Z. (1976). Relative strength of synaptic input from short-latency pathways to motor units of defined type in cat medial gastrocnemius, *J Neurophysiol*, 39 (3): 447-458
17. Caputo, C., Bezanilla, F. and Horowicz, P. (1984). Depolarization-contraction coupling in short frog muscle fibers. A voltage clamp study, *J Gen Physiol*, 84 (1): 133-154
18. Cardinale, M. and Bosco, C. (2003). The use of vibration as an exercise intervention, *Exerc Sport Sci Rev*, 31 (1): 3-7
19. Cardinale, M. and Lim, J. (2003). Electromyography activity of vastus lateralis muscle during whole-body vibrations of different frequencies, *J Strength Cond Res*, 17 (3): 621-624
20. Cardinale, M. and Rittweger, J. (2006). Vibration exercise makes your muscles and bones stronger: Fact or fiction?, *J Br Menopause Soc*, 12 (1): 12-18
21. Cerrah, A.O., Ertan, H. and Soylu, A.R. (2010). Spor bilimlerinde elektromiyografi kullanımı, *SPORMETRE Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 8 (2): 43-49
22. Chambers, W.W. and Sprague, J.M. (1955). Functional localization in the cerebellum. I. Organization in longitudinal cortico-nuclear zones and their contribution to the control of posture, both extrapyramidal and pyramidal, *J Comp Neurol*, 103 (1): 105-129

23. Cochrane, D.J., *The effect of vibration aspects of muscle physiology and muscular performance*. 2010, Massey University: Palmerston North, New Zealand. p. 15, 236.
24. Cochrane, D.J. (2011). The potential neural mechanisms of acute indirect vibration, *J Sports Sci Med*, 10 (1): 19-30
25. Cochrane, D.J. and Hawke, E.J. (2007). Effects of acute upper-body vibration on strength and power variables in climbers, *J Strength Cond Res*, 21 (2): 527-531
26. Cochrane, D.J., Legg, S.J. and Hooker, M.J. (2004). The short-term effect of whole-body vibration training on vertical jump, sprint, and agility performance, *J Strength Cond Res*, 18 (4): 828-832
27. Cochrane, D.J., Loram, I.D., Stannard, S.R. and Rittweger, J. (2009). Changes in joint angle, muscle-tendon complex length, muscle contractile tissue displacement, and modulation of emg activity during acute whole-body vibration, *Muscle Nerve*, 40 (3): 420-429
28. Cochrane, D.J. and Stannard, S.R. (2005). Acute whole body vibration training increases vertical jump and flexibility performance in elite female field hockey players, *Br J Sports Med*, 39 (11): 860-865
29. Colson, S.S., Pensini, M., Espinosa, J., Garrandes, F. and Legros, P. (2010). Whole-body vibration training effects on the physical performance of basketball players, *J Strength Cond Res*, 24 (4): 999-1006
30. Cormie, P., Deane, R.S., Triplett, N.T. and McBride, J.M. (2006). Acute effects of whole-body vibration on muscle activity, strength, and power, *J Strength Cond Res*, 20 (2): 257-261

31. Corredoira, F. and y Durán, J.A. (2012). Acute effects of whole-body vibration training in female basketball players., *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* 12 (48): 625-633
32. Crone, C. and Nielsen, J. (1994). Central control of disynaptic reciprocal inhibition in humans, *Acta Physiol Scand*, 152 (4): 351-363
33. Da Silva, M.E., Nunez, V.M., Vaamonde, D., Fernandez, J.M., Poblador, M.S., Garcia-Manso, J.M. and Lancho, J.L. (2006). Effects of different frequencies of whole body vibration on muscular performance, *Biol Sport* 23 267-282
34. De Gail, P., Lance, J.W. and Neilson, P.D. (1966). Differential effects on tonic and phasic reflex mechanisms produced by vibration of muscles in man, *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 29 (1): 1-11
35. de Ruiter, C.J., van der Linden, R.M., van der Zijden, M.J., Hollander, A.P. and de Haan, A. (2003). Short-term effects of whole-body vibration on maximal voluntary isometric knee extensor force and rate of force rise, *Eur J Appl Physiol*, 88 (4-5): 472-475
36. de Ruiter, C.J., Van Raak, S.M., Schilperoort, J.V., Hollander, A.P. and de Haan, A. (2003). The effects of 11 weeks whole body vibration training on jump height, contractile properties and activation of human knee extensors, *Eur J Appl Physiol*, 90 (5-6): 595-600
37. Delecluse, C., Roelants, M., Diels, R., Koninckx, E. and Verschueren, S. (2005). Effects of whole body vibration training on muscle strength and sprint performance in sprint-trained athletes, *Int J Sports Med*, 26 (8): 662-668
38. Delecluse, C., Roelants, M. and Verschueren, S. (2003). Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training, *Med Sci Sports Exerc*, 35 (6): 1033-1041

39. Delliaux, S. and Jammes, Y. (2006). Effects of hypoxia on muscle response to tendon vibration in humans, *Muscle Nerve*, 34 (6): 754-761
40. Di Loreto, C., Ranchelli, A., Lucidi, P., Murdolo, G., Parlanti, N., De Cicco, A., Tsarpela, O., Annino, G., Bosco, C., Santeusano, F., Bolli, G.B. and De Feo, P. (2004). Effects of whole-body vibration exercise on the endocrine system of healthy men, *J Endocrinol Invest*, 27 (4): 323-327
41. Eklund, G. and Hagbarth, K.E. (1966). Normal variability of tonic vibration reflexes in man, *Exp Neurol*, 16 (1): 80-92
42. Erskine, J., Smillie, I., Leiper, J., Ball, D. and Cardinale, M. (2007). Neuromuscular and hormonal responses to a single session of whole body vibration exercise in healthy young men, *Clin Physiol Funct Imaging*, 27 (4): 242-248
43. Escamilla, R.F., Fleisig, G.S., Zheng, N., Lander, J.E., Barrentine, S.W., Andrews, J.R., Bergemann, B.W. and Moorman, C.T., 3rd. (2001). Effects of technique variations on knee biomechanics during the squat and leg press, *Med Sci Sports Exerc*, 33 (9): 1552-1566
44. Fagnani, F., Giombini, A., Di Cesare, A., Pigozzi, F. and Di Salvo, V. (2006). The effects of a whole-body vibration program on muscle performance and flexibility in female athletes, *Am J Phys Med Rehabil*, 85 (12): 956-962
45. Farina, D., Blanchietti, A., Pozzo, M. and Merletti, R. (2004). M-wave properties during progressive motor unit activation by transcutaneous stimulation, *J Appl Physiol (1985)*, 97 (2): 545-555
46. Felice Di Iorio, Mario Cesarelli, Paolo Bifulco, Antonio Fratini, Eliana Roveda and Ruffo, M. (2012). The effect of whole body vibration on oxygen uptake and electromyographic signal of the rectus femoris muscle during static and dynamic squat, *Journal of Exercise Physiology*, 15 (5): 18-31

47. Fernandez-Rio, J., Terrados, N., Fernandez-Garcia, B. and Suman, O.E. (2010). Effects of vibration training on force production in female basketball players, *J Strength Cond Res*, 24 (5): 1373-1380
48. Freund, H.J., Budingen, H.J. and Dietz, V. (1975). Activity of single motor units from human forearm muscles during voluntary isometric contractions, *J Neurophysiol*, 38 (4): 933-946
49. Gonzalez, J.C., Fernandez-Rio, J., Fernandez-García, B. and Nicolas, T. (2007). Whole body vibration training applied to female basketball players: Long-term effects on strength development, *Medicine&Science in Sports&Exercise*, 39 (5 Supplement): 216
50. Griffin, L., Garland, S.J., Ivanova, T. and Gossen, E.R. (2001). Muscle vibration sustains motor unit firing rate during submaximal isometric fatigue in humans, *J Physiol*, 535 (Pt 3): 929-936
51. Guyton, A.C. and Hall, J.E. (2001) *Tibbi fizyoloji textbook of medical physiology*. 10. Edisyon ed, ed. H. Çavuşoğlu, Yeğen, B.Ç., Aydın, Z., Alican, İ. 2001, İstanbul: Nobel Yayın Dağıtım. p.68-69.
52. Hagbarth, K.E. and Eklund, G. (1966). Tonic vibration reflexes (tvr) in spasticity, *Brain Res*, 2 (2): 201-203
53. Hazell, T.J., Jakobi, J.M. and Kenno, K.A. (2007). The effects of whole-body vibration on upper- and lower-body emg during static and dynamic contractions, *Appl Physiol Nutr Metab*, 32 (6): 1156-1163
54. Hazell, T.J., Kenno, K.A. and Jakobi, J.M. (2010). Evaluation of muscle activity for loaded and unloaded dynamic squats during vertical whole-body vibration, *J Strength Cond Res*, 24 (7): 1860-1865

55. Hogrel, J.Y. (2003). Use of surface emg for studying motor unit recruitment during isometric linear force ramp, *J Electromyogr Kinesiol*, 13 (5): 417-423
56. Hopkins, T., Pak, J.O., Robertshaw, A.E., Feland, J.B., Hunter, I. and Gage, M. (2008). Whole body vibration and dynamic restraint, *Int J Sports Med*, 29 (5): 424-428
57. Hulliger, M. (1984). The mammalian muscle spindle and its central control, *Rev Physiol Biochem Pharmacol*, 101 1-110
58. Hultborn, H., Meunier, S., Pierrot-Deseilligny, E. and Shindo, M. (1987). Changes in presynaptic inhibition of ia fibres at the onset of voluntary contraction in man, *J Physiol*, 389 757-772
59. Inesi, G. (1985). Mechanism of calcium transport, *Annu Rev Physiol*, 47 573-601
60. Irmak, S., Emiroğlu, F. and Gökhan, N. (1982) *Fizyoloji, kısa ders kitabı*. 1982, İstanbul: Ar Yayın Dağıtım. p.100, 119.
61. Isear, J.A., Jr., Erickson, J.C. and Worrell, T.W. (1997). Emg analysis of lower extremity muscle recruitment patterns during an unloaded squat, *Med Sci Sports Exerc*, 29 (4): 532-539
62. Issurin, V.B., Liebermann, D.G. and Tenenbaum, G. (1994). Effect of vibratory stimulation training on maximal force and flexibility, *J Sports Sci*, 12 (6): 561-566
63. Issurin, V.B. and Tenenbaum, G. (1999). Acute and residual effects of vibratory stimulation on explosive strength in elite and amateur athletes, *J Sports Sci*, 17 (3): 177-182
64. Johnston, R.M., Bishop, B. and Coffey, G.H. (1970). Mechanical vibration of skeletal muscles, *Phys Ther*, 50 (4): 499-505

65. Keenan, K.G., Farina, D., Maluf, K.S., Merletti, R. and Enoka, R.M. (2005). Influence of amplitude cancellation on the simulated surface electromyogram, *J Appl Physiol* (1985), 98 (1): 120-131
66. Keene, O.N. (1995). The log transformation is special, *Stat Med*, 14 (8): 811-819
67. Kerschman-Schindl, K., Grampp, S., Henk, C., Resch, H., Preisinger, E., Fialka-Moser, V. and Imhof, H. (2001). Whole-body vibration exercise leads to alterations in muscle blood volume, *Clin Physiol*, 21 (3): 377-382
68. Kinser, A.M., Ramsey, M.W., O'Bryant, H.S., Ayres, C.A., Sands, W.A. and Stone, M.H. (2008). Vibration and stretching effects on flexibility and explosive strength in young gymnasts, *Med Sci Sports Exerc*, 40 (1): 133-140
69. Komi, P.V., IOC Medical Commission. and International Federation of Sports Medicine. (2003) *Strength and power in sport / edited by paavo v. Komi*. 2nd ed. The encyclopaedia of sports medicine. 2003, Osney Mead, Oxford ; Malden, MA: Blackwell Science. p.5.
70. Kraemer, W.J., Fleck, S.J. and Deshenes, M.R. *Exercise physiology, integrating theory and application* 1st ed., Philadelphia: Wolters Kluwer. p.85-86.
71. Krol, P., Piecha, M., Slomka, K., Sobota, G., Polak, A. and Juras, G. (2011). The effect of whole-body vibration frequency and amplitude on the myoelectric activity of vastus medialis and vastus lateralis, *J Sports Sci Med*, 10 (1): 169-174
72. Kvorning, T., Bagger, M., Caserotti, P. and Madsen, K. (2006). Effects of vibration and resistance training on neuromuscular and hormonal measures, *Eur J Appl Physiol*, 96 (5): 615-625

73. Kwok, W.M. and Best, P.M. (1991). Calcium-induced inactivation of calcium release from the sarcoplasmic reticulum of skeletal muscle, *Pflugers Arch*, 419 (2): 166-176
74. Latash, M.L. (2012) *Fundamentals of motor control*. 1st ed. 2012, Amsterdam ; Boston: Elsevier/Academic Press. p.172, 190.
75. Lippert, L. (2011) *Clinical kinesiology and anatomy*. 5th ed. 2011, Philadelphia, PA: F.A. Davis. p.55-60.
76. Longstaff, A. (2011) *Neuroscience*. 3rd ed. Bios instant notes. 2011, New York: Garland Science. p.17, 28, 209.
77. Lorenzen, C., Maschette, W., Koh, M. and Wilson, C. (2009). Inconsistent use of terminology in whole body vibration exercise research, *J Sci Med Sport*, 12 (6): 676-678
78. Mahieu, N.N., Witvrouw, E., Van de Voorde, D., Michilsens, D., Arbyn, V. and Van den Broecke, W. (2006). Improving strength and postural control in young skiers: Whole-body vibration versus equivalent resistance training, *J Athl Train*, 41 (3): 286-293
79. Marin, P.J., Bunker, D., Rhea, M.R. and Ayllon, F.N. (2009). Neuromuscular activity during whole-body vibration of different amplitudes and footwear conditions: Implications for prescription of vibratory stimulation, *J Strength Cond Res*, 23 (8): 2311-2316
80. Martin, B.J. and Park, H.S. (1997). Analysis of the tonic vibration reflex: Influence of vibration variables on motor unit synchronization and fatigue, *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 75 (6): 504-511

81. Matthews, P.B. (1966). The reflex excitation of the soleus muscle of the decerebrate cat caused by vibration applied to its tendon, *J Physiol*, 184 (2): 450-472
82. McInnes, S.E., Carlson, J.S., Jones, C.J. and McKenna, M.J. (1995). The physiological load imposed on basketball players during competition, *J Sports Sci*, 13 (5): 387-397
83. Melzer, W., Schneider, M.F., Simon, B.J. and Szucs, G. (1986). Intramembrane charge movement and calcium release in frog skeletal muscle, *J Physiol*, 373 481-511
84. Milner-Brown, H.S., Stein, R.B. and Yemm, R. (1973). Changes in firing rate of human motor units during linearly changing voluntary contractions, *J Physiol*, 230 (2): 371-390
85. Milner-Brown, H.S., Stein, R.B. and Yemm, R. (1973). The contractile properties of human motor units during voluntary isometric contractions, *J Physiol*, 228 (2): 285-306
86. Moritani, T. and Muro, M. (1987). Motor unit activity and surface electromyogram power spectrum during increasing force of contraction, *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 56 (3): 260-265
87. Mottram, C.J., Maluf, K.S., Stephenson, J.L., Anderson, M.K. and Enoka, R.M. (2006). Prolonged vibration of the biceps brachii tendon reduces time to failure when maintaining arm position with a submaximal load, *J Neurophysiol*, 95 (2): 1185-1193
88. Naemi, R., Easson, W.J. and Sanders, R.H. (2010). Hydrodynamic glide efficiency in swimming, *J Sci Med Sport*, 13 (4): 444-451

89. Nakagawa, S. (2004). A farewell to bonferroni: The problems of low statistical power and publication bias, *Behavioral Ecology*, 15 (6): 1044-1045
90. Nepocatych, S., Bishop, P.A., Balilionis, G., Richardson, M.T. and Hubner, P.J. (2010). Acute effect of upper-body vibration on performance in master swimmers, *J Strength Cond Res*, 24 (12): 3396-3403
91. Nordlund, M.M. and Thorstensson, A. (2007). Strength training effects of whole-body vibration?, *Scand J Med Sci Sports*, 17 (1): 12-17
92. Nordlund, M.M., Thorstensson, A. and Cresswell, A.G. (2004). Conditioning via-afferent stimulation reduces the soleus hoffman reflex in humans when muscle spindles are assumed to be inactive, *Neurosci Lett*, 366 (3): 250-253
93. Norkin, C.C. and White, D.J. (2003) *Measurement of joint motion: A guide to goniometry*. 3rd ed. 2003, Philadelphia: F.A. Davis
94. Padulo, J., Di Giminiani, R., Ibba, G., Zarrouk, N., Moalla, W., Attene, G., Migliaccio, G.M., Pizzolato, F., Bishop, D. and Chamari, K. (2014). The acute effect of whole body vibration on repeated shuttle-running in young soccer players, *Int J Sports Med*, 35 (1): 49-54
95. Pendergast, D.R., Mollendorf, J.C., Cuiello, R. and Termin, A.C. (2006). Application of theoretical principles to swimsuit drag reduction, *Sport Engineering*, 9 65-76
96. Perneger, T.V. (1998). What's wrong with bonferroni adjustments, *BMJ*, 316 (7139): 1236-1238
97. Person, R. and Kozhina, G. (1992). Tonic vibration reflex of human limb muscles: Discharge pattern of motor units, *J Electromyogr Kinesiol*, 2 (1): 1-9

98. Plowman, S.A. and Smith, D.L. (2011) *Exercise physiology for health, fitness, and performance*. 3rd ed. 2011, Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins. p.536, 590-596.
99. Pollock, R.D., Woledge, R.C., Mills, K.R., Martin, F.C. and Newham, D.J. (2010). Muscle activity and acceleration during whole body vibration: Effect of frequency and amplitude, *Clin Biomech*, 25 (8): 840-846
100. Pope, M.H., Broman, H. and Hansson, T. (1990). Factors affecting the dynamic response of the seated subject, *J Spinal Disord*, 3 (2): 135-142
101. Rauch, F., Sievanen, H., Boonen, S., Cardinale, M., Degens, H., Felsenberg, D., Roth, J., Schoenau, E., Verschueren, S., Rittweger, J., International Society of M. and Neuronal, I. (2010). Reporting whole-body vibration intervention studies: Recommendations of the international society of musculoskeletal and neuronal interactions, *J Musculoskelet Neuronal Interact*, 10 (3): 193-198
102. Ribot-Ciscar, E., Rossi-Durand, C. and Roll, J.P. (1998). Muscle spindle activity following muscle tendon vibration in man, *Neurosci Lett*, 258 (3): 147-150
103. Riley, Z.A., Maerz, A.H., Litsey, J.C. and Enoka, R.M. (2008). Motor unit recruitment in human biceps brachii during sustained voluntary contractions, *J Physiol*, 586 (8): 2183-2193
104. Rittweger, J. (2010). Vibration as an exercise modality: How it may work, and what its potential might be, *Eur J Appl Physiol*, 108 (5): 877-904
105. Rittweger, J., Beller, G. and Felsenberg, D. (2000). Acute physiological effects of exhaustive whole-body vibration exercise in man, *Clin Physiol*, 20 (2): 134-142

106. Rittweger, J., Ehrig, J., Just, K., Mutschelknauss, M., Kirsch, K.A. and Felsenberg, D. (2002). Oxygen uptake in whole-body vibration exercise: Influence of vibration frequency, amplitude, and external load, *Int J Sports Med*, 23 (6): 428-432
107. Rittweger, J., Just, K., Kautzsch, K., Reeg, P. and Felsenberg, D. (2002). Treatment of chronic lower back pain with lumbar extension and whole-body vibration exercise: A randomized controlled trial, *Spine*, 27 (17): 1829-1834
108. Rittweger, J., Mutschelknauss, M. and Felsenberg, D. (2003). Acute changes in neuromuscular excitability after exhaustive whole body vibration exercise as compared to exhaustion by squatting exercise, *Clin Physiol Funct Imaging*, 23 (2): 81-86
109. Rittweger, J., Schiessl, H. and Felsenberg, D. (2001). Oxygen uptake during whole-body vibration exercise: Comparison with squatting as a slow voluntary movement, *Eur J Appl Physiol*, 86 (2): 169-173
110. Ritzmann, R., Gollhofer, A. and Kramer, A. (2013). The influence of vibration type, frequency, body position and additional load on the neuromuscular activity during whole body vibration, *Eur J Appl Physiol*, 113 (1): 1-11
111. Ritzmann, R., Kramer, A., Gruber, M., Gollhofer, A. and Taube, W. (2010). Emg activity during whole body vibration: Motion artifacts or stretch reflexes?, *Eur J Appl Physiol*, 110 (1): 143-151
112. Roelants, M., Delecluse, C., Goris, M. and Verschueren, S. (2004). Effects of 24 weeks of whole body vibration training on body composition and muscle strength in untrained females, *Int J Sports Med*, 25 (1): 1-5
113. Roelants, M., Delecluse, C. and Verschueren, S.M. (2004). Whole-body-vibration training increases knee-extension strength and speed of movement in older women, *J Am Geriatr Soc*, 52 (6): 901-908

114. Roelants, M., Verschueren, S.M., Delecluse, C., Levin, O. and Stijnen, V. (2006). Whole-body-vibration-induced increase in leg muscle activity during different squat exercises, *J Strength Cond Res*, 20 (1): 124-129
115. Roll, J.P., Vedel, J.P. and Ribot, E. (1989). Alteration of proprioceptive messages induced by tendon vibration in man: A microneurographic study, *Exp Brain Res*, 76 (1): 213-222
116. Romaguere, P., Vedel, J.P. and Pagni, S. (1993). Effects of tonic vibration reflex on motor unit recruitment in human wrist extensor muscles, *Brain Res*, 602 (1): 32-40
117. Rushall, B.S., Springings, E.J., Holt, L.E. and Cappaert, J.M. (1994). A re-evaluation of forces in swimming, *Journal of Swimming Research*, 10 6-30
118. Sanders, R.H. (2013). How do asymmetries affect swimming performance? , *J. Swimming Research*, 21 1-17
119. Schabort, E.J., Hawley, J.A., Hopkins, W.G., Mujika, I. and Noakes, T.D. (1998). A new reliable laboratory test of endurance performance for road cyclists, *Med Sci Sports Exerc*, 30 (12): 1744-1750
120. Seifert, L., Chollet, D. and Bardy, B.G. (2004). Effect of swimming velocity on arm coordination in the front crawl: A dynamic analysis, *J Sports Sci*, 22 (7): 651-660
121. Shahbazi, M.M. and Sabbaghian, S. *Drag force to body dimensions in butterfly swimming*. in *XXIII International Symposium of Biomechanics in Sports*. 2005. University of Ottawa, Canada.
122. Siegel, A., Sapru, H.N. and Siegel, H. *Essential neuroscience*. 2nd Edition ed., Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. p.259, 326.

123. Stalberg, E., Andreassen, S., Falck, B., Lang, H., Rosenfalck, A. and Trojaborg, W. (1986). Quantitative analysis of individual motor unit potentials: A proposition for standardized terminology and criteria for measurement, *J Clin Neurophysiol*, 3 (4): 313-348
124. Starkoff, E.B., *Effectiveness of the swisswing biomechanical stimulation device for recovery after acute exercise in professional male soccer players*. 2001, Cleaveland University: Ohio, ABD.
125. Stauber, W.T. (1989). Eccentric action of muscles: Physiology, injury, and adaptation, *Exerc Sport Sci Rev*, 17 157-185
126. Torvinen, S., Kannus, P., Sievanen, H., Jarvinen, T.A., Pasanen, M., Kontulainen, S., Jarvinen, T.L., Jarvinen, M., Oja, P. and Vuori, I. (2002). Effect of four-month vertical whole body vibration on performance and balance, *Med Sci Sports Exerc*, 34 (9): 1523-1528
127. Torvinen, S., Kannus, P., Sievanen, H., Jarvinen, T.A., Pasanen, M., Kontulainen, S., Nenonen, A., Jarvinen, T.L., Paakkala, T., Jarvinen, M. and Vuori, I. (2003). Effect of 8-month vertical whole body vibration on bone, muscle performance, and body balance: A randomized controlled study, *J Bone Miner Res*, 18 (5): 876-884
128. Torvinen, S., Sievanen, H., Jarvinen, T.A., Pasanen, M., Kontulainen, S. and Kannus, P. (2002). Effect of 4-min vertical whole body vibration on muscle performance and body balance: A randomized cross-over study, *Int J Sports Med*, 23 (5): 374-379
129. Toussaint, H. *The fastskin body suit: Hip, hype, but does it reduce drag during front crawl swimming?* in *XXth International Symposium on Biomechanics in Sports Swimming*. 2002. University of Extramedura, Caceres, Spain.

130. Toussaint, H.M., de Groot, G., Savelberg, H.H., Vervoorn, K., Hollander, A.P. and van Ingen Schenau, G.J. (1988). Active drag related to velocity in male and female swimmers, *J Biomech*, 21 (5): 435-438
131. Trompetto, C., Curra, A., Buccolieri, A., Suppa, A., Abbruzzese, G. and Berardelli, A. (2006). Botulinum toxin changes intrafusal feedback in dystonia: A study with the tonic vibration reflex, *Mov Disord*, 21 (6): 777-782
132. Verschueren, S.M., Bogaerts, A., Delecluse, C., Claessens, A.L., Haentjens, P., Vanderschueren, D. and Boonen, S. (2011). The effects of whole-body vibration training and vitamin d supplementation on muscle strength, muscle mass, and bone density in institutionalized elderly women: A 6-month randomized, controlled trial, *J Bone Miner Res*, 26 (1): 42-49
133. Verschueren, S.M., Roelants, M., Delecluse, C., Swinnen, S., Vanderschueren, D. and Boonen, S. (2004). Effect of 6-month whole body vibration training on hip density, muscle strength, and postural control in postmenopausal women: A randomized controlled pilot study, *J Bone Miner Res*, 19 (3): 352-359
134. Wilcock, I.M., Whatman, C., Harris, N. and Keogh, J.W. (2009). Vibration training: Could it enhance the strength, power, or speed of athletes?, *J Strength Cond Res*, 23 (2): 593-603
135. William A. Sands, Jeni R. McNeal, Michael H. Stone, Wendy L. Kimmel, G. Gregory Haff and Jemni, M. (2008). The effect of vibration on active and passive range of motion in elite female synchronized swimmers, *European Journal of Sport Science*, 8 (4): 217-223
136. Winter, D.A. (2009) *Biomechanics and motor control of human movement*. 4th ed. 2009, Hoboken, N.J.: Wiley. p.250.

137. Wragg, C.B., Maxwell, N.S. and Doust, J.H. (2000). Evaluation of the reliability and validity of a soccer-specific field test of repeated sprint ability, *Eur J Appl Physiol*, 83 (1): 77-83
138. Ziylan, T. and Murshid, K.A. (2000). Kortkesin anatomik yapısı ve fonksiyonel alanları, *Gen Tıp Dergisi*, 10 (2): 87-91

EKLER

EK 1: Etik Kurul Onayı

EK 2: Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

T.C.
CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞI
YEREL ETİK KURUL
BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU



ÇALIŞMANIN ADI: Farklı Spor Branşlarındaki Sporculara Uygulanacak Tüm Vücut Titreşim Egzersizinin Kas Kasılma Düzeyi Üzerine Etkisinin İncelenmesi

Bir araştırma çalışmasına katılmanız istenmektedir. Çalışmaya katılıp katılmama kararı tamamen size aittir. Katılmak isteyip istemediğinize karar vermeden önce araştırmanın neden yapıldığını bilgilerinizin nasıl kullanılacağını çalışmanın neleri içerdiğini ve olası yararlarını risklerini ve rahatsızlık verebilecek konuları anlamanız önemlidir. Lütfen aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırınız ve eğer istiyorsanız özel veya aile doktorunuzla konuyu değerlendiriniz. Eğer çalışmaya katılmaya karar verirsiniz imzalamanız için size bu Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu verilecektir. Çalışmadan herhangi bir zamanda ayrılmakta özgürsünüz. Eğer isterseniz, bu çalışmaya katılmanızla ilgili olarak hekiminiz / aile doktorunuz bilgilendirilecektir. Çalışma amacıyla yapılan normal muayeneler sırasında istenilen tetkikleriniz dışındaki tüm laboratuvar testleri çalışma destekleyicisi tarafından karşılanacak; size veya bağlı bulunduğunuz özel sigorta veya resmi sosyal güvenlik kurumuna ödettilemeyecektir.

ÇALIŞMANIN KONUSU VE AMACI:

Bu çalışmanın amacı çöküp kalkma (dinamik skuat) ve belirli bir çökülü pozisyonda sabit durma (statik skuat) hareketleri sırasında farklı şiddetlerdeki titreşim uygulamalarının kaslar üzerinde yaratmış olduğu etkiyi ve bu hareketler sırasındaki kasların aktivasyonunu incelemektir.

ÇALIŞMA İŞLEMLERİ:

Bazı bacak kaslarımızın (Tibialis Anterior, Gastrocnemius Medialis, Vastus Medialis, Rectus Femoris, Vastus Lateralis ve Biceps Femoris) ne düzeyde kasıldığını ölçebilmek için bu bölgelere alıcılar yapıştırılacaktır. Kaslarınızdan sinyali en iyi şekilde alabilmeleri için bu alıcılar, kaslarımızın belirli bölgeleri (yaklaşık 4cm²lik bölgeler) alkol ile temizlendikten sonra, flaster bant ile cildinize yapıştırılacaktır. Daha sonra sırt üstü yatmanız istenecek ve 30 saniye süresince dinlenik durumdaki kasılma düzeyiniz kaydedilecektir. Ayakta dik durumda iken kasılma düzeyinizi belirlemek için de 30 saniye boyunca ayakta hareketsiz bir şekilde durmanız istenecektir. Ardından, titreşim cihazına çıkmanız istenecek, fakat cihaz ilk etapta çalışır durumda olmayacaktır. 30 saniye boyunca statik skuat (dizler bükülü durumda sabit kalma) hareketi yapmanız istenecek ardından sandalyeye oturarak 2 dakika boyunca dinleneceksiniz. Sonrasında 30 saniye süresince dinamik skuat (dizler bükülerek belirli bir hareket genişliği içinde çöküp kalkma hareketi) hareketi yapmanız istenecektir. Hem statik hem de dinamik skuat hareketiniz sırasında kaslarınızda alıcı, kasılma düzeyiniz ölçülecek ve kaydedilecektir. Bu yapılan uygulamalar, sizin titreşim etkisi yokken kaslarınızda oluşan kasılma düzeyini ölçülecektir. Daha sonra kaslarınızda maksimal kasılma düzeyini belirleme amacıyla parmakucunu yukarı kaldırma, parmakucunda yükselme, diz bükme ve diz germe hareketleri sırasında kaslarınızı, maksimal düzeyde kasmanız istenecektir. Her biri 5 saniye sürecek bu uygulamalar, ikişer dakika aralıklarla üçer defa tekrarlanacaktır. Bu uygulamalarla kaslarımızın maksimal kasılma düzeyi belirlenmiş olacaktır. Bu aşamadan sonra dinamik skuat ve statik skuat hareketlerini vücudunuza titreşim veren Tüm Vücut Vibrasyon (TVV) cihazı üzerinde gerçekleştireceksiniz. Herbiri 30 saniye sürecek ve 6 farklı şiddette gerçekleştirilecek titreşim uygulamaları sırasında dinamik ve statik skuat yapmanız istenecektir. Her uygulama arasında 5 dakika dinlenme verilecektir. Toplamda 12 (6 statik + 6 dinamik) titreşim uygulaması gerçekleştirmiş olacaksınız. Ölçümlerin tamamı laboratuvar ortamında yapılacaktır. Katılacağınız bu testin amacı; titreşim yokken ve varken kasılma aktivasyonunuzdaki değişim miktarını ölçmektir. Tüm bu işlemler için laboratuvar ortamına sadece 1 gün geleceksiniz.

Karşılaşılabilecek Riskler:

Bu çalışmada verilen düşük şiddetlerdeki (30 Hz-2mm, 30 Hz-4mm, 35 Hz-2mm, 35 Hz-4mm, 40 Hz-2mm, 40Hz,4mm) titreşim uygulamalarının sinir sistemi üzerinde yorgunluk dışında herhangi bir zararlı etkisi yoktur. Bununla birlikte çalışma sırasında bazı hareketler gerçekleştireceksiniz. Fiziksel kondisyon

Yerel Etik Kurul
Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu - V2

Sayfa: 1 / 3

durumunuzla bağlantılı olarak test bittikten sonra bacaklarınızda yorgunluk veya kendiliğinden geçici olan kassal sertleşme durumu gözlenebilir.

ÇALIŞMAYA KATILMAMIN OLASI YARARLARI NELERDİR?

Katılacağınız bu çalışma size tıbbi olarak bir yarar sağlamayacaktır. Ancak bu çalışmadan çıkarılan sonuçlar başka insanların yararına kullanılabilir. Ayrıca, bu çalışma sırasında, bilimsel bir araştırmamanın nasıl gerçekleştirildiği hakkında fikir sahibi olmuş olacaksınız.

KİŞİSEL BİLGİLERİM NASIL KULLANILACAK?

Bu formu imzalayarak araştırmacının çalışma için sizin kişisel bilgilerinizi (“Çalışma Verileri”) toplamalarına ve kullanmalarına onay vermiş olacaksınız. Bu durum doğum tarihiniz, cinsiyetiniz, ayrıca Çalışma verilerinizin kullanımı ile ilgili verdiğiniz onayın herhangi bir belirlenmiş birim tarihi yoktur, ancak araştırma yürütücünüzü haberdar ederek bu onayınızdan herhangi bir zamanda vazgeçebilirsiniz.

Araştırma yürütücünüz çalışma verilerinizi çalışma için kullanacaktır. Çalışmanın sonuçları tıbbi yayınlarda yayımlanabilir, ancak sizin kimlik bilgileriniz bu yayınlarda açıklanmayacaktır.

Araştırma yürütücüsünden toplanan çalışma verileriniz hakkında bilgi isteme hakkında sahipsiniz. Aynı zamanda bu verilerdeki herhangi bir hatanın düzeltilmesini isteme hakkında da sahipsiniz. Eğer bu konuda bir isteğiniz olursa lütfen araştırmacınız ile görüşünüz.

Eğer onayınızda vazgeçerseniz, araştırma yürütücünüz çalışma verilerinizi artık kullanamayacak ya da diğer kişilerle paylaşamayacaktır.

Bu formu imzalayarak, çalışma verilerinizin bu formda tanımlandığı şekilde kullanımına onay vermektedir.

SORU VE PROBLEMLER İÇİN BAŞVURULACAK KİŞİLER:

1. Bahtiyar ÖZÇALDIRAN (Tez Danışmanı) (0232) 3111289
Ege Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, BORNOVA, İZMİR
2. A) Hayri ERTAN (Tez 2. Danışmanı) (0222) 321 35 50 – 6724
B) Deniz ŞİMŞEK (0222) 321 35 50 – 6721
C) İlilge ÖZSU (0222) 321 35 50 – 6786
Anadolu Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, ESKİŞEHİR

Çalışmaya Katılma Onayı

Yukarıdaki bilgileri doktorumla ayrıntılı olarak tartıştım ve kendisi bütün sorularımı cevapladı. Bu bilgilendirilmiş olur belgesini okudum ve anladım. Bu araştırmaya katılmayı kabul ediyorum ve bu onay belgesini kendi hür irademle imzalıyorum. Bu onay, ilgili hiçbir kanun ve yönetmeliği geçersiz kılmaz. Doktorum saklamam için bu belgenin bir kopyasını çalışma sırasında dikkat edeceğim noktaları da içerecek şekilde bana teslim etmiştir.

Gönüllü Adı Soyadı:		Tarih ve İmza:
---------------------	--	----------------

T.C.
CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞI
YEREL ETİK KURUL
BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU



Adres ve Telefon:	
-------------------	--

Veli / Vasinin Adı Soyadı:		Tarih ve İmza:
Adres ve Telefon:		

Tanık ¹ Adı Soyadı:		Tarih ve İmza:
Adres ve Telefon:		

Araştırmacı ² Adı Soyadı:		Tarih ve İmza:
Adres ve Telefon:		

ÖZGEÇMİŞ

1. Adı ve Soyadı: İlbilge Özsu

2. Doğum Tarihi: 22. 05. 1983

YABANCI DİL DÜZEYİ

Üniversitelerarası Kurul Yabancı Dil Sınavı (ÜDS), 2010	70.00
---	-------

EĞİTİM DURUMU

Lisans	Mersin Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü	2002-2006
	Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik AD/ Katıhal Bilimdalı	
Yüksek Lisans	Doğal Kuvarsların Yasak Enerji Aralığında Bulunan Yerel Enerji Seviyelerinin Isısal Uyarılmayla Işıma Yöntemi Kullanılarak Çalışılması	2006-2009
	Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hareket ve Antrenman Bilimleri AD (Bütünleşik Doktora Programı)	
Doktora	Farklı Spor Branşlarında Tüm Vücut Vibrasyonunun Kasal Aktivasyon Üzerine Etkisinin İncelenmesi	2009-2014

GÖREV ALDIĞI PROJELER

Proje Adı	Projedeki Görevi
Anadolu Üniversitesi “Değişen Vibrasyon Frekansı ve Genliğinin Kassal Aktivasyon Stratejileri Üstüne Etkisinin Değerlendirilmesi” BAP 1207S116 (2012- Devam Ediyor)	Sinyal İşleme Uzmanı

KATILDIĞI BİLİMSEL TOPLANTILAR

Bilimsel Toplantı Adı	Tarihi
Türk Fizik Derneği 25. Uluslararası Fizik Kongresi (BODRUM) Özsu, İ. , Kibar, R., Çetin, A., Ege, A., Kurt, K., Can, N. Mersin Bölgesinden Elde Edilen Kuvars Kumuna Ait Termolüminesans Işıma Eğrisinin Kinetik Karakterizasyonu (Poster Bildiri)	25-29.08.2008
Lüמודoz II (MANİSA) Özsu, İ. , Kibar, R., Çetin, A., Ege, A., Kurt, K., Can, N. Doğal Kuvars Kristalinin Termolüminesans Özelliklerinin İncelenmesi (Sözlü Bildiri)	21-23.08.2008
The 15th International Conference on Luminescence and Optical Spectroscopy of Condensed Matter (ICSL’08), (Lyon,	7-11.07.2008

FRANCE), (Katılımcı)	
I. Atletizm Sempozyumu (İZMİR)	04-06.12.2009
III. Egzersiz Fizyolojisi Sempozyumu (ADANA), (Katılımcı)	13-14.05.2011
IV. Antrenman Bilimi Kongresi (ANKARA), (Katılımcı)	28-30.06.2011
Uygulamalı Hareket Analizi Semineri (ANKARA), (Katılımcı)	15.10.2011
II. Naili Moran Atletizm Sempozyumu (İZMİR), (Katılımcı)	26-27.11.2011
13. Ulusal Spor Hekimliği Kongresi (BURSA), (Katılımcı)	16-18.12.2011
12. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi (PAÜ, DENİZLİ),	12-14.12.2012
Pekünlü, E., Özsu İ. Is “The Best of 3 Trials” Method Reliable in The Assessment of Maximal Isometric Squat Strength With No Pre-Familiarization?(Sözel Bildiri) Pekünlü, E., Özsu İ. Fatigue Index Can Be Used As A Matching Variable in Independent Group Design Studies Investigating Recovery Processes in Maximal Isometric Squat Strength (Sözel Bildiri)	
Saha Testleriyle Performans Analizi Semineri (DEÜ, İZMİR), (Katılımcı)	05-06.05.2012
International Congress of Computer Science in Sport-IACSS (İSTANBUL)	19-21.06.2013

Bayram, I., **Ozsu,I.**, Simsek, D., Ertan, H. The effect of amplitude differences during whole body vibration on muscular activation strategies (**Sözel Bildiri**)

Özsu,I., Bayram, I., Simsek, D., Ertan, H. The effect of frequency differences during whole body vibration on muscular activation strategies (**Sözel Bildiri**)

32nd International Society of

Biomechanics in Sport-ISBS) (Johnson

12-16.06.2014

City, Tennessee USA)

Ozsu, I., Simsek, D., Ertan, H. Electromyography Activities Of Upper And Lower Extremities In Table Tennis During Forehand Topspin And No Spin Stroke: A Case Study (**Poster Bildiri**)

19th annual congress of the European

College of Sport Science-ECSS)

02-05.07.2014

(Armsterdam, Netherlands)

Kırkaya, İ., Şimşek, Y.D., **Özsu, İ.**, Ertan, H. CoP-sway Changes Which Appeared Depending on Fatigue Protocol (**Sözel Bildiri**)