

**VOLEYBOLCULARDA FARKLI SIÇRAMA VE
KONMA TEKNİKLERİNDE ALT EKSTREMİTE
KASSAL AKTİVASYONUNUN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Elvin Onarıcı Güngör
Yüksek Lisans Tezi

**VOLEYBOLCULARDA FARKLI SIÇRAMA
VE KONMA TEKNİKLERİNDE ALT
EKSTREMİTE KASSAL
AKTİVASYONUNUN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Elvin Onarıcı Güngör
Yüksek Lisans Tezi

ANADOLU ÜNİVERSİTESİ
Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı
Eskişehir, Ocak 2009

ÖZGEÇMİŞ

Bireysel Bilgiler

Adı ve Soyadı :Elvin Onarıcı Güngör
Doğum Tarihi ve Yeri :08.01.1983 Eskişehir
Uyruğu :T.C
Medeni Durumu :Evli
İletişim Adresleri :Orhangazi Mah. Hamle Sok.
Hisarpark Konutları A blok
Eskişehir/ Tel:0222 3241190
eonarici@anadolu.edu.tr

Eğitim Durumu

İlkokul :Dumlupınar İlkokulu (1991)
Ortaokul :İki Eylül İlköğretim Okulu (1997)
Lise :Cumhuriyet Lisesi (2000)
Lisans :Anadolu Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu/ Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği (17/06/2005)
Yabancı Dil :İngilizce

Mesleki Deneyim

1 - Okul Adı : Çağdaş İlköğretim Okulu
1 - Çalışılan Dönem : 2002-2004
1 - Pozisyon : Tenis Öğretmenliği
2 - Yer : Anadolu Üniversitesi yüzme havuzu
2 - Çalışılan Dönem : 2002-2005
2 - Pozisyon :Engelli çocuklara ve engelli olmayan çocuklara yüzme öğretmenliği
3 - Okul Adı :Anadolu Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu
3 - Çalışılan Dönem : 29.09.2005 – devam etmekte
3 - Pozisyon :Araştırma Görevlisi, Erasmus (değişim programı) Koordinatörü

Üye Olunan Bilimsel Kuruluş

:European College of Sport Sciences (ECSS)

Uluslararası Bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Bildiri Kitaplarında Basılan Bildiriler

Yılmaz İ., Kale M., Akın E., Onarıcı E., "Karadeniz Halk Danslarında Meydana Gelen Yaralanmaların İncelenmesi (Samsun İl Örneği)" Muğla 9. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi, Muğla, 3-5 Kasım 2006,, 04/11/2006

Bayrak C., Sevil G., Yılmaz İ., Kale M., Onarıcı E., Arıcan E., "Bayan Hentbolcularda Sezon Öncesi Performans Kriterlerinin İncelenmesi", Muğla 9. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi, Muğla, 3-5 Kasım 2006, 03/11/2006

Yılmaz İ., Sevil G., Yanardağ M., Kale M., Onarıcı E., "Comparison of Physical and Anthropometric Characteristic of Deaf and Non-Deaf Basketball Players" AAHPERD, Reno, Nevada, 25-27/01/2007

Güngör Onarıcı E., Cerrah A.O., Ertan H., "Comparison of Landing Maneuvers Between Female Volleyball Players and Sedentary Group", 13th annual Congress of the ECSS - Estoril, Portugal,, 10/07/2008

Cerrah A.O., Onarıcı Güngör E., Ertan H., "Muscular Activity of Kicking Limb During Different Kicking Techniques in Soccer", 13th annual Congress of the ECSS - Estoril, Portugal., 10/07/2008

Köse S., Onarıcı Güngör E., "The Effects of Plyometric Training on Jumping Strength and some Anthropometric Features in Volleyball Players Aged Between 14-16", 13th annual Congress of the ECSS - Estoril, Portugal, 11/07/2008

Ulusal ve Uluslararası Projeler

BAP 081314-Motor Becerilerin Sergilenişi Sırasında Beyin ve Kas Elektriksel Aktivesinin İncelenmesi 01/07/2008 (Araştırmacı)

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans çalışmalarımın tez dönemindeki yardımları ve yönlendirmelerinden dolayı tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Güven SEVİL'e, tezimin her aşamasında bana her türlü desteği veren, bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan Sayın Doç. Dr. Hayri ERTAN'a, EMG ve istatistiksel analizlerdeki yardımlarından dolayı Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik Ana Bilim Dalı'ndan Sayın Doç. Dr. Ruhi SOYLU'ya, test ölçümlerindeki desteklerinden dolayı Arş. Gör. Ali Onur CERRAH'a, yazım aşamasındaki yardımlarından dolayı Öğr. Gör. Dilek YALIZ'a ve Yard. Doç. Dr. Mehmet KALE'ye sporcuların ölçümlere katılımında destek sağlayan Anadolu Üniversitesi voleybol takımının antrenörü Şahin ÇATMA'ya, DSİ Voleybol takımının antrenörüne, ölçümlere denek olarak katılan Anadolu Üniversitesi ve DSİ'de voleybolcu ve diğer tüm arkadaşlara, tezin yazılımı süresinde sabırla beni destekleyen eşim Bilge GÜNGÖR'e ve aileme teşekkürlerimi sunarım.

VOLEYBOLCULARDA FARKLI SIÇRAMA ve KONMA TEKNİKLERİNDE ALT EKSTREMİTE KASSAL AKTİVASYONUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, voleybolcularda farklı sıçrama ve konma tekniklerinde kaslarda oluşan aktivasyonun elektromiyografi (EMG) yöntemi ile belirlenmesidir.

Çalışmaya katılan deneklerde skuat, aktif ve eller serbest aktif sıçramalarda ve 40 ve 60 cm'lik kasalardan smaç ve blok konma sırasında *vastus medialis*, *vastus lateralis*, *gluteus maksimus*, *gastrocnemius*, *biceps femoris* kaslarındaki aktivasyon ölçülerek voleybolcularla kontrol grubunun kassal aktivasyonları karşılaştırılmıştır. Seçilen kasların maksimal kasılma değerleri verilerin normalize edilmesi için maksimal izometrik kasılmalar yaptırılarak belirlenmiştir. Kassal aktivasyon analizlerinde veri grubunun özelliğine göre integral ve doğrusal zarf analizleri kullanılmıştır. Sıçrama; itiş, havada kalma ve konma olmak üzere üç fazda incelenmiştir. Voleybolcularda konma öncesindeki ön aktivasyon daha fazla iken kontrol grubunda konma esnasındaki aktivasyon daha fazla bulunmuştur ($p<0.05$). Konma öncesindeki ön aktivasyon konma esnasında kaslara ve eklemlere binen yükü azaltmaktadır. Konma sırasındaki kassal aktivasyon ise konma tekniğindeki farkla açıklanabilir.

Skuat, aktif ve eller serbest aktif sıçramada itiş fazında çalışmaya dahil edilen kaslardan özellikle *biceps femoris* kassal aktivasyonu voleybolcularda kontrol grubuna göre fazla bulunmuştur ($p<0.05$). Bu sonuç doğrultusunda voleybolcuların agonist ve antagonist kasılma oranlarının kontrol grubuna göre daha düşük olduğu ve bunun sıçrama performansını etkilediği düşünülmektedir. Aktif sıçramada itiş fazında *vastus medialis*, *vastus lateralis* ve *gluteus maksimus* kassal aktivasyonlarının skuat sıçramaya göre daha fazla olduğu bulunmuştur ($p<0.05$). Konma anı ve sonrasında ise kassal aktivasyonda istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

Sonuç olarak bu bulgulardan hareketle voleybolcuların kas içi koordinasyonlarının kontrol grubuna göre daha iyi düzeyde olduğu ve bunun sıçrama performansını etkileyen faktörlerden biri olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Elektromiyografi, Kassal Aktivasyon, Skuat Sıçrama, Aktif Sıçrama

EVALUATION of MUSCULAR ACTIVATION of LOWER EXTREMITY MUSCULAR ACTIVATION for DIFFERENT JUMPING AND LANDING TECHNIQUES in VOLLEYBALL PLAYERS

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the muscular activation strategies for different jumping and landing techniques in volleyball players via electromyography (EMG).

Muscular activation of *vastus medialis*, *vastus lateralis*, *gluteus maximus*, *gastrocnemius* and *biceps femoris* were measured in countermovement (hands free), countermovement jump, squat jump, block landing (40 and 60 cm), and spike landing (40 and 60 cm) between volleyball players and control group. Maximal voluntary contractions of muscles were determined with maximal isometric contractions for data normalizing. Integral and linear envelope analyses were used for muscular activation analyses depend on the data. Jumping was analyzed in three phases; propulsion, flight and landing. The pre-activation before landing of volleyball players were more than control group ($p < 0.05$). The landing activation in control group was more than volleyball players ($p < 0.05$). The pre-activation before landing causes a reduction of load on joints and muscles during the landing. Landing technique differences can be explained with this landing muscular activation.

Volleyball players had more *biceps femoris* muscular activation than control group in the propulsion phase ($p < 0.05$). This result showed that volleyball players had higher agonist-antagonist contraction ratio than control group.

Muscular activations were analyzed for comparing the squat and countermovement jump. There were more muscular activations in the propulsion phase for *vastus medialis*, *vastus lateralis* and *gluteus maximus* in countermovement jump than squat jump ($p < 0.05$). There was no significant difference in muscular activations between two groups in landing and post landing.

In conclusion this study results stated that volleyball players had more intramuscular coordination than control group and it is one of the factors that effects the jumping performance depend on the results.

Key Words: Electromyography, Muscular Activation, Squat Jump, Countermovement Jump

	SAYFA
ÖZGEÇMİŞ	i
ÖNSÖZ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
SİMGE ve KISALTMALAR DİZİNİ	xii
GİRİŞ ve AMAÇ	1
Araştırmanın Amacı	3
Problem	3
Hipotezler	3
Araştırmanın Önemi	4
Araştırmanın Varsayımları	4
Araştırmanın Sınırlılıkları	4
KAYNAK BİLGİSİ	5
Motor Ünite	5
Motor Kontrolde Ön Programlama	6
Kasın Gerilme Kısılma Döngüsü	6
EMG	10
Voleybol Sporunda Sıçrama Özelliğinin Önemi	11
Voleybolda Hareket Türleri (Paternleri)	12
Sıçrama Biyomekaniği	12
Konmada Darbe Etkisi	14
GEREÇ ve YÖNTEMLER	16
Denekler	16
Veri Toplama Araçları	16
Antropometri Ölçüm Araçları	16
Boy Uzunluğu Ölçüm Aracı	16
Vücut Ağırlığı Ölçüm Aracı	16
EMG Ölçüm Sistemi	16
Sıçrama Matı ve Ayakkabı Düzenegi	17
Verilerin Toplanması	19

<i>Antropometrik ölçümler</i>	19
<i>EMG ölçümleri</i>	19
<i>Sıçramalar</i>	20
<i>Skuat sıçrama</i>	20
<i>Aktif sıçrama</i>	20
<i>Konmalar</i>	20
<i>Smaç sonrası konma (40 cm ve 60 cm Yüksekliklerden)</i>	20
<i>Blok sonrası konma (40 cm ve 60 cm Yüksekliklerden)</i>	20
Farklı Sıçrama ve Konma Tekniklerinde Alt Ekstremitte Kassal	
Aktivasyonunun Değerlendirildiği Kaslar	21
EMG Analizleri	24
<i>Kesit Alma</i>	24
<i>Rektifikasyon</i>	24
<i>İntegrasyon</i>	24
<i>Normalizasyon</i>	24
İstatistiksel Analiz	25
BULGULAR ve TARTIŞMA	26
BULGULAR	26
Skuat ve Aktif Sıçramada Alt Ekstremitte Kassal Aktivasyonu	26
Eller Serbest Aktif Sıçramada Alt Ekstremitte Kassal Aktivasyonu	37
Alt Ekstremitte Kassal Aktivasyonunun Aktif ve Skuat Sıçrama Arasında	
Değerlendirilmesi	45
Blok ve Smaç Sonrası Konmada Alt Ekstremitte Kassal Aktivasyonu	55
TARTIŞMA	65
SONUÇ ve ÖNERİLER	70
Sonuç	70
Öneriler	71
KAYNAKLAR	72

ÇİZELGELER DİZİNİ

ÇİZELGE NO ve ADI	SAYFA
Çizelge 1. Dikey Sıçramanın Uçuş Fazından Öncesinin Analizi	13
Çizelge 2. Voleybolcu ve Kontrol Grubunun Tanımlayıcı İstatistikleri	16
Çizelge 3. Skuat sıçramada üç Fazda Alt Ekstremitte Kasılma Çeşitleri	30
Çizelge 4. Aktif sıçramada üç Fazda Alt Ekstremitte Kasılma Çeşitleri	36
Çizelge 5. Havada Kalma Süreleri ile İlgili İstatistiksel Bilgiler	37
Çizelge 6. Voleybolcuların ve Kontrol Grubunun Yerden Ayrılma Zamanı için Elektromiyografi Tekrarlanabilirlik Bilgileri	37
Çizelge 7. Voleybolcuların ve Kontrol Grubunun Yere Konma Zamanı için Elektromiyografi Tekrarlanabilirlik Bilgileri	38
Çizelge 8. Eller Serbest Aktif Sıçramada İtiş Fazı ve Konma Fazındaki Kasılma Çeşitleri	43
Çizelge 9. Voleybolcularda Aktif Sıçrama ve Skuat Sıçramada üç Fazda Alt Ekstremitte Kasılma Çeşitleri	49
Çizelge 10. Kontrol Grubunda Aktif Sıçrama ve Skuat Sıçramada üç Fazda Alt Ekstremitte Kasılma Çeşitleri	54
Çizelge 11. Smaç ve Blok Sonrası Konmada Konma Öncesi Tüm Kasların Aktivasyon Çeşitleri	63
Çizelge 12 Smaç ve Blok Sonrası Konmada Konma Sonrası Tüm Kasların Aktivasyon Çeşitleri	64

ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİL NO ve ADI	SAYFA
Şekil 1. Motor Ünite; Motor Nöronları ve Kas Liflerini İçerir	5
Şekil 2. Aktif Sıçramada Kolların Hareketi	9
Şekil 3. Sabit Stadiometre	16
Şekil 4. Baskül	16
Şekil 5. EMG Ölçüm Sistemi	17
Şekil 6. Yere Konma Anını Belirlemek İçin Kullanılan Sıçrama Matı	18
Şekil 7. Ayakkabının Altına Sabitlenen Bakır Plaka	18
Şekil 8. Ölçüm Anında Programdan Bir Görüntü	19
Şekil 9. <i>Gluteus Maksimus</i> , <i>Biceps Femoris</i> ve <i>Vastus Lateralis</i> Kasları	21
Şekil 10. <i>Gastrocnemius</i> Kası	21
Şekil 11. <i>Vastus Medialis</i> Kası	22
Şekil 12. Skuat Sıçramada Yerden Ayrılma Zamanına Göre İki Grup Arasında <i>Vastus Medialis</i> , <i>Vastus Lateralis</i> , <i>Gastrocnemius</i> , <i>Gluteus Maximus</i> ve <i>Biceps Femoris</i> Kaslarındaki Aktivasyonların Karşılaştırılması	26
Şekil 13. Skuat Sıçramada Yere Konma Zamanına Göre İki Grup Arasında <i>Vastus Medialis</i> , <i>Vastus Lateralis</i> , <i>Gastrocnemius</i> , <i>Gluteus Maximus</i> ve <i>Biceps Femoris</i> Kaslarındaki Aktivasyonların Karşılaştırılması	28
Şekil 14. Aktif Sıçramada Yerden Ayrılma Zamanına Göre İki Grup Arasında <i>Vastus Medialis</i> , <i>Vastus Lateralis</i> , <i>Gastrocnemius</i> , <i>Gluteus Maximus</i> ve <i>Biceps Femoris</i> Kaslarındaki Aktivasyonların Karşılaştırılması	32
Şekil 15. Aktif Sıçramada Yere Konma Zamanına Göre İki Grup Arasında <i>Vastus Medialis</i> , <i>Vastus Lateralis</i> , <i>Gastrocnemius</i> , <i>Gluteus Maximus</i> ve <i>Biceps Femoris</i> Kaslarındaki Aktivasyonların Karşılaştırılması	34
Şekil 16. Eller Serbest Aktif Sıçramada Yerden Ayrılma Zamanına Göre İki Grup Arasında <i>Vastus Medialis</i> , <i>Vastus Lateralis</i> , <i>Gastrocnemius</i> , <i>Gluteus Maximus</i> ve <i>Biceps Femoris</i> Kaslarındaki Aktivasyonların Karşılaştırılması	39

ŞEKİLLER DİZİNİ (DEVAM)

ŞEKİL NO ve ADI	SAYFA
Şekil 17. Eller Serbest Aktif Sıçramada Yere Konma Zamanına Göre İki Grup Arasında <i>Vastus Medialis</i> , <i>Vastus Lateralis</i> , <i>Gastrocnemius</i> , <i>Gluteus Maximus</i> ve <i>Biceps Femoris</i> Kaslarındaki Aktivasyonların Karşılaştırılması	41
Şekil 18. Voleybolcularda Aktif ve Skuat Sıçramada Yerden Ayrılma Zamanına Göre <i>Vastus Medialis</i> , <i>Vastus Lateralis</i> , <i>Gastrocnemius</i> , <i>Gluteus Maximus</i> ve <i>Biceps Femoris</i> Kassal Aktivasyonların Karşılaştırılması	45
Şekil 19. Voleybolcularda Aktif ve Skuat Sıçramada Yere Konma Zamanına Göre <i>Vastus Medialis</i> , <i>Vastus Lateralis</i> , <i>Gastrocnemius</i> , <i>Gluteus Maximus</i> ve <i>Biceps Femoris</i> Kassal Aktivasyonların Karşılaştırılması	47
Şekil 20. Kontrol Grubunda Aktif ve Skuat Sıçramada Yerden Ayrılma Zamanına Göre <i>Vastus Medialis</i> , <i>Vastus Lateralis</i> , <i>Gastrocnemius</i> , <i>Gluteus Maximus</i> ve <i>Biceps Femoris</i> Kassal Aktivasyonların Karşılaştırılması	50
Şekil 21. Kontrol Grubunda Aktif ve Skuat Sıçramada Yere Konma Zamanına Göre <i>Vastus Medialis</i> , <i>Vastus Lateralis</i> , <i>Gastrocnemius</i> , <i>Gluteus Maximus</i> ve <i>Biceps Femoris</i> Kassal Aktivasyonların Karşılaştırılması	52
Şekil 22. Smaç Sonrası Konmada (60 cm) <i>Vastus Medialis</i> , <i>Vastus Lateralis</i> , <i>Gastrocnemius</i> , <i>Gluteus Maximus</i> ve <i>Biceps Femoris</i> Kaslarında Görülen Aktivasyonların İki Grup Arasında Karşılaştırılması	55
Şekil 23. Smaç Sonrası Konmada (40 cm) <i>Vastus Medialis</i> , <i>Vastus Lateralis</i> , <i>Gastrocnemius</i> , <i>Gluteus Maximus</i> ve <i>Biceps Femoris</i> Kaslarında Görülen Aktivasyonların İki Grup Arasında Karşılaştırılması	57

ŞEKİLLER DİZİNİ (DEVAM)

ŞEKİL NO ve ADI	SAYFA
Şekil 24. Blok Konmada (60 cm) <i>Vastus Medialis</i> , <i>Vastus Lateralis</i> , <i>Gastrocnemius</i> , <i>Gluteus Maximus</i> ve <i>Biceps Femoris</i> Kaslarında Görülen Aktivasyonların İki Grup Arasında Karşılaştırılması	59
Şekil 25. Blok Konmada (40 cm) <i>Vastus Medialis</i> , <i>Vastus Lateralis</i> , <i>Gastrocnemius</i> , <i>Gluteus Maximus</i> ve <i>Biceps Femoris</i> Kaslarında Görülen Aktivasyonların İki Grup Arasında Karşılaştırılması	61

SİMGE ve KISALTMALAR DİZİNİ

AS	:Aktif Sıçrama
BF	:Biceps Femoris
Ca ²⁺	:Kalsiyum
Depolarize	:Hücre membran potansiyelinin negatifleşmesi
DS	:Derinlik sıçraması
Eksantrik Kasılma	:Kasın kasılırken boyunun uzadığı kasılma şekli
GAS	:Gastrocnemius
GM	:Gluteus Maximus
t ₁	:İlk aktif sıçramada havada kalma süresi
t ₂	:İkinci aktif sıçramada havada kalma süresi
Eksantrik Kasılma	:Kasın kasılırken boyunun kısaldığı kasılma şekli
iEMG	:İntegrali alınmış elektromiyografi (integrated electromyography)
Kontrol grubu	:Voleybolcu olmayan deneklerin grubu
KÖ	:Konma öncesi
KS	:Konma sonrası
M ₂₋₃	:Motor kontrolde gerilme refleksi
Mean-t	:t ₁ , t ₂ ve t ₃ 'ün ortalaması
msn	:Milisaniye
MVC	:Maksimal istemli kasılma
Ortalama iEMG - BF (%MVC)	:BF kasına ait ortalama iEMG
Ortalama iEMG - GAS (%MVC)	:GAS kasına ait ortalama iEMG
Ortalama iEMG - VL (%MVC)	:VL kasına ait ortalama iEMG
Ortalama iEMG - VM (%MVC)	:VM kasına ait ortalama iEMG
Ortalama iEMG - BF (%MVC)	:BF kasına ait ortalama iEMG
Ortalama iEMG - GAS (%MVC)	:GAS kasına ait ortalama iEMG
QF	:Quadriceps Femoris
RF	:Rectus Femoris
SS	:Skuat Sıçrama
t-↑ (% t toplam)	:Tüm sıçrama süresinin yüzde kaçını denegin ayaklarının havada kalmış olduğunu gösterir

SİMGE ve KISALTMALAR DİZİNİ (DEVAM)

t-↓ (% t toplam)	:Tüm sıçrama süresinin yüzde kaçını deneyin ayaklarının yerde kalmış olduğunu gösterir
t-toplam (s)	:15 saniyelik sıçrama testi sırasında (ilk 1.5 ve son 1.5 saniye hariç) analiz için seçilen süre
t-↑- ort (ms)	:Havada kalma sürelerinin msn olarak ortalaması
t-↓- ort (ms)	:Yerde kalma sürelerinin msn olarak ortalaması
VL	:Vastus Lateralis
VM	:Vastus Medialis
t3	:Üçüncü aktif sıçramada havada kalma süresi
R	:Yer reaksiyon kuvveti
REF	:Refleksiv
YAZ	:Yerden ayrılma zamanı
YKZ	:Yere konma zamanı
125DS	:Maksimum aktif sıçrama yüksekliğinin %125'inden derinlik sıçraması
75DS	:Maksimum aktif sıçrama yüksekliğinin %125'inden derinlik sıçraması

VOLEYBOLCULARDA FARKLI SIÇRAMA ve KONMA TEKNİKLERİNDE ALT EKSTREMİTE KASSAL AKTİVASYONUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

GİRİŞ VE AMAÇ

Voleybol, dünyada en fazla katılımın olduğu sporlardan biridir. Paslaşma, servis, sıçrama gücü, takım oyunu, savunma gibi özellikler voleybolda başarı için önemlidir (http-1).

Voleybolda başarı, büyük ölçüde oyuncuların kuvvet, sürat ve dayanıklılık gibi motorik özelliklerine bağlıdır. Dayanıklılık ve alaktik anaerobik güç, kuvvet, sürat, dikey sıçrama yeteneği, voleybolda performansın belirleyicisidir (Önder, 2007). Smaç, sıçrayarak servis, blok gibi spor becerilerinin çoğunda voleybolcularda performansın belirleyicilerinden birisi olan hızlı bir şekilde ve patlayıcı kuvvetle yükseğe sıçrama becerisi önemli yer tutar (Reeser, 2003). Voleybola etkin katılım genelde kişinin sıçrama ve konma becerisine bağlı olan fiziksel beceri ve performansı gerektirir. Voleybolda oyuncuların her biri her oyunda ortalama 22 sıçrama yaparlar (Tillman ve ark., 2004a). Bu nedenle sıçrama antrenmanı voleybol antrenmanında önemli yer tutar.

Skuat sıçrama (SS), skuat pozisyonunda başlamakta ve karşı hareket olmaksızın gerçekleşmektedir. Aşağı doğru yapılan itme hareketi olmadığı için aktif sıçramaya göre sıçrama yüksekliği daha düşüktür. Aktif sıçramada daha iyi performans gerçekleşmesinin temel nedenlerinden biri de itme fazı boyunca kasların *konsantrik* hareketinden önce hızlı bir *eksantrik* kasılma yapmalarıdır (Hasson ve ark., 2004; Whiting, 2006). Skuat sıçramada öncelikle kaslar kasıldığında dizlerde çok az hareket ve sonuç olarak tendonlarda daha fazla esneme hareketi olmaktadır. Hızlı bir kasılma gerçekleştirmek için skuat sıçramadaki kas kuvvetleri *izometrik* düzeyden daha düşüktür (Whiting, 2006).

Aktif sıçrama (AS), dikey pozisyonunda başlamaktadır. Öncelikle serbest bir şekilde skuat sıçramanın başlangıç pozisyonuna gelinmektedir (Herman, 2008). Skuat pozisyonunun hemen ardından sıçrama yapılmaktadır. AS, eller belde çift ayak sıçrama ve çift ayak konma hareketi olarak tanımlanabilmektedir (Whiting, 2006).

Eller serbest aktif sıçrama, ayakta normal duruş pozisyonunda başlamaktadır. İtme fazı boyunca kalça ve diz eklemleri *fleksiyonda*, ayak bilekleri *dorsifleksiyonda* ve kollar geriye *hiperekstansiyonda* salınmaktadır. Havada kalma fazı, ayakların yerden ayrılması ile başlamaktadır. Havada kalma fazı boyunca vücut konma fazına kadar dikey pozisyonunda, ayak bilekleri *plantarfleksiyondadır*. Havada kalma fazının ardından konma fazı gelmektedir. Konmadaki kuvveti absorbe etmek için kalça ve diz eklemleri *fleksiyon*, ayak bileği *dorsifleksiyon*, kollar *ekstansiyon* pozisyonunu almaktadır. Eller serbest ve eller belde olarak yapılan aktif sıçramalar, skuat sıçramadan farklı olarak hareketin tersi yönündeki karşı hareketle başlamaktadır (Enoka, 2002; Whiting, 2006).

Eklem hareketlerinin uygun zamanlaması başarılı ve profesyonel bir sıçrama gerçekleştirmek için oldukça önemlidir. İtme fazı boyunca; örneğin *proksimalden distale* eklem hareketleri hızlı bir şekilde birbirini izleyerek; kalçada ve sonrasında ayak bileklerinde maksimum açılma hızı birbiri ardına

gerçekleşmektedir (Enoka, 2002; Whiting, 2006). Bu sıralama, enerjinin bir uzuvdan diğerine etkili bir şekilde transferi ve optimal sıçrama performansı için gereklidir. Sporcu yorulduğunda bu sıralama değişmekte ve bu da sıçramanın mekaniğinin de değişmesine ve daha düşük sıçrama yüksekliğine neden olmaktadır (Whiting, 2006).

Araştırmada büyük kas gruplarının seçilme sebebi, yüzeysel elektrotla sadece büyük kas gruplarında ölçüm yapılabilmesidir (Rao ve Guha, 2001). Literatürde daha önce sıçrama ve konmalarla ilgili yapılmış olan çalışmalarda kullanılan kas grupları aşağıda belirtilmiştir.

Ayak bileği ekleminin plantarflexör ve diz ekleminin ekstensör tork üretimini sağlayan *GAS* ve *VL* kasları aktif sıçramada önemli katkısı olan kaslardır (Enoka, 2002). Konma anındaki mekanik ve nöromusküler cevap stratejilerinin değerlendirilmesine yönelik bir araştırmada *VM*, *rectus femoris (RM)*, *semitendinosus*, *BF* ve *GAS* kaslarında EMG ölçümü yapmışlardır (Castler ve Bates, 1995). Derinlik sıçramasında bacak kaslarının sertliği ve bunun sıçrama performansına etkisine yönelik olan araştırmada *GAS*, *tibialis anterior*, *VL* ve *hamstringde* EMG ölçümü yapmışlardır (Arampatzis ve ark., 2001). Skuat sıçramada nöromusküler stratejilerin belirlenmesine yönelik olan bir araştırmada *VL* ve *BF* kaslarındaki aktivasyon belirlenmiştir (Hasson ve ark., 2004). Bobbert ve ark., (1987) 10 erkek voleybolcuda derinlik sıçramasında sıçrama tekniğinin sıçrama biyomekaniği üzerindeki etkisini araştırmışlardır ve *rectus femoris*, *VM*, *GAS* ve *soleus* kaslarındaki aktivasyonu EMG ile belirlemişlerdir. McCauley ve ark. (2007), çoklu sıçrama, aktif sıçrama ve derinlik sıçramalarında (maksimum aktif sıçramanın %75'i ve %125'i yüksekliklerinden) *VM*, *VL* ve *BF* kaslarındaki aktivasyonu belirlemişlerdir. Mediana ve ark. (2008), erkek, bayan sporcularda ve sporcu olmayan bayanlarda konma öncesindeki *quadriceps* ve *hamstring* nöromusküler aktivasyon süresini belirlemeye yönelik bir araştırma yapmışlardır. Alt ekstremitede *VM*, *RF*, *medial* ve *lateral hamstringlerdeki* önaktivasyonu karşılaştırmışlardır. Viitasalo ve ark. (1998), derinlik sıçramasında sporcularda ve sporcu olmayanlardaki nöromusküler aktiviteyi belirlemeye yönelik yapmış oldukları araştırmada *VL*, *RF*, *GAS* ve *BF* kaslarındaki ön aktivasyonları belirlemişlerdir. Kellis ve ark. (2003), derinlik sıçramasında ko-kontraksiyon indeksi kullanarak diz etrafındaki kas ko-aktivasyonunu belirlemişlerdir. 10 uzun atlama sporcusunda derinlik sıçramalarında (20,40 ve 60 cm'lik yüksekliklerden) *RF* ve *BF* kaslarındaki ko-kontraksiyonu ölçmüşlerdir.

Hill (1938), alt ekstremitenin *ekstansiyonuna* katkıda altı temel kası; *hamstringler*, *GM*, *RF*, *vasti*, *GAS* ve *soleus* olarak belirlemiştir (Akt. Bobbert, 2001).

Sıçrama ve konmalarla ilgili literatür doğrultusunda sıçramada aktif kaslar incelenmiş ve bu çalışmada *VL*, *VM*, *GM*, *GAS* ve *BF* kaslarında ölçüm yapmaya karar verilmiştir.

Salcı ve ark. (2004), bayan ve erkek voleybolcularda 40 ve 60 cm blok ve smaç sonrası konma hareketlerinde konma manevrasını incelemişlerdir. Konma manevrası sırasında alt ekstremitedeki kinetik ve kinematikleri ve bacak kası kuvvetinin bayan ve erkek voleybolcularda karşılaştırmışlardır. Bu tez

araştırmasında smaç ve blok sonrası konma hareketlerinin ve yüksekliklerinin belirlenmesinde Salcı ve ark., yapmış olduğu araştırma örnek alınmıştır.

Egzersiz yapan bireylerde, egzersizin sergilenişi sırasında kinematik ve kinetik değerlendirmeler gerçekleştirilir. Kinematik; objelerin hareketlerini kat edilen yol, geçen süre, ivme ve hızlanma, hareketin yönü, şekli, hızı açısından (Zatsiorsky, 1998; İnal, 2004), kinetik ise objelerin hareketine neden olan kuvvetleri ve kaslarda oluşan elektriksel aktiviteleri incelemektedir (İnal, 2004). Bu araştırmada, çeşitli sıçrama türleri esnasında kaslarda oluşan aktivasyonun belirlenmesi amacıyla kinetik bir değerlendirme olan elektromiyografi (EMG) yöntemi kullanılmıştır.

Voleybol sporunda sıçramada kasların kasılma stratejilerinin belirlenmesi, antrenman yönlendirme açısından önemlidir. Bu tez kapsamında performansı belirleyen faktörlerden dikey sıçrama ve değişik yüksekliklerden konma hareketleri incelenmiştir. Voleybolcular ve kontrol grubunda skuat sıçrama, aktif sıçrama, eller serbest aktif sıçrama, smaç ve blok sonrası konma hareketleri (40 ve 60 cm'lik yüksekliklerden) esnasındaki *vastus lateralis* (VL), *vastus medialis* (VM), *gluteus maximus* (GM), *gastrocnemius* (GAS) ve *biceps femoris* (BF) kasal aktivasyonlarının bu tez kapsamında incelenmesine karar verilmiştir.

Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, bayan voleybolcular ve bayanlardan oluşan kontrol grubunda skuat, aktif, eller serbest aktif sıçramalarda ve smaç ve blok konmada (40 ve 60 cm yüksekliklerinden) alt ekstremitede *vastus lateralis*, *vastus medialis*, *gluteus maximus*, *gastrocnemius* ve *biceps femoris* kaslarındaki aktivasyonların değerlendirilmesidir.

Problem

Voleybolcularla kontrol grubu arasında farklı sıçrama ve konma tekniklerinde alt ekstremitede kasılma gevşeme mekanizmaları açısından fark var mıdır?

Hipotezler

1. Skuat sıçramada *vastus medialis*, *vastus lateralis*, *gluteus maximus*, *gastrocnemius*, *biceps femoris* kaslarındaki aktivasyonlarda voleybolcu ve kontrol grubu arasında fark vardır.
2. Aktif sıçramada *vastus medialis*, *vastus lateralis*, *gluteus maximus*, *gastrocnemius*, *biceps femoris* kaslarındaki aktivasyonlarda voleybolcu ve kontrol grubu arasında fark vardır.
3. Eller serbest aktif sıçramada *vastus medialis*, *vastus lateralis*, *gastrocnemius*, *biceps femoris* kaslarında görülen aktivasyonlarda voleybolcu ve kontrol grubu arasında fark vardır.
4. Voleybol oyuncularında aktif ve skuat sıçramada *vastus medialis*, *vastus lateralis*, *gluteus maximus*, *gastrocnemius*, *biceps femoris* kaslarında görülen aktivasyonlarda fark vardır.
5. Kontrol grubunda aktif ve skuat sıçramada *vastus medialis*, *vastus lateralis*, *gluteus maximus*, *gastrocnemius*, *biceps femoris* kaslarında görülen aktivasyonlarda fark vardır.

6. Smaç sonrası konmada (60 cm) *vastus medialis*, *vastus lateralis*, *gluteus maximus*, *gastrocnemius*, *biceps femoris* kaslarında görülen aktivasyonlarda voleybolcu ve kontrol grubu arasında fark vardır.

7. Smaç sonrası konmada (40 cm) *vastus medialis*, *vastus lateralis*, *gluteus maximus*, *gastrocnemius*, *biceps femoris* kaslarında görülen aktivasyonlarda voleybolcu ve kontrol grubu arasında fark vardır.

8. Blok sonrası konmada (60 cm) *vastus medialis*, *vastus lateralis*, *gluteus maximus*, *gastrocnemius*, *biceps femoris* kaslarında görülen aktivasyonlarda voleybolcu ve kontrol grubu arasında fark vardır.

9. Blok sonrası konmada (60 cm) *vastus medialis*, *vastus lateralis*, *gluteus maximus*, *gastrocnemius*, *biceps femoris* kaslarında görülen aktivasyonlarda voleybolcu ve kontrol grubu arasında fark vardır.

Araştırmanın Önemi

Literatürde farklı sıçrama ve konma tekniklerinde kinetik ve kinematik değerlendirmelere yönelik araştırmalar bulunmaktadır. Ancak voleybolcularda kinetik bir değerlendirme olan kassal aktivasyon çalışmasına rastlanmamıştır. Bu açıdan yapılan tez araştırmasının literatürdeki boşluğu dolduracağı düşünülmektedir.

Araştırmanın Varsayımları

Ölçümler esnasında tüm deneklerin maksimal sıçrama performansı sergilediği varsayılmıştır.

Araştırmanın Sınırlılıkları

1. Bu çalışma, sıçrama hareketine katılan alt ekstremitte kaslarından 5 tanesi ile sınırlıdır.
2. Araştırma Eskişehir'deki iki voleybol takımının bayan voleybolcuları ve kontrol grubu olarak da bayan deneklerle sınırlıdır.
3. Araştırmada sadece kassal aktivasyon analizi yapılmıştır.

KAYNAK BİLGİSİ

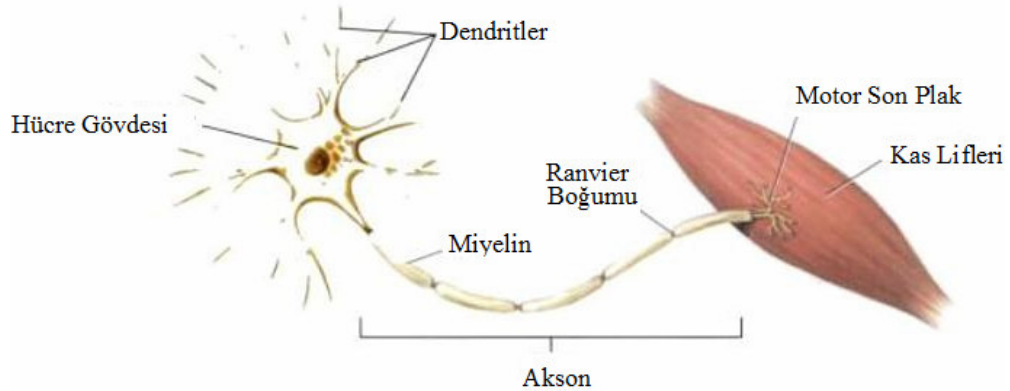
Voleybol sporunda yükseğe, patlayıcı güçle sıçrama becerisi önemlidir. Bu açıdan sıçrama voleybol antrenmanlarında önemli yer tutar. Voleybol sporunda önemli yer tutan bu sıçrama becerisinin biyomekaniksel açıdan incelenmesi de önemlidir. Bu bağlamda EMG yöntemi ile belirlenen kassal aktivasyonun oluşumunda; motor ünite, gerilme refleksi ile ilgili olan motor kontrolde ön programlama, kasın gerilme kısalma döngüsü, elektromiyografinin tanımı ve özellikleri, voleybol sporunda sıçramanın önemi, sıçrama biyomekaniği ve sıçrama sonrası konma hareketinde darbenin kaslar ve eklemlere etkisi bu bölümde açıklanacaktır.

Motor Ünite

İnsan motor sistemi birçok içsel ve dışsal gereksinim ve zorlama ile başa çıkmak zorundadır. Bunlar; kuvvetli ve doğru hareketler için kuvvet, doğru postür ve hareketin sağlanmasını içerir. Burada açıklanan motor kontrol sistemi insanlarda hareket ve kuvvetin kontrolünde temel rolü oynayan skeletomotor sistemidir (Merletti ve ark., 2004; Latash, 1998).

Kas lifleri, hücre gövdeleri omuriliğe yerleşmiş olan nöronlarla uyarılır (Behnke, 2006; Merletti ve ark., 2004; Latash, 1998). Omurilikteki *α motornöron* sinir hücreleri, kası uyarır. Bu motor nöronların sinir lifleri veya aksonları omurilikten ayrılır ve motor sinirlere dağıtılır. Her motor akson birkaç dala ayrılır ve birçok kas lifini uyarır (Merletti ve ark., 2004, Latash, 1998).

Nöromusküler sistemin temel ünitesi motor ünitedir (Bartlett, 2008). **Şekil 1**'de görüldüğü gibi tek motor nöron ve tüm kas liflerinin birleşiminin uyarılmasına motor ünite denir (Latash, 1998; Gardiner, 2001; Merletti ve ark., 2004; Behnke, 2006; MachIntosh ve ark., 2006; Bartlett 2008; Wilmore ve ark., 2008). Aynı zamanda nöromotor sistemin en küçük fonksiyonel ünitesine de motor ünite denir (Latash, 1998). Motor ünite düzenlenmiş motor cevapların temel düzeydeki fonksiyonel bir ünitesi olarak düşünülebilir (MachIntosh ve ark., 2006). Belirlenmiş motor ünitenin kas lifleri birbirine çok yakın olabilir. Çünkü motor üniteler üst üste gelebilecek şekilde konumlanmıştır.



Şekil 1. Motor Ünite; Motor Nöronları ve Kas Liflerini İçerir (Behnke, 2006)

Nörondan gelen aksiyon potansiyeline yanıt olarak kas lifi *depolarize* olur ve sinyal yüzey boyunca devam eder ve kas kasılır. Membran potansiyelinin daha negatif ya da pozitif olmasına *depolarizasyon* denir. Bu *depolarizasyon* kas

lifinin çevresinde yüzeysel veya iğneli elektrotlarla ölçülebilecek elektriksel bir alan oluşturur. Sonuçta elde edilen sinyal kas lifi aksiyon potansiyeli olarak isimlendirilir. Tek bir motor ünitenin tüm kas liflerindeki kas lifi aksiyon potansiyellerinin kombinasyonu motor ünite aksiyon potansiyelidir (MUAP). Motor ünitedeki kas liflerinin tümü her motor ünite ateşlemesinde ateşlenir. Motor ünitelerin tekrarlı bir şekilde ateşlenmesi motor ünite aksiyon potansiyeli antrenmanı olarak bilinen uyarılma antrenmanını yaratır. Her aktif motor ünite tarafından yaratılan elektriksel aktivitenin toplanması kas elektrik (*myo-elektrik*) sinyalidir (http-2; http-3; http-4).

“Kas kasılmasını sürdürmek için motor üniteler, tekrarlı bir şekilde aktive olmalıdır. Kasılma sırasında aktif motor ünitelerin ateşleme oranları artarsa sonuç olarak ateşleme görevini yapan kas liflerinin uygulayacağı kuvvet de artar (http-2).”

İnsanlarda her kastaki motor ünite sayısı yaklaşık 100'dür. Küçük el kasları için 1000 veya daha büyük kaslar için daha fazladır (Merletti ve ark., 2004).

Motor Kontrolde Ön Programlama

Gerilme refleksi kas içciklerinin hareketine bağlı olarak oluşan koruyucu bir reflekstir. Kas hızlı bir şekilde gerildiğinde kas iççiği merkezi sinir sistemine uyarı gönderir ve bu uyarı merkezi sinir sistemi ile kasa geri gelir ve kasta kasılma gerçekleşir. İnsan uzuvlarının *monosinaptik* gerilme refleksindeki gecikme süresinin istemli reaksiyon zamanından daha kısa olduğu bulunmuştur. Bu reaksiyonlar büyük ölçüde deneye verilen komutlara bağlıdır. İnsan ve hayvanlarda farklı kaslardaki deneysel paradigmalarda veya önceden programlanmış reaksiyonlarda benzer reaksiyonlar görülmektedir. Bazı deneysel bulgular M₂₋₃'ün bir gerilme refleksi çeşidi olduğunu göstermektedir. Deneye verilen komutlara bağlı olarak M₂₋₃'ün kastaki gecikme zamanını kısalttığı gözlemlenebilmektedir. M₂₋₃ cevaplarının genişliği, sonradan denek tarafından tahmin edilememiş olsa bile uygulanan gecikme süresinin genişliği ile ilişkili değildir. M₂₋₃'e bağlı olan gecikme süresinin karşılığı %0'dan %100'e kadar, hatta aşırı tamamlamada bile farklı denemelerde değişiklik gösterebilmektedir. Uyarın genişliğinin bu cevaplarının bağımsızlığı, uyarının cevap üretmede dereceli bir sinyalinin olmadığını gösterir. Cevap genişliği bazı diğer faktörlere bağlı olarak uyarın öncesinde belirlenir. Bu bağlamda M₂₋₃, tetikleyici veya ön programlama reaksiyonu olarak tanımlanabilmektedir (Mellion ve ark., 2003; Latash, 1993; Holmes, 1990).

Kasın Gerilme Kısılma Döngüsü

Egzersizler genelde statik ve dinamik olarak sınıflandırılmaktadır. Sınıflandırma *izometrik* (*statik*), *konsantrik* ve *eksantrik* olarak yapılırsa da kasılmanın yapısını ve kasın yaptığı işin gerçek doğasını tanımlamamaktadır. Bunun sebebi vücut uzuvlarının periyodik olarak etki ve esneme kuvvetine karşı hareket uygulamasıdır. Koşma, yürüme ve sıçrama, dış kuvvetlerin kasın boyunun uzamasına nasıl etki ettiğinin tipik örnekleridir. Bu tür aktivitelerde üç kasılma şekli de görülmektedir (Zatsiorsky, 2002; Wilmore ve ark., 2008). Gerilme kısılma döngüsüne yönelik egzersizler, performans artırmak için sporcular, antrenörler ve kondisyonerler tarafından kullanılmaktadır (Toumi ve ark., 2006).

“Kas elastikiyeti, gerilme-kasılma döngüsünün basit *konsantrik* kas kasılmasına göre nasıl daha fazla güç üretildiğinin anlaşılmasında önemlidir. Kaslar süratli gerilmeyle bir çeşit elastik kuvvet potansiyeline ve enerjisine sahip olmaktadır. Bu tıpkı bir lastik bandın gerilmesine benzemektedir. Bant gerildiğinde üzerinde bir potansiyel enerji birikmekte; tekrar bırakıldığında ise orijinal boyuna dönerken, biriken bu potansiyel enerji açığa çıkmaktadır (Baktaal, 2008).”

Gerginlik refleksi gerilme-kısalma döngüsünün diğer önemli bir mekanizmasıdır. Gerginlik refleksine en genel örnek lastik çekiçle dize vurulduğunda vuruşun etkisiyle *quadriceps femorisin tendonunun* gerilmesidir. Gerilme, *quadriceps femoris* kası tarafından hissedilir ve kas kasılma ile tepki gösterir (Melion ve ark., 2003; Baktaal, 2008).

Kas, *konsantrik* kasılmanın ardından *eksantrik* olarak kasılır. *Eksantrik* hareketin tanımına göre kaslar esnetme boyunca aktif olmalıdır. Bu *konsantrik* ve *eksantrik* hareketlerin kombinasyonları gerilme kısalma döngüsü olarak isimlendirilen kasın doğal hareketidir (Baktaal, 2008; Zatsiorsky, 2005).

“Kasın gerilme kısalma döngüsünün önemli bir özelliği kaslarda *eksantrik* hareketten önce ön aktivasyon olmasıdır. Kasın gerilme kısalma döngüsündeki amacı; izole hareketle karşılaştırıldığında son fazın (konsantrik faz) performans açısından daha iyi sonuç vermesidir. Bu izole edilmiş kasta hayvan deneylerinde doğal ve değişken kas aktivasyonlarıyla ve insanda gerilme kısalma döngüsünün maksimal performansla uygulandığı elektrik uyarısıyla görülebilir (Baechle, 1994).”

Agonist ve antagoistlerin koordineli bir şekilde aktivasyonu havada kalma fazı için gövde ve uyluk kaslarının hazırlanmasında itme fazı için gereklidir (Müller ve ark., 1999). Hill (1992)’e göre iyi bir konma tekniği uygulayabilmek için kalça, diz ve ayak bileği eklemlerinin kuvveti absorbe etmesi ve önce ekstensör grubu kasları uzaması sonrasında da hızlı bir şekilde kısalması gerekmektedir (Akt; Elphinston, 2008).

“*Gastrocnemius* ve *soleus* kaslarındaki segmental uzunluk değişiklikleri kasın gerilme kısalma döngüsünün hem *konsantrik* hem de *eksantrik* fazında görülür. Bu tipik olarak koşma ve sıçrama hareketlerinde görülmektedir. Çoğu spor disiplininde kuvvet, sonuçların tahmin edilmesinde kullanılan temel biyomotor özelliktir. Kuvvetin sınıflandırılması farklı kriterlere bağlıdır. Hareket özelliklerine göre bu kriterler maksimum kuvvet, patlayıcı kuvvet ve kuvvette dayanıklılık olarak tanımlanmıştır. Diğer kriter ise konsantrik, eksantrik veya eksantrik konsantrik kasılmaları içeren nöromusküler aktivitedir (Baechle, 1994).”

“Konsantrik Kas Kasılması: Kasılma kuvveti uygulanan dirençten daha fazla olduğunda kasın boyu kısalır (Baechle, 1994).”

“Eksantrik Kas Kasılması: Kasılma kuvveti direnç kuvvetinden daha az olduğunda kasın boyu uzar (Baechle, 1994).”

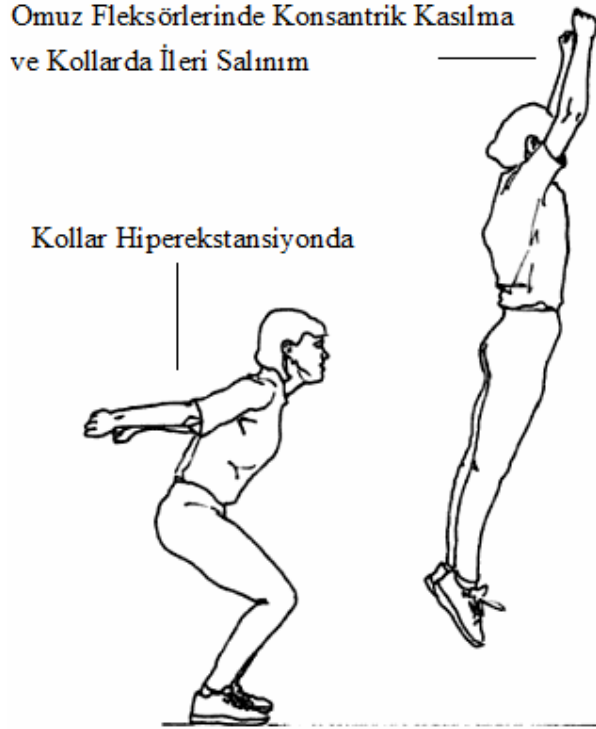
“İzometrik Kas Kasılması: Kasılma kuvveti direnç kuvvetine eşit olduğunda kasın boyu değişmez (Baechle, 1994).”

Tüm vücut hareketlerinde farklı eklemleri kontrol eden kasların çoğu kısılmaya izin vermeden önce uzamaktadır. Örneğin sıçrama hareketleri genelde vücudun aşağıya doğru eğilmesi hareketiyle başlamakta ve arkasından yükselme hareketi gelmektedir. Atma hareketi de benzer yapıdadır. İleriye doğru hızlanma fazına geçmeden önce kol geriye çekilmektedir. Bu tarz hareketlerde son hareketin tersi yöndeki başlangıç hareketi karşı hareket olarak tanımlanmaktadır. Burada tanımlanan karşı hareket bu araştırmada aktif sıçramayı tanımlamaktadır. Karşı hareketi içeren aktif sıçrama iki fazı içermektedir. İlk fazda vücut ve vücut segmentleri (atma hareketinde kol gibi) son hareketin tersi yöndeki hareketin hızını geliştirmektedir. Son hareket başlamadan önce zıt yöndeki vücut ve vücut segmentlerinin hareketi başlamalıdır. Sonuç olarak aktif sıçramanın ikinci fazında kaslar *eksantrik* olarak kasılmaktadırlar. *Eksantrik* faz son hareketi gerçekleştirmek için *konsantrik* fazın hemen ardından gelmektedir. *Konsantrik* kasılmanın hemen ardından ara vermeksizin gerçekleşen *eksantrik* gerilme kısılma döngüsü olarak tanımlanmaktadır. Eksantrik kasılmada kasın boyu uzar, konsantrik kasılmada ise kısalmır (Radcliffe, 1999; Nigg ve ark., 2000).

Gerilme kısılma döngüsü kasların kasılma türlerine göre incelenmiştir. *GM*, *VL*, *VM* gibi diz *ekstensörleri* *GAS* gibi ayak bileği *fleksörleri*, alt ekstremit eklemlerin *fleksiyonunu* kontrol etmek için hazırlık fazı boyunca *eksantrik* olarak hareket etmektedirler. Kalça, diz ve ayak bileği eklemi *fleksiyondan* (hazırlık fazında) *ekstansiyona* (itme fazında) geçerken kas hareketi de aynı zamanda *eksantrik* kasılmadan *konsantrik* kasılmaya geçmektedir. Bu belirtilmiş kaslar için klasik gerilme kısılma döngüsüdür. Bu gerilme kısılma döngüsü ile kuvvet artımını kolaylaştırmakta ve böylece daha yükseğe sıçrama gerçekleştirilebilmektedir. Eklemlerin açılma hızlarında *proksimalden distale* sıralı bir şekilde artma gözenirken aynı zamanda kalça, diz ve ayak bileği *ekstensörlerinin* de maksimal aktivasyonlarında benzer örnekler gözlenmektedir (Chu, 1998; Whiting, 2006).

Sıçramada ayaklar yerden erken ayrılıyorsa alt ekstremit eklemlerinde kassal aktivasyon da düşük olmaktadır. Havada kalma fazının sonlarına doğru yani konma fazının öncesinde kalça ve diz *ekstensörleri* ve ayak bileği *fleksörlerinde* konma öncesi hazırlık amaçlı bir aktivite beklenmektedir. Bu ön aktivasyon, kasların katılığını sağlamada ve yere temas anında oluşacak yüksek yer reaksiyon kuvvetine karşı *eksantrik* olarak kasılarak daha iyi hazırlanmalarını sağlamada gereklidir. Daha öncede belirtilmiş olan ön aktivasyon sıçramada etkili bir faktördür (Chu, 1998; Whiting, 2006).

Başarılı bir sıçrama için kollar da önemli rol oynamaktadır. Sıçrama boyunca dengeyi sağlamada, vücudu yukarı doğru iten momentin ve enerjinin sağlanmasında etkilidir. Biyomekanik araştırmalar kolların sıçrama hızında %10 etkili olduğunu göstermektedir. **Şekil 2'**de görüldüğü gibi hazırlık fazı boyunca *glenohumeral* (omuz) *ekstensörleri* (*posterior deltoid*) *konsantrik* hareket yaparken kollar *hiperekstansiyonda* geriye doğru salınım yapar. İtme fazında omuz *fleksörlerinin* (*anterior deltoid*, *pectoralis major*) *konsantrik* hareketi boyunca kollar da ileriye doğru salınım hareketi görülür (Chu, 1998; Aktaran Whiting, 2006).



Şekil 2. Aktif Sıçramada Kolların Hareketi (Chu, 1998)

Yavaş yürümeyle dahil içeren tüm vücut hareketlerinde gerilme kısılma döngüsü gerçekleşir. Gerilme kısılma döngüsünde Şekil 2’de görülen kolların hareketindeki gibi bir karşı hareket (sonuçta yapılmak istenilen hareketin tersi yönde yapılan hareket) vardır. Gerilme kısılma döngüsünün en açık görüldüğü hareketlerden biri de geriye sallama hareketidir. Örneğin golf sopasının geriye doğru sallanması hareketinde benzer kaslarda *eksantrik kontraksiyon* görülür ve kuvvetli bir atış yapabilmek için kaslar bu kasılmanın hemen ardından *konsantrik* olarak kasılırlar. Geriye sallama hareketinde *eksantrik* faz genellikle geriye sallama tamamlanmadan önce gövdenin bayrağın olduğu yere döndürülmesiyle başlar. Kasın gerilme kısılma döngüsünün kullanıldığı çoğu hareket *konsantrik* kasılmalara dayalı hareketlere göre performans açısından daha etkili ve enerji kullanımını açısından daha verimlidir. (Chu, 1998; Watkins, 1999)

“Yoğun sıçrama antrenmanlarıyla eklem ve kaslar tekrarlayıcı bir şekilde mekanik yüklemeye maruz kalırlar ve bu durum da aşırı kullanma sakatlıklarına neden olabilmektedir. Sıçrama biyomekaniğini anlamak etkili bir antrenman programı hazırlamak için bir ön gerekliliktir. Sıçrama biyomekaniği kinetik açıdan incelendiğinde; sıçrama sırasında kaslar *eksantrik* ve *konsantrik* kasılma kombinasyonu olan gerilme kısılma döngüsü ile kasılmaktadırlar. Sonuç olarak sıçrama antrenmanlarıyla *nöromusküler* gerilme kısılma döngüsü antrenmanı da yapılmış olmaktadır. Alt ekstremitede gerilme kısılma döngüsü havada kalma fazında *konsantrik* kısılma öncesinde sıçramanın konma fazındaki *eksantrik* ön yüklemesi (gerilme) olarak diz ve ayak bileği *tendomusküler* sistemde refleks bir harekettir. Gerilme kısılma döngüsünde uzama fazından kısılma fazına kuvvetli ve etkili bir geçiş için mekanik yükleme

öncesinde *ekstensör* kaslarının ön aktivasyonu önem taşımaktadır (Reeser, 2003).”

Kasların farklı rolleri vardır: *agonistler*, *antagonistler*, *sinerjistler*, stabilize ve nötralize edenler. *Agonistler*; hareketi yaptıran ve hareketi başlatan temel kaslardır. Sadece *konsantrik* hareketin hızlanmasını sağlamaz aynı zamanda *eksantrik* hareketin yavaşlamasını sağlarlar. *Antagonistler* ise konsantrik hareketin direk tersi yönünde çalışan ve negatif yönde katkı sağlayan kaslardır (Basmaijan, 1985; Aaberg, 2006).

Temel voleybol becerileri olan smaç, blok ve servisteki sıçramalarda benzer kassal aktivasyonlar gözlenmektedir. İtme fazı boyunca kasların *konsantrik* hareketi konma fazında ortaya çıkan ön *eksantrik* harekete hazırlıktır. Smaç hareketinde topa yaklaşma şekli; topun gelişine, sporcunun hazır olmasına bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Bununla birlikte smaç hareketinde daha az ya da fazla programlı topa yaklaşımda *ekstensör* kasları konma fazına hazırlık için aktive olmaktadır. Böylece konma öncesinde alt ekstremitede eklem katılığı sağlanmış olmaktadır. Yere konmanın ardından vücudun ağırlık merkezi sabitlenmekte ve dikey ekseninde aşağı doğru hareket yavaşlamaktadır. *Eksantrik* ön yüklenme ve refleks *konsantrik* aktivasyon arasındaki süre kısa ve dizin ve ayak bileği ekleminin pozisyon değiştirme açısı küçük olduğunda kuvvetli bir itiş mümkündür. (Reeser, 2003; Aaberg, 2006).

EMG

Çoğu hücre plazma membranının içindeki elektriksel yük (biyoelektrik potansiyeller), farklılık göstermektedir. Plazma membranının elektriksel olarak polarize olduğu bilinmektedir. Bunun diğer anlamı bir kutbun diğer kutuptan farklı elektriksel yüke sahip olmasıdır. Membranın iki tarafında potansiyel enerji farklılığı vardır. Plazma membranının iki tarafındaki elektriksel yük farkı, membran potansiyeli olarak da adlandırılmaktadır. Yüklerin bir araya gelme olanağı gerçekleşince, işlev yapma yeteneğine sahip olmaktadırlar. Bu yüzden hücreler biyolojik piller olarak düşünülebilmektedirler. Nöron ve kas hücreleri gibi uyarılabilir hücrelerde, membran potansiyeli çok hızlı bir şekilde değişebilmekte ve bu gibi değişikliklerde aldıkları sinyali diğer hücrelere iletebilmektedirler (Rao ve Guha, 2001; Solomon, 2008). *Elektromiyogram*, kastaki bu elektrik aktivite seviyesinin kayıdır. Elektromiyografi (elektro-elektrik, miyo-kas, grafi-grafik), farklı kasların veya kasın bir bölümünün aktivasyon seviyesinin belirlenmesinde kullanılan bir tekniktir (Kreighbaum, 1990; Payton ve Bartlett, 2008). Aynı zamanda kas motor sinir uyarısıyla kasıldığında kasın elektrik potansiyelindeki değişimleri kaydetme tekniği olarak da tanımlanmaktadır. Bu aktivite yüzeysel veya kas içi (iğneli) elektrot ile belirlenmektedir (Bartlett, 2008; Kreighbaum, 1990; Latash, 1998). İğneli elektrot yönteminde (çapı 1 mm’den azdır) iğne kas içine sokulmaktadır. Bu tür elektrotlar tek motor ünitenin aktivitesini kaydedebilmek için dizayn edilmiştir. Her motor ünite birçok kas lifi içermektedir. Fakat hepsi eş zamanlı olarak aksiyon potansiyeli üretmekte ve böylece elektrotlar tüm motor ünitenin aksiyon potansiyellerinin birleşimini toplamaktadırlar. İğneli elektrotla ölçüm genelde klinik testlerde kullanılmaktadır. Sağlıklı insanların istemli hareketlerinde yapılan çalışmalarda sıklıkla yüzeysel elektrot kullanılmaktadır. Bu yöntemle kastaki

mümkün olduğu kadar çok motor ünitenin aktivasyonu toplanmaktadır. İki elektrot kasın orta kısmına yapıştırılmaktadır. Yüzeysel elektrotların çapları 1 mm ile 20 mm arasında değişmektedir. Elektrotların boyutları iğneli elektroda göre büyüktür. Bu sebeple büyük kasların ölçümünde tercih edilmektedir. Çünkü eğer ön kol veya yüzde bulunan küçük bir kasın aktivasyonunu ölçmek istenirse kas küçük olduğu için elektrot yakınındaki diğer kaslardan da elektriksel sinyal alacaktır. Sonuç olarak ölçüm doğru sonuç vermeyecektir (Latash, 1998; Rao ve Guha, 2001).

Elektrik sinyalleri aktif kasın *membranı* boyunca aksiyon potansiyellerinin artması sonucu oluşmaktadır. Bu sinyaller denekten kablolar aracılığı ile bilgisayara ya da kayıt ediciye gönderilmektedir. Analog veriyi dijital veriye çeviren özel kartlar aracılı ile veriler bilgisayara iletilmektedir. Ancak telemetrik sistemlerin kullanılmasıyla denek ve bilgisayar arasında kablolarla gerek kalmamıştır. Kassal aktivasyonun seviyesine bağlı olarak oluşan radyo frekansına benzeyen elektrik sinyalleri kayıt edici veya bilgisayara gönderilmektedir. Kablolu veya telemetrik EMG sistemleri sahada veya su içi aktivitelerde başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. EMG performans boyunca kassal aktivite profili elde etmek için kullanılmaktadır. Ancak kuvvet platformu, video ve eklem hareket kaydı (*electrogoniogram*) ile eş zamanlı kullanılırsa daha anlamlı olmaktadır. EMG ve diğer verilerin işlem ve analizinin yapılması performans boyunca iç ve dış kuvvetlerin etkisi hakkında daha doğru bilgi edinmeyi sağlamaktadır (Kreighbaum, 1990; Merletti ve Parker, 2004).

EMG'nin analizinde birçok yöntem kullanılmaktadır. Genellikle kullanılan işlem süreci; filtreleme, rektifikasyon, integralini alma ve normalize etmedir. Aksiyon potansiyelleri çok hızlıdır ve birkaç milisaniyede potansiyel değişiklikler görülebilmektedir. Yüksek geçirgenli filtre ile bu hızlı değişiklikler daha anlaşılır hale getirilebilmektedir. Rektifikasyon işleminde tüm negatif değerler pozitifte çevrilmektedir. İntegrasyon işlemi ise iki şekilde yapılabilmektedir. Birincisi doğrusal zarf yöntemi, diğeri ise belirlenmiş aralıkların integralinin alınmasıdır. Farklı kişiler arasında EMG karşılaştırması yapabilmek için integrali alınmış veriyi normalize etmek gerekmektedir. Genel olarak integrasyonu alınmış EMG kasın maksimal istemli kasılma değerlerine göre normalize edilmektedir. Böylece kasın maksimal kasılma değerinin yüzde kaçıyla kasıldığı belirlenebilmektedir (Latash, 1998; Merletti ve Parker, 2004).

Voleybol Sporunda Sıçrama Özelliğinin Önemi

Hill (1991)'e göre dikey sıçramada havalanma fazından hemen önce kas hareketinde bazı varyasyonlar olsa da altı kattan beşinde uzama ve kısalma hareketi gözlenmektedir. Koşarak yapılan dikey sıçramada yirmi dört kasın tamamında hareket kombinasyonları aynıdır. *GM* ve *hamstringler* kısalır, *rektus femoris (RF)* uzar, *soleus* ve *GAS* kısalır, uzar ve sonra tekrar kısalır. Daha önceki çalışmaların sonuçlarına göre yaklaşmanın son adımından sonra topuğunun üzerine konan tüm deneklerden benzer kayıtlar alınmıştır (aktaran Nigg ve ark., 2000).

Basketbol, voleybol, badminton ve tenis gibi çoğu salon sporunda sıçrama ve konma hareketleri vardır. Sporcular genelde konmanın ardından hızlı bir şekilde pozisyon alıp bir sonraki hareket için hazırlanırlar. Sıçrama sonrası eski

pozisyonun çabuk sağlanması da bu açıdan önemlidir. Dikey sıçrama sonrasında yapılan konmada vücudun aşağı yönlü momenti dağıtılmalıdır. Bu oyuncunun ayaklarıyla yere kuvvet uygulaması ile gerçekleşir. Buna örnek olarak yer reaksiyon kuvveti (R) verilebilir. Konma anında bacakların kasılması vücudu hızlı bir şekilde yavaşlatacaktır. Ancak bu şekilde bir konma tekniği uygulamak sakatlanmalara neden olabilecek aşırı yer reaksiyon kuvvetine neden olur. İyi konma teknikleri yavaşlama periyodunu büyük ölçüde arttıran kalça, diz ve ayak bileğinin kontrollü *fleksiyonunu* içerir ve sonuç olarak ortalama ve zirve R azalır. Konma periyodu boyunca, R ve vücut ağırlığı olmak üzere iki kuvvet etkili olmaktadır. Yere konma anında sporcunun aşağı doğru olan hızı 3.4 m.s^{-1} ise sporcunun kalça, diz ve ayak bileğinde çok az bir *fleksiyonla* yumuşak bir konma gerçekleştirmektedir. Bu durumda sporcunun yavaşlaması hızlı olmakta ve yaklaşık 100 ms'n'de dinlenmiş olmaktadır (Watkins, 2007; Latash, 1998). Toparlanma süresinin kısaltılması için doğru tekniğin uygulanması önemlidir. Doğru tekniğin uygulanması için de önce mevcut durum (kassal aktivasyon, hareket analizi, R gibi değerlendirmelerle) tespit edilmeli ve düzeltilmelidir.

Voleybolda Hareket Türleri (Paternleri)

Sıçrama Biyomekaniği

Dikey sıçramanın fazlara ayrılmasında araştırmacılar farklı ifadeler ve terimler kullanmışlardır. McGinnis (1999) dikey sıçramayı hareket fazı, yükselme fazı ve uçuş fazı olarak üç fazda incelemiştir. İlk iki faz sporcunun ayakları yerdeyken gerçekleşmektedir.

Sporcunun ayaklarının yerde olduğu iki fazın analizi:

Dikey sıçramada temel olarak harekete katılan eklemler, ayak bileği, diz, kalça ve omuz eklemidir. El bileği eklemine de bazı hareketler oluşmaktadır. Fakat bu hareketler diğer eklemlerin hareketi kadar önemli değildir. Bu yüzden burada sadece dört eklem incelenmiştir. Vücudun sol ve sağ tarafının beraber hareket ettiğini düşünerek sıçrama hareketi, simetrik olarak kabul edilmiştir. Hazırlık fazı boyunca ayak bilekleri *dorsi fleksiyon*, diz ve kalça *fleksiyon* ve omuzlar *hiperekstansiyon* hareketini yapmaktadırlar (Enoka, 2002).

Yükselme fazı boyunca her ekleme karşı hareket ortaya çıkmaktadır. Ayak bilekleri *plantar fleksiyon*, diz ve kalça *ekstansiyon* ve omuzlar *fleksiyon* hareketini yapmaktadır. Hazırlık fazı boyunca vücut aşağıya doğru hareket etmektedir. Bunun sonucu olarak da potansiyel enerji azalmaktadır. Ayak bileği eklemine üzerindeki *segment* aşağı doğru hareket etmektedir. Böylece potansiyel enerjisi azalmaktadır. Ayak bileği eklemine aktif kaslar *eksantrik* olarak kasılmaktadırlar. Ayak bileği eklemine hareketi *dorsifleksiyondadır*. Fakat kasılması *eksantriktir*. Ayak bileği *plantar fleksörleri* aktif kas grubudur. Uyluk aşağı doğru hareket etmektedir. Böylece potansiyel enerjisi azalmaktadır. Diz eklemine aktif kas grubunun kasılması *eksantriktir*. Diz *ekstensörleri* aktif kas grubudur. Uyluk kalça eklemine üzerine doğru aşağı yönde hareket etmektedir. Diz eklemine göre potansiyel enerjisi düşmektedir. Kalça eklemine aktif kas grubunun kasılması *eksantriktir* ve kalça *ekstensörleri* aktif kas grubudur. Kol omuza göre daha yukarı doğru hareket etmektedir. Böylece kolun potansiyel enerjisi omuz eklemine göre daha fazla olacaktır.

Omuz eklemindeki aktif kas gruplarının kasılma şekli ise konsantriktir. Omuz ekleminde hiperekstansiyon görülmektedir ve bundan dolayı omuz ekstensörleri aktif kas grubudur. Yükselme fazı boyunca vücut segmentlerinin her birinin potansiyel ve kinetik enerjisi artmaktadır. Eklemlerin her birindeki aktif kasların kasılması *konsantriktir*. Ayak bileği *plantar fleksiyondadır*. Böylece *plantar fleksörler* aktiftir. Diz *ekstansiyon* hareketini yapar. Böylece diz *ekstensörleri* aktiftir. Kalça da *ekstansiyon* hareketini yapmaktadır. Bu yüzden kalça *ekstensörleri* de aktiftir. Omuz ekleminde ise başta kol omuz eklemine göre aşağı doğru sonra yukarı hareket etmektedir. Potansiyel enerjideki azalma segmentlerin kinetik enerjisindeki büyük artışa göre daha küçük orandadır. Yani iş pozitif ve omuz fleksörleri konsantrik olarak kasılmaktadırlar. Hazırlık fazı ve yükselme fazının birinci aşamasının sonunda vücut hızlıca yukarı hareket etmektedirler. Ayak bileği *plantar fleksörleri*, diz, kalça *ekstensörleri* ve omuz *fleksörlerinin* kuvvetli olması iyi bir dikey sıçrama için gereklidir. Bu kas gruplarına özel kuvvet antrenmanları uygulanabilir. Eklem hareket açısındaki en büyük değişim omuzdadır. Hazırlık fazı boyunca omuz ekleminde *hiperekstansiyon* görülmektedir. Omuz *fleksörlerindeki* hareket açısı daha az düzeyde değişir. Omuz *fleksör* kasları için esneklik egzersizleri uygulanabilir (McGinnis, 1999; Enoka, 2002).

Çizelge 1'de dikey sıçramanın niteliksel anatomik analizi verilmiştir.

Çizelge1. Dikey Sıçramanın Uçuş Fazından Öncesinin Analizi (Mc Ginnis, 1999).

Eklem	Hareket Fazı	Eklem Hareketi	Kas Kasılması	Aktif Kas Grubu	Hızlanmanın Arttığı Faz	Eklem Hareket Açısının Çok Fazla Olduğu Yer
Ayak Bileği	Aşağı	Dorsi Fleksiyon	Eksantrik	Plantar Fleksörler	Fazın sonunda	
	Yukarı	Plantar Fleksiyon	Konsantrik	Plantar Fleksörler	Fazın başında	
Diz	Aşağı	Fleksiyon	Eksantrik	Ekstensörler	Fazın sonunda	
	Yukarı	Ekstansiyon	Konsantrik	Ekstensörler	Fazın başında	
Kalça	Aşağı	Fleksiyon	Eksantrik	Ekstensörler	Fazın sonunda	
Kalça	Yukarı	Ekstansiyon	Konsantrik	Ekstensörler	Fazın başında	
Omuz	Aşağı	Hiper Ekstansiyon	Konsantrik	Ekstensörler	Fazın sonunda	Tam hiper Ekstansiyon
	Yukarı	Fleksiyon	Konsantrik	Fleksörler	Fazın başında	

“Maksimum sıçrama esnasında, sporcular yere kendi vücut ağırlıklarından daha fazla kuvvet uygulamaktadırlar. Yerin reaksiyon kuvvetiyle sporcu yükselmektedir. Sporcu yere çok kuvvet uygularsa yerin yanıtı da daha fazla olmaktadır. Bu durum daha önce belirtilmiş olan karşı hareket ile ilgilidir. Sıçramada yükselme fazından hemen önce sporcunun ağırlık merkezi aşağı kaymaktadır. Vücut geriye doğru bir açı almaktadır. Bacakların yere karşı patlayıcı bir kuvvet uygulaması için sıçrama öncesi büyük kaslarda kasılma olmaktadır. Sporcunun ağırlık merkezi değişimi sıçrama boyunca devam etmektedir (Carr, 1997).”

“*Ekstansiyon* zamanı kısa olursa daha yükseğe sıçrama gerçekleştirilebilmektedir. *Ekstansiyon* zamanı daha kısa olan insanların bacaklarındaki hızlı kasılan kas lifleri daha yüksek orandadır. Kaslar stabil pozisyonda iken daha az gerilim üretmektedirler. Kasıldıklarında ise üretebilecekleri *isometrik* kuvvetten daha az ama stabil pozisyondan daha hızlı gerilim üretmektedirler. Kaslar dinlenme zamanındaki boyutlarından daha uzun veya kısa olduklarında daha az gerilim ürettikleri için yüksek atlamadaki ortalama kuvvetler daha düşük olması beklenmektedir (MacIntosh ve ark., 2006).”

Konmada Darbe Etkisi

İnsanlardaki kompleks hareketler merkezi sinir sisteminde programlanmaktadır. Konma öncesinde alt ekstremitelerde kasları konma esnasında oluşacak strese hazırlamak için kassal aktivasyon oluşmaktadır. EMG ile belirlenen bu aktivasyon ön aktivasyon olarak isimlendirilmektedir. Konma sonrasında alt ekstremitedeki *ekstensör* kaslar gerilmekte ve bu gerilme refleksine neden olmaktadır. Eğer kasta ön aktivasyon olmazsa aktif konum kasın kılma fazı boyunca mümkün olduğu kadar hızlı bir şekilde oluşturulmalıdır. Bununla birlikte eğer kılma fazının bir bölümünde submaksimal aktif durumda ise kuvvet de submaksimal olmaktadır (Kamibayashi ve Muro, 2006; Bobbert ve Knoek, 2001).

Yürüme ve koşmanın her adımında ve sıçrama sonrası konmada duruş fazı hızda keskin bir düşüşle başlamaktadır. Bu konma ayak ve yüzeyin temas ettiği kısa süreli aralıklarla ortaya çıkmaktadır. Darbe etkisine raket sporlarında topla raketin buluşması, kaza sonucu bir engele çarpmak gibi örnekler verilebilmektedir. Darbe herhangi bir nesneye ya da herhangi iki nesnenin çok kısa süreliğine çarpışmasıdır. Darbe boyunca temas kuvveti çok büyüktür. Tahta bir duvara çekiç çakmak kolaydır. Ancak aynı etkiyi statik yükleme ile elde etmek için çekicin başına binlerce Newton kuvvet uygulamak gerekmektedir. R vücudun ağırlık merkezindeki hızlanmayı göstermektedir. Ancak, bu gövdenin hızlanması değildir. Gövde hızı üzerinde konmanın etkisi vücut ağırlık merkezi ya da ayağın hızındaki kadar değildir. Hareket etmeyen engellere karşı (zemin) hareket eden vücuttaki çarpışma etkisinin klasik mekaniği, vücut kitlesi ve hızı sonucu olan vücutun lineer momentine bağlıdır. Çarpışma boyunca vücutun hızı sifıra düşmektedir. Vücutun bir parçasının çevre ile ani bir temasının olduğu insan hareketindeki (konma sonrasında ayaklar, boks vuruşu sonrasında el) darbe kuvvetleri momente bağlıdır. Çarpışma boyunca darbeye maruz kalan vücut bölgesinin hızı da hızlıca sifıra düşer. Ancak ayakta, darbeye maruz kalan vücut

bölgesinin kitlesi küçüktür. Vücudun diğer kısımlarının kitlesi daha büyüktür. Fakat çarpışma boyunca yavaşlaması daha azdır. Darbe kuvvetine iki momentin katkısı vücut pozisyonuna ve çarpışma boyunca vücut bölgesinin yer değiştirmesine bağlıdır. Yürüme ve koşmada konma boyunca ayağın hızı R 'inin bazı özelliklerini belirler; özellikle yere temas sonrasındaki ilk 30-50 ms'n'de zirve değerler görülür (Zatsiorsky, 2002; Grimshaw, 2006). Konmada kassal aktivasyon açısından zirve değerleri bu araştırmada belirlenmiştir. Yüksek ve hızlı ön aktivasyon, gerilme kısıalma döngüsünün *eksantrik* fazı boyunca darbe etkisine karşı kasları hazırlar (Kyröläinen ve Komi, 1995).

Çeşitli sıçrama ve konma tekniklerinde gerilme kısıalma döngüsü sırasında *VL*, *VM*, *GAS*, *GM* ve *BF* kaslarındaki aktivasyon iki grup arasında değerlendirilmiş ve fark olan fazlar ve nedenleri, zirve kasılma değerlerinin bulunduğu zaman aralıkları ve nedenleri bu tez kapsamında araştırılmıştır.

GEREÇLER ve YÖNTEMLER

Denekler

Yapılan araştırmaya 21 bayan voleybolcu ve 15 voleybol oynamayan bayan kontrol grubu olarak katılmıştır ve tanımlayıcı istatistikleri **Çizelge 2**'de verilmiştir.

Çizelge 2. Voleybolcu ve Kontrol Grubunun Tanımlayıcı İstatistikleri

	Voleybolcuların Ağırlık Bilgileri (n=21) Ort ± SS	Kontrol grubunun ağırlık bilgileri (n=15) Ort± SS
Boy Uzunluğu (cm)	175 ± 6.4	170 ± 4.2
Vücut Ağırlığı (kg)	61.9 ± 7.9	56.9 ± 6.5
Yaş (yıl)	18.2 ± 4.1	21.2 ± 3.1

Veri Toplama Araçları

Antropometri Ölçüm Araçları

Boy uzunluğu ölçüm aracı

Boy uzunluğu, **Şekil 3**' de görülen hassasiyeti ± 0.1 cm olan duvara monte edilmiş "Holtain LTD, UK" marka bir stadiometre ile yapılmıştır.

Vücut ağırlığı ölçüm aracı

Vücut ağırlığı ölçümleri **Şekil 4**'de görülen 0.1 kg hassasiyette "Seca, Vogel & Hakle, Hamburg" markalı, dijital göstergeli baskül kullanılarak yapılmıştır.



Şekil 3. Sabit Stadiometre



Şekil 4. Baskül

EMG Ölçüm Sistemi

Tüm sıçramalar sırasında kaslardan gelen sinyallerin ölçümü için 12 kanallı "Biovision, Germany" markalı **Şekil 5.**'deki EMG cihazı kullanılmıştır. EMG

amplifikatörünün geçirgenlik oranı, örnekleme oranı, maksimum elektrot içi empedansı ve hata oranı 8–500 Hz, 1000 Hz, 6 kOhm and 95 dB'dir. Analog EMG sinyali, dijital forma 16 bit'lik ve 1000 Hz'lik dijital çevirici ile dijital veriye dönüştürmüştür. EMG cihazının 5 kanalı 5 farklı kası ölçmek için kullanılmıştır.



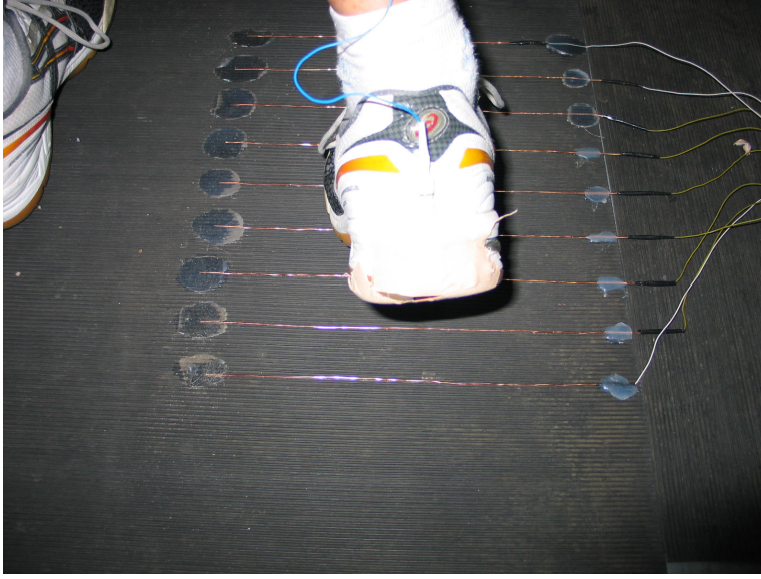
Şekil 5. EMG Ölçüm Sistemi

Kastan gelen iletilerin bilgisayara aktarılması için “Biovision, Germany” markalı Daisy LAB programı kullanılmıştır.

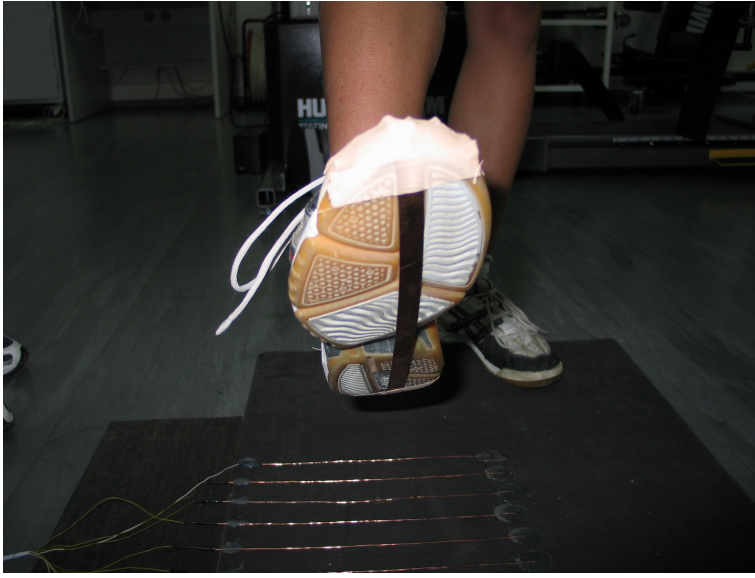
Sıçrama Matı ve Ayakkabı Düzenegi

Şekil 6'da gösterilmiş olan sıçrama matı; sporcunun sıçrama sonrası konma anını belirlemek için elektrik iletkenliğini sağlayan bakır tellerden yapılmıştır. Aynı zamanda bu matın yere konma anını tespit edebilmesi için ayakkabının altına da **Şekil 7**'de gösterilmiş olan bakır plaka yerleştirilmiştir. Bu mekanizma ölçüm sistemine +/-5 Volt TTL sinyal göndermiştir ve ayağın yere temas ettiği ilk an tespit edilmiştir. Böylece sporcunun ayağı yere değdiği anda bilgisayara uyarı gelmiş ve konma anı belirlenmiştir.

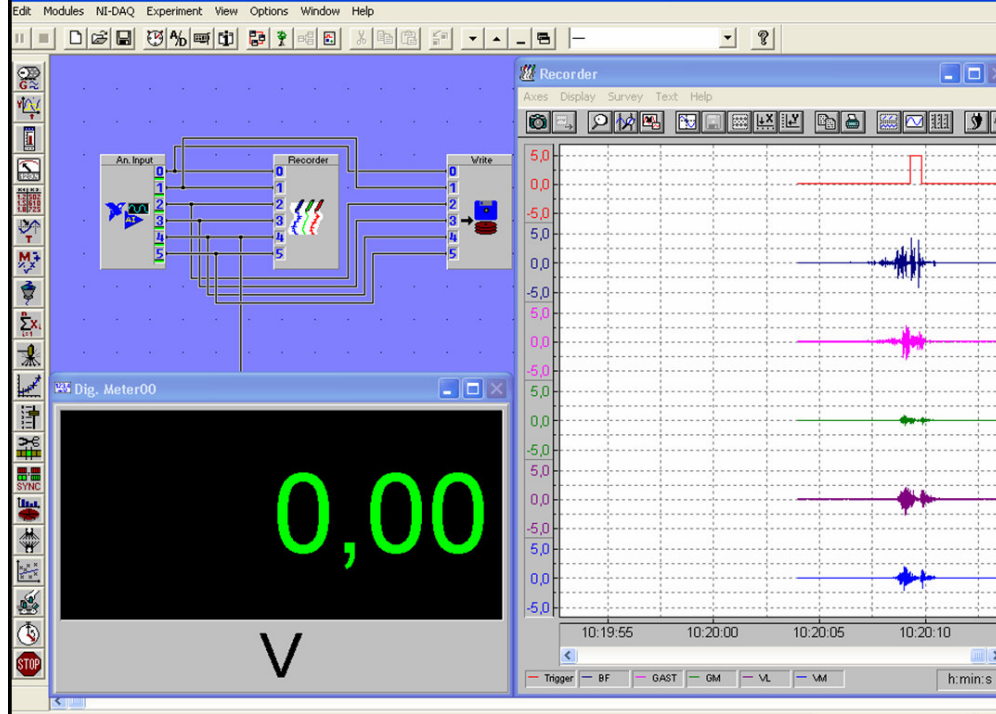
Şekil 8'de sağ taraftaki pencerede, ayakların yerden ayrıldığı ve konduğu anı gösteren kırmızı renkteki kanaldır. Altındaki lacivert, pembe, yeşil, mor ve mavi kanallar ise sırasıyla *VL*, *VM*, *GM*, *GAS* ve *BF* kaslarını belirtmektedir.



Şekil 6. Yere Konma Anını Belirlemek için Kullanılan Sıçrama Matı.



Şekil 7. Ayakkabının Altına Sabitlenen Bakır Plaka



Şekil 8. Ölçüm Anında Programdan Bir Görüntü

Verilerin Toplanması

Antropometrik Ölçümler

Boy Uzunluğu Ölçümleri: Sırt ve omuzlar duvara paralel, gözler karşıya bakacak ve topuklar birleşik ve aya uçları açık olacak şekilde ölçüm alınmıştır. Ölçümler 2 kez tekrarlanmıştır. Sonuçlar birbirine yakın değilse yeniden ölçüm alınmıştır.

Vücut Ağırlığı Ölçümleri: Ayaklar paralel, kollar yanda ve dik pozisyonda ölçüm alınmıştır. Ölçümler 2 kez tekrarlanmıştır. Sonuçlar birbirine yakın değilse yeniden ölçüm alınmıştır.

EMG Ölçümleri

Denekler tüm sıçrama ve konma hareketlerini tez ölçümleri için dizayn edilmiş sıçrama matının üzerinde yapmışlardır. EMG ölçümünde yüzeysel elektrot kullanılmıştır. Sıçrama ve konmalarla ilgili literatürde daha önce yapılmış olan çalışmalar incelenmiş ve araştırmaya dahil edilecek olan kaslar belirlenmiştir. Elektrotlar kasların üzerine yerleştirilmeden önce deri yüzeyi traşlanmış ve alkolle temizlenmiştir. Deri yüzeyi hazırlandıktan sonra kasların yerleri tespit etmek amaçlı VM ve VL kasları için maksimal izometrik diz ekstensiyonu, BF için maksimal izometrik diz kontraksiyonu, GM için maksimal izometrik kalça ekstensiyonu, GAS için maksimal izometrik plantarfleksiyon hareketleri yaptırılarak kasın en geniş bölgesi bulunmuştur. VL kası için elektrotlar RF kasının lateral kısmına doğru, lateral femoral epicondyle ile greater trochanter arasına, VM kası için elektrotlar, kasın distal kısmına, patella'nın superior sınırının 10 cm yukarisına ortaya, BF uzun başı için elektrot, uzun başın üzerine, ischial tuberosity ve lateral femoral epicondyle arasındaki orta yola, GAS kası için elektrot medial gastrocnemius kısmının orta yüzeyine, GM kası için elektrot

sacral vertebra ile greater trochanterin arasındaki çizgiye yerleştirilmiştir. Elektrotlar aralarındaki mesafe 2 cm olacak şekilde yerleştirilmiştir (http-4). Ölçümler sonrasında maksimal istemli kasılmalar (MVC) alınmıştır. Kellis ve ark. (2003), araştırmasındaki gibi *VL*, *VM* ve *BF* kasları için oturur pozisyonda diz 90° iken izometrik ekstensiyon ve fleksiyon hareketlerinde izokinetik dinamometreye sabitlenerek ölçüm alınmıştır. *GAS* kası için ise denek sırt üstü yatar pozisyonda ayak tabanına uygulanan dirence karşı ayak bileğine plantar fleksiyonda ve *GM* kası içinde yüzüstü yatar pozisyonda izometrik kalça ekstansiyonunda ölçüm alınmıştır. Maksimal istemli kasılmalarda her kasın ölçümü iki kez alınmış ve daha yüksek olan değerlendirilmiştir.

Sıçramalar

Skuat Sıçrama

Deneklerden skuat sıçramada skuat pozisyonda bekleme yaparak eller belde, gözler karşıya bakacak şekilde sıçrama yapmaları istenmiştir.

Aktif Sıçrama

Deneklerden aktif sıçramada eller belde, gözler karşıya bakacak şekilde bekleme yapmaksızın sıçrama yapmaları istenmiştir. Eller serbest aktif sıçramada ise aktif sıçrama tekniğinin eller serbest şekilde uygulanması istenmiştir.

Bu tez araştırmasında skuat, aktif ve eller serbest aktif sıçramalar; itme fazı, havada kalma fazı ve konma fazı olmak üzere üç fazda incelenmiştir. İtme fazı; ayakların yerden ayrılmasından önceki fazdır. Havada kalma fazı; ayakların yerden ayrılıp, yere konması arasındaki süreyi kapsar. Konma fazı ise; yere konma ve sonrasını kapsayan süredir. Bu fazlarda *VL*, *VM*, *GM*, *GAS* ve *BF* kaslarındaki aktivasyonlar elektromiyografi (EMG) ile ölçülmüştür.

Konmalar

Smaç Sonrası Konma (40 cm ve 60 cm Yüksekliklerden)

Önce 40 cm'den sonra 60 cm'lik kasalardan bir ayağı ileri uzatarak yere konma hareketidir. Amaç smaç sonrası konma hareketinin saha ortamı dışında simule edilmesidir. Çalışmaya katılan deneklerden merdivenden iner gibi ya da yukarı sıçrayarak atlama hareketi şeklinde değil sadece konma hareketinin yapılması istenmiştir.

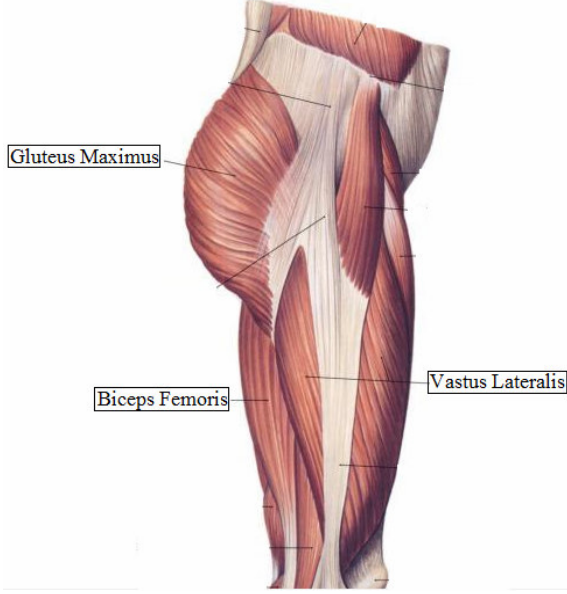
Blok Sonrası Konma (40 cm ve 60 cm Yüksekliklerden)

Önce 40 cm'den sonra 60 cm'lik kasalardan sağ ayağı sağ tarafa uzatarak yere konma hareketidir. Amaç bloktan konma hareketinin simule edilmesidir. Aynı şekilde çalışmaya katılan deneklerden merdivenden iner gibi ya da yukarı sıçrayarak atlama hareketi şeklinde değil sadece konma hareketinin yapılması istenmiştir.

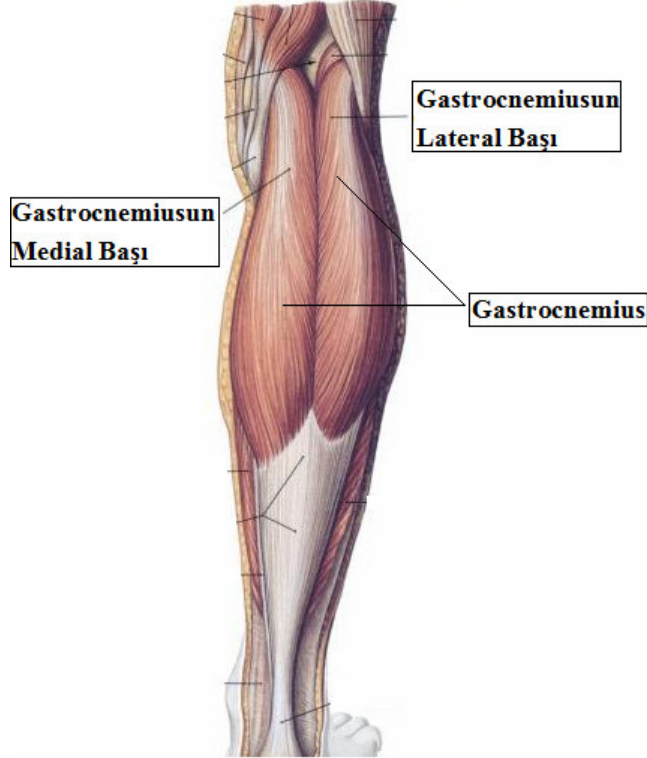
Doğru tekniğin uygulanması için ölçüm öncesi 1-5 arası deneme yapılmıştır. Her hareketin ölçümü için 3 kayıt alınmıştır ve bu 3 kaydın ayağın yerden ayrıldığı ve konduğu ana göre senkronize edilerek ortalaması alınmıştır.

Farklı Sıçrama ve Konma Tekniklerinde Alt Ekstremitede Kasal Aktivasyonunun Değerlendirildiği Kaslar

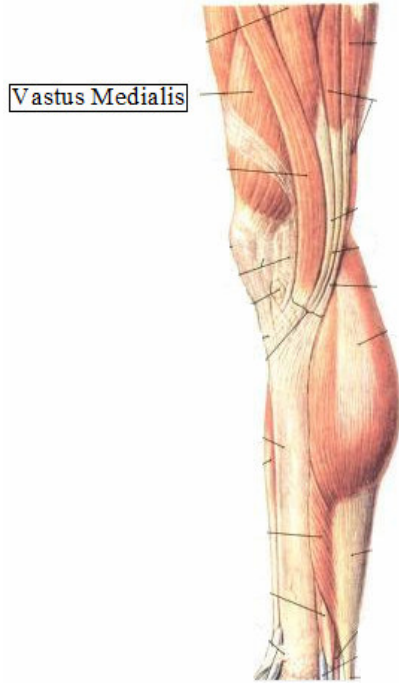
Bu tez araştırması kapsamında farklı sıçrama ve konma tekniklerinde **Şekil 9**, **Şekil 10** ve **Şekil 11**'de gösterilen VL, VM, GM, BF ve GAS kaslarındaki kasal aktivasyon incelenmiştir.



Şekil 9. Gluteus Maksimus, Biceps Femoris ve Vastus Lateralis Kasları (Clemente, 2007)



Şekil 10. Gastrocnemius Kası (Clemente, 2007)



Şekil 11. Vastus Medialis Kası (Clemente, 2007)

Quadriceps Femoris (QF); uyluk dört başlı (*Rectus femoris RF, VL, VM, Vastus intermedius*) kasıdır. Proksimalde en uzun baş olan ile *spina iliaca anterior inferiore, vastus intermediusla femur trochanterlerinin* ön tarafının orta kısmına tutunur. VL ile RF'in yapışma yerinin biraz alt ve yan tarafına VM ise *trochanter minorun* alt ve biraz *femur* eksenine yakın kısmına tutunur. Distal (uzak ucu) ise patellaya yakın kısımda *quadriceps* tendonu ile birleşerek patellayı içine alıp, patellar ligament ile *tuberositas tibiaya* tutunur. Dört başı ile QF kası diz ekleminin ekstansiyonunda etkilidir. Yürüme için gerekli olan en önemli kاستر. Skuat hareketi ve benzeri bütün hareketler için bütün sporlarda ve günlük hayatımızda en çok kullandığımız kaslarımızdandır. Skuat türü hareketlerde bacakların açıklık, rotasyon gibi pozisyonları gereği değişik bölümlerinin değişik fibrilleri aktif olarak hipertrofiye uğrar, kuvvetlenir ve koordine olur. Skuat hareketinin iniş kısmında *eksantrik*, çıkış kısmında ise *konsantrik* olarak kasılır (Kaya, 2003).

Skuat çömelme hareketinde *gluteal* kaslar, *hamstringler* ve *quadriceps* grubu kaslar, kalça ve diz *ekstansiyonunda* aktiftir (Aaberg, 2006).

Bu dört başlı QF kasından VL ve VM kasları araştırmaya dahil edilmiştir.

GM: Proksimalde *crista iliaca*nın posteriorundan başlar *sacrumun lateraline* boydan boya tutunur. Distalde ise, *femurun gluteal tuberositasına* daha üst tarafta ise *femur* başının üzerinden geçerek *tractus iliotibialisle femurun lateralinden* geçerek *tibianın lateral epicondiline* tutunur. Kalçanın *abduksiyonunda, ekstansiyonunda* ve uyluğun *rotasyonunda* etkili olan bir kاستر. Yürümede etkili olan bir diğer kas grubunun (*gluteal*) üyesidir. *İnfrac gluteal* sinir (L5., S1.)

tarafından uyarılır.*Semitendinosus*, *semimembranosus* ve *BF*, *Hamstring* grubu kaslarıdır. Bu kaslardan *BF* araştırmaya dahil edilmiştir.

GAS, *soleus*, *plantaris*, *popliteus*, *flexor hallucis longus*, *fleksor digitorum longus*, *tibialis anterior* *distalde achilles tendonu* ile *calcaneumun tüberositasına* tutunan *triceps surae* kaslarıdır. *GAS*: *Proksimalde femurun medial* başı ile *publiteal* bölgesi ve *lateral* başı ile de *tibianın lateral kondili* ile *caput fibulaya* (fibula başı) tutunur. Mekanik enerji üretiminde en önemli kaslardan biridir. Çift eklemlili bir kastır ve böylece kendi segmentleri arasındaki enerjiyi transfer edebilir.*BF*: *Proksimalde tuberositas ischiadica* ve kısa başıyla *femur gövdesine*, *distal* ucuyla ise; *caput fibulaya* (fibula başına) tutunur. Kalça eklemindeki *ekstansiyonda*, *rotasyonda* ve *adduksiyonda*; diz ekleminin *fleksiyonunda* fonksiyon icra eder. Çift eklemlili kaslar kas içi koordinasyonu kontrol ederken tek eklemlili kaslar, dikey sıçrama için ilk mekanik enerjiyi üretebilirler. (Coh ve ark., 2008; Kaya, 2003).

Sıçrama ve konma hareketlerinde; diz eklemlili *ekstansiyonu* ve *fleksiyonu*, kalça *ekstansiyonu* ve *fleksiyonu* vardır. Aynı zamanda ölçümler yüzeysel elektrotlarla yapıldığı için büyük kas grupları tercih edilmiştir. Bu açıdan yukarıda belirtilmiş olan kaslarda EMG ölçümü yapılmıştır.

EMG Analizleri

EMG sinyali, kastaki motor nöronların elektriksel aktivitesidir. EMG sinyalinin üzerinde işlem yapılmamış durumu “raw EMG” olarak tanımlanır (Schwartz ve Andrasik, 2005). EMG analizi ve istatistiği belirtilen aşamaları içermektedir.

1. Kesit Alma (EPOCH)

Analiz yapılacak sürecin diğer verilerin arasından alınmasıdır. 40 ve 60 cm'lik kasalardan konma esnasındaki kassal aktivasyon analizinde EMG tekrarlanabilirliğinin hesaplanması için konma anının 1000 msn öncesi ve 1300 msn sonrasını içeren 2.3 sn'lik EMG dilimleri kullanılmıştır.

2. Rektifikasyon işlemi

Kesiti alınan veri işleme aşamasına gelir. Bu kısımda önce verinin dalga akımdan doğru akıma dönüştürülmesi yani negatif işaretlerin değiştirilmesi gerekir. Bu işlemde verinin büyüklüğü değişmez sadece yönü değişir. Rektifikasyon yapılmazsa negatif zirve değerler ile pozitif zirve değerlerin toplamı sıfıra eşit olur (Schwartz ve Andrasik, 2005). Bu aşamada negatif veriler pozitif hale getirilmiştir.

3. İntegrasyon İşlemi

Rektifikasyonu alınan verilerin işleme sokulup değerlendirilebilmesi için 100'er msn'lik gruplar halinde ortalamalarının alınması gerekir. Bu amaçla iEMG hesaplamasında 100 msn time-window kullanılmıştır. Eller serbest aktif sıçramada her bir kas ve durum 100 msn'lik aralıklarla hesaplanmış iEMG'lere karşılık gelmektedir.

RMS (root mean square-ortalama kök değeri); belirli bir zaman periyodunda işlenmemiş EMG'nin ortalama kuvvetinin kareköküdür (Payton ve Bartlett, 2008).

EMG tekrarlanabilirlik hesaplaması için Arpınar-Avşar ve ark., (2007) araştırmasındaki RMS (root mean square) ve SD kullanılmıştır (3 farklı iEMG dizisine ait standart sapmaların Ortalama kök değeri). Varyans oranı ve SVD temelli tekrarlanabilirlik formüllerinin kullanılmamasının nedeni düşük sayıdaki EMG kaydı (her bir denek için 3 adet) olmasıdır.

4. Normalizasyon

Bu çalışmada değerlendirilen kas gruplarının normalizasyon işlemi maksimal istemli kasılmalar (MVC) alınarak gerçekleştirilmiştir. MVC ölçümü ile kasın kendisine ait maksimal istemli kasılma değerinin % kaçını ile harekete geçtiği belirlenebilmektedir. Rektifikasyonu alınmış verilerin içindeki en yüksek değer kasın maksimal istemli kasılma değeridir. Bu değer ortalaması alınan veriler ile değerlendirilmiştir ve kasın maksimalinin yüzde kaçıyla kasıldığına ait sonuç elde edilmiştir.

Tillman ve ark., (2004b) konma sırasında 11 bayan voleybol oyuncularında alt ekstremitede *VM*, *Hamstring* ve *Lateral GAS* kaslarındaki aktivasyonu ve R'ni çalışmışlardır. Deneklerden aktif sıçrama yapmaları ve baskın ayaklarıyla, baskın olmayan ayaklarıyla ve çift ayak konma yapmalarını istemişlerdir. Bu çalışmadan farklı olarak EMG aktiviteyi normalize etmek için, maksimal

isometrik kasılma yaptırmak yerine sıçrama sırasında maksimal kasılmaya göre değerlendirme yapmışlardır.

Bu veriler doğrultusunda sıçrama yükseklikleri $H=g.t^2/8$ formülünden hesaplanmıştır. H (cm) yükseklik, g yerçekimi kuvveti (m/s^2), t (msn) ise havada kalma süresidir (Urabe ve ark., 2005). Sıçrama yüksekliğinin hesaplanmasında en fazla havada kalınan süre dikkate alınmıştır. Sıçramalar iki aşamada incelenmiştir. İlk aşamada YAZ'a göre senkronize edilmiş önce ve sonrası analiz edilmiştir. Diğer aşamada ise YKZ'ına göre senkronize edilmiş, önce ve sonrası analiz edilmiştir.

Tekrarlanabilirliğin spor literatüründe EMG alanında kullanımına ait Clarys ve ark. (1990)'nın ve Soylu ve ark., (2008)'nin temel olarak toplam iki adet yayın mevcut olup, bu çalışmalara göre okçuluk yeteneği arttıkça ön kola ait EMG doğrusal zarflarının tekrarlanabilirliği de artmaktadır. Aynı durum farklı sıçrama stilleri ve farklı yetenekler için de bu tezde araştırılmıştır. iEMG hesaplamasında 100 msn time-window kullanılmıştır.

EMG tekrarlanabilirliğinin hesaplanması için Arpınar Avsar ve ark., (2007)'in Hershler ve Milner (1978)'in , Granata ve ark., (2005)'nin, Kadaba ve ark., (1985)'nin ve Soylu (2008)'nin yapmış oldukları araştırmalardaki varyans oranı ve SVD temelli tekrarlanabilirlik formülleri kullanılmıştır.

İstatistiksel Analiz

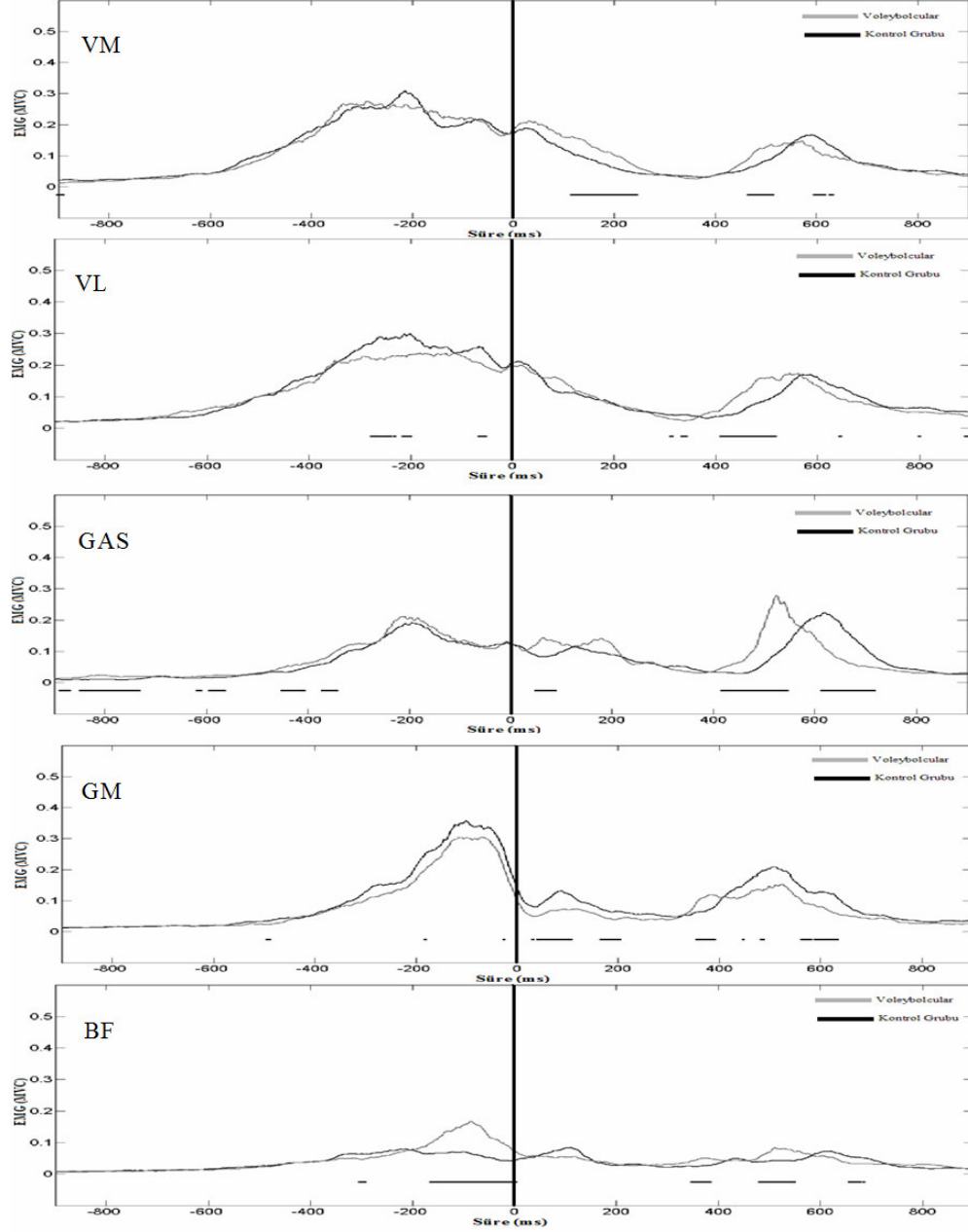
Standart sapmalar arasında anlamlı bir farka rastlanmamıştır. Kolmogrov Smirnov testi ile normal dağılım gösteren verilerde Student T testi, normal olmayan dağılımlar için ise parametrik olmayan “çift yönlü Mann-Whitney U’ testi kullanılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

BULGULAR

Skuat ve Aktif Sıçramada Alt Ekstremitte Kasal Aktivasyonu

Şekillerdeki gri çizgi voleybol oyuncularının grubunu, siyah çizgi ise kontrol grubunu göstermektedir.



Şekil 12. Skuat Sıçramada YAZ'ında İki Grup Arasında VM, VL, GAS, GM ve BF Kaslarındaki Aktivasyonların Karşılaştırılması

Şekil 12'de X eksenleri milisaniye olarak süre, y eksenleri ise maksimal istemli kasılmanın yüzdesini yani kasın maksimalinin yüzde kaçıyla kasıldığını gösteren EMG değerleridir. Şekilde, SS sırasında *VM*, *VL*, *GAS*, *GM* ve *BF* kaslarındaki aktivasyonlar iki grup arasında karşılaştırılmıştır. X ekseninde sürenin '0' olduğu nokta, araştırmaya katılan deneklerin ayaklarının yerden ayrıldığı anı ifade etmektedir. Sıçrama esnasında ayakların yerden ayrıldığı anın 800 msn öncesi ve 800 msn sonrası analiz edilmiştir.

Deney ve kontrol grubuna ait kassal aktivasyon değerleri yukarıdaki şekilde gösterilmiştir. *VM* kasında çizgi ile belirtilmiş zaman aralıklarında (200 msn, 400 ve 600 msn arası ve 600. msn) deney ve kontrol grubu kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Belirtilen zaman aralıklarında skuat sıçramada *VM* kasındaki aktivasyonlarda voleybolcu ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

SS'da *VM* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

VL kasına ait şekil incelendiğinde çizgi ile belirtilmiş zaman aralıklarında (konma öncesi 0-400 msn'leri ve konma sonrası 400- 600 msn'leri arasında) deney ve kontrol grubu kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Belirtilmiş zaman aralıklarında skuat sıçramada *VL* kasındaki aktivasyonlarda voleybolcu ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

SS'da *VL* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

GM kasında çizgi ile belirtilmiş zaman aralıklarında ayak yerden ayrılmadan önce -400, -600 ve -800 msn'lerde ve yerden ayrıldıktan hemen sonrasında ve 400-600, 600-800 msn'leri arasında deney ve kontrol grubu kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Belirtilen zaman aralıklarında skuat sıçramada *GM* kasındaki aktivasyonlarda voleybolcu ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

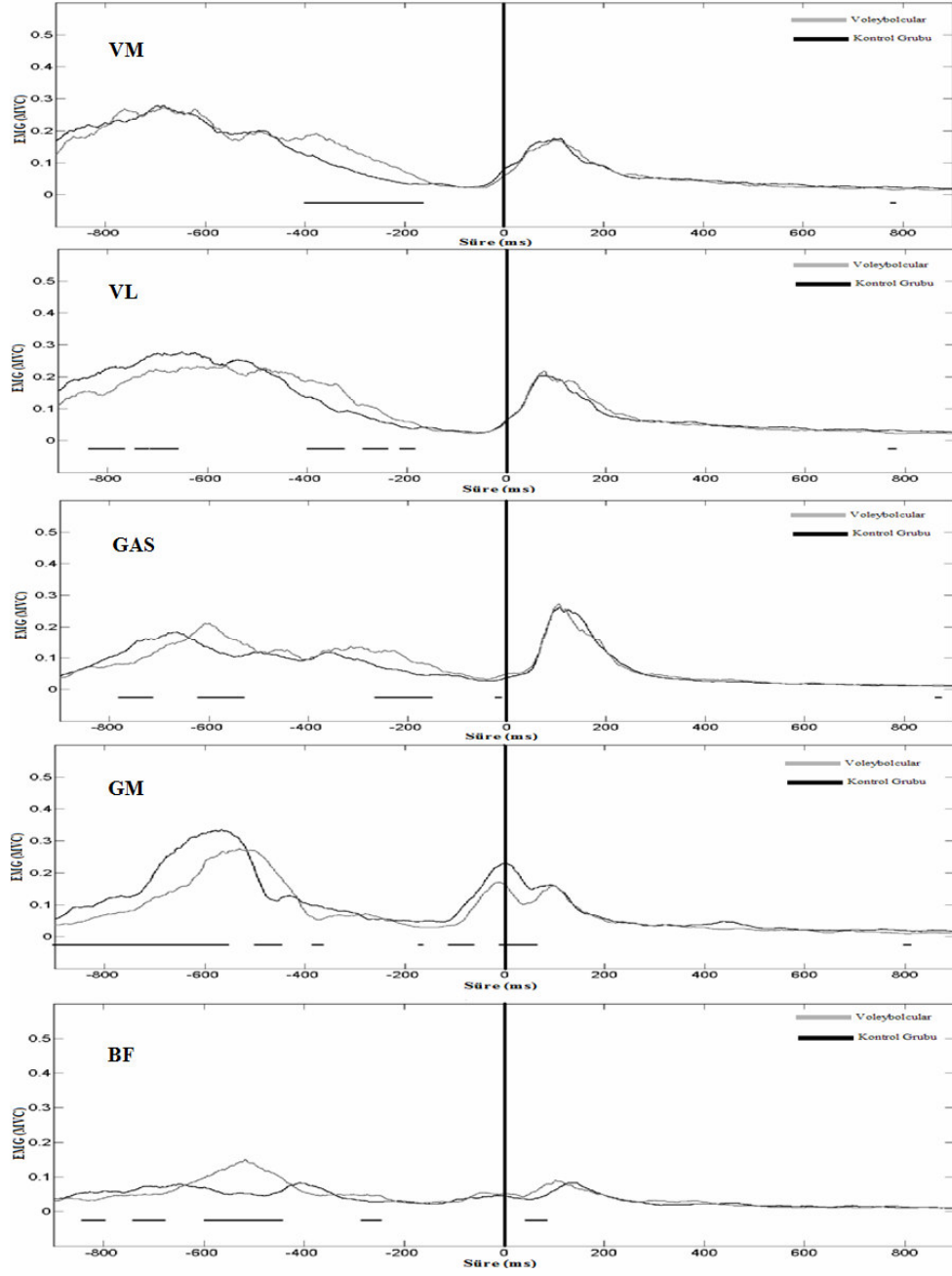
SS'da *GM* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

GAS kasında ayaklar yerden ayrıldıktan sonraki 800 msn'de çizgi ile belirtilmiş zaman aralıklarında deney ve kontrol grubu kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Çizgi ile gösterilmiş zaman aralıklarında skuat sıçramada *GAS* kasındaki aktivasyonlarda voleybolcu ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

SS'da *GAS* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

BF kasında çizgi ile belirtilmiş zaman aralıklarında özellikle ayaklar yerden ayrılmadan önceki 0-200 msn arasında ve 200-800 msn'leri arasında deney ve kontrol grubu kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Belirtilen zaman aralıklarında skuat sıçramada *BF* kasındaki aktivasyonlarda, voleybolcu ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

SS'da *BF* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.



Şekil 13. Skuat Sıçramada YKZ'ında İki Grup Arasında VM, VL, GAS, GM ve BF Kaslarındaki Aktivasyonların Karşılaştırılması

Şekil 13'de X eksenini milisaniye olarak süre, y eksenini ise maksimal istemli kasılmanın yüzdesini yani kasın maksimalinin yüzde kaçıyla kasıldığını gösteren EMG değerleridir. Şekilde, SS sırasında *VM*, *VL*, *GAS*, *GM* ve *BF* kaslarındaki aktivasyonlar iki grup arasında karşılaştırılmıştır. X ekseninde sürenin '0' olduğu nokta, araştırmaya katılan deneklerin ayaklarının yere konduğu anı ifade etmektedir. Sıçrama esnasında ayakların yere konduğu anın 800 msn öncesi ve 800 msn sonrası analiz edilmiştir.

Deney ve kontrol grubuna ait kassal aktivasyon değerleri yukarıdaki şekilde gösterilmiştir. Bu şekil incelendiğinde *VM* kasında çizgi ile belirtilmiş zaman aralıklarında konma öncesindeki -400 ve -200 msn'leri arasında deney ve kontrol grubu kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). İtiş fazında SS'da *VM* kasındaki aktivasyonlarda voleybolcu ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

SS'da *VM* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

VL kasında sıçrama sonrası yere konma öncesinde -400 ve -200 msn'leri ve -800 ve -600 msn'leri arasında deney ve kontrol grubu kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Konma öncesi belirtilen zaman aralıklarında SS'da *VL* kasındaki aktivasyonlarda voleybolcu ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

SS'da *VL* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

GM kasında sıçrama sonrası yere konma öncesinde -200, -600 ve -800 msn'leri arasında deney ve kontrol grubu kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Konma öncesinde belirtilen zaman aralıklarında skuat sıçramada *GM* kasındaki aktivasyonlarda voleybolcu ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

SS'da *GM* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

GAS kasında konma öncesi 0-200 msn ve 400-800 msn'leri öncesinde ve konma anı ve 50 msn sonrasında deney ve kontrol grubu kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Yere konma anı öncesinde belirtilmiş zaman aralıklarında skuat sıçramada *GAS* kasındaki aktivasyonlarda voleybolcu ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

SS'da *GAS* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

BF kassal aktivasyonunda konma öncesi 0-200 msn'leri arasında ve konma sonrası 200-800 msn'leri arasında deney ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Konma öncesi ve sonrasında çizgi ile belirtilmiş zaman aralıklarında skuat sıçramada *BF* kasındaki aktivasyonlarda voleybolcu ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

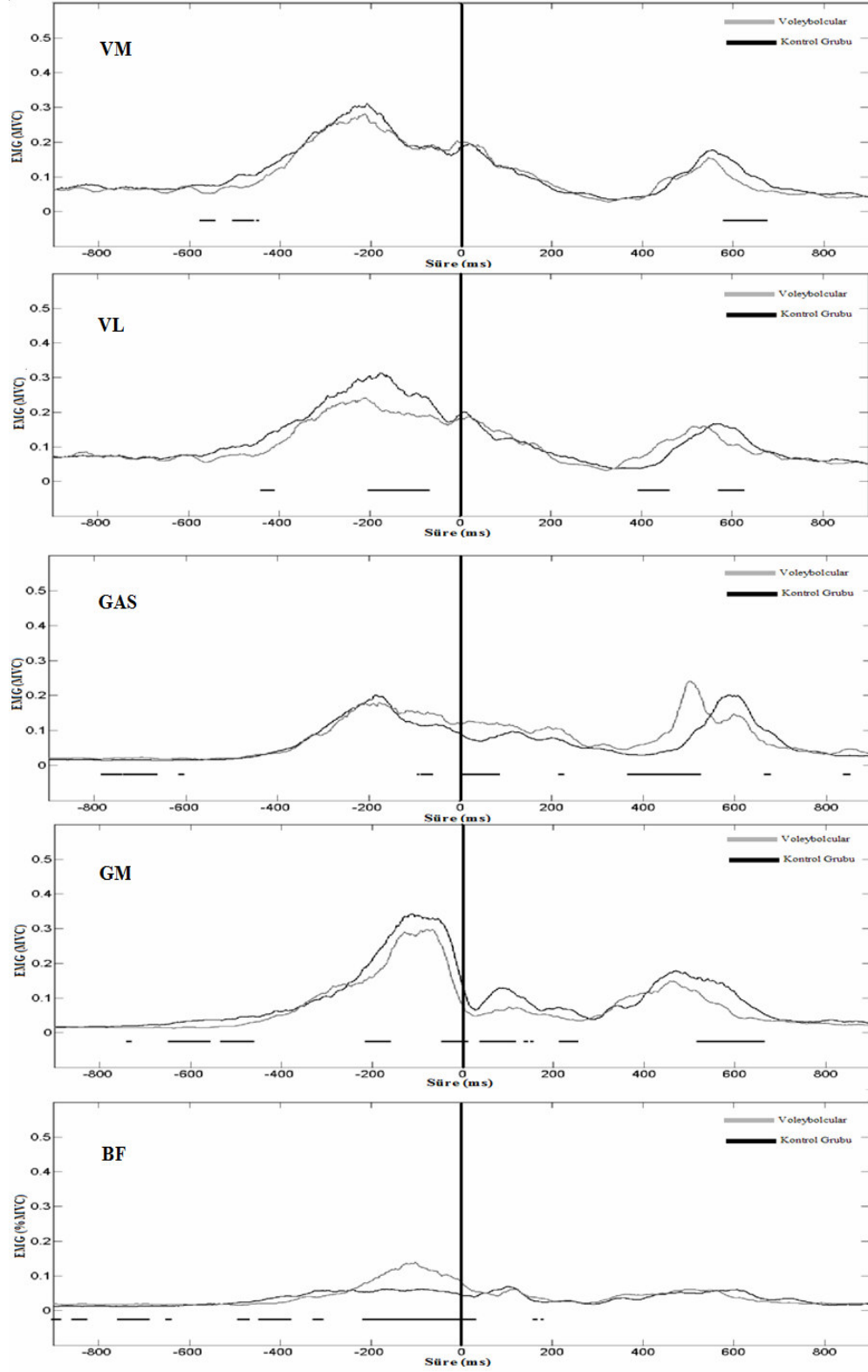
SS'da *BF* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

Çizelge 3. SS'da 3 Fazda Alt Ekstremitte Kasılma Çeşitleri

	İtiş Fazı (Ön Aktivasyon)	Havada Kalma Fazı	Konma Fazı
	-800 – 0 msn	0 – 450/518 msn	0 – 800 msn
<i>VM</i>	Zirve kasılma değeri %31 MVC ile -200. msn'de meydana gelmiştir..	Voleybolcularda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla bulunmuştur (p<0.05).	Konmadan 100 msn sonrasında %18 MVC kasılma meydana gelmiş ve bu kasılma 300. msn'den sonra %10'un altına gerilemiştir.
<i>VL</i>	Zirve kasılma değeri %30 MVC ile -200. msn'de meydana gelmiştir.. -200 ve -400 msn'leri arasında kontrol grubunda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla bulunmuştur (p<0.05).	Voleybolcularda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla bulunmuştur (p<0.05).	Konmadan 100 msn sonrasında %20 MVC kasılma meydana gelmiş ve bu kasılma 300. msn'den sonra %10'un altına gerilemiştir.
<i>GM</i>	Sadece itiş fazındaki zirve kasılma değeri %20 MVC ile -200. msn'de meydana gelmiştir. Voleybolculardaki ön aktivasyon kontrol grubuna göre daha fazladır (p<0.05).	İlk 50 msn'de ve son 200 msn'de voleybolcularda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla bulunmuştur (p<0.05).	Konmadan 100 msn sonrasında %30 MVC kasılma meydana gelmiş ve bu kasılma 300. msn'den sonra %10'un altına gerilemiştir.
<i>GAS</i>	Zirve kasılma değeri %35 MVC ile -100. msn'de meydana gelmiştir..	İlk 200 msn'de kontrol grubunda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla bulunmuştur (p<0.05).	Konma anında %25 MVC kasılma bulunmuştur. Konma anı ve 50 msn sonrasında kontrol grubunda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla bulunmuştur (p<0.05).
<i>BF</i>	Zirve kasılma değeri %18 MVC ile -100. msn'de voleybolcularda meydana gelmiştir.. Sıçramadan 200 msn öncesinde voleybolcularda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla bulunmuştur (p<0.05).	Konma fazı öncesindeki 200 – 400 msn'leri arasında voleybolcularda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla bulunmuştur (p<0.05).	Konmadan 100 msn sonrasında %10 MVC kasılma meydana gelmiştir. Konma sonrasındaki 100 msn'de voleybolcularda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla bulunmuştur (p<0.05).

Not: İtiş fazı ve havada kalma fazları YAZ'ına göre değerlendirilmiş, konma fazı ise YKZ'ına göre değerlendirilmiştir.

Çizelge 3'de SS'da 3 fazda alt ekstremite kasılma şekilleri verilmiştir. Skuat sıçramada, daha öncede belirtildiği gibi skuat pozisyonunda bekleme hareketi yapılır. Skuat pozisyonunda diz eklemine fleksiyon yaptıran *VL* ve *VM* ve ekstansiyon yaptıran *BF* aktif olarak kasılırlar. *VM* ,*VL* ve *BF* kaslarında görüldüğü gibi kasılmanın zirve değerleri ayağın yerden ayrılmasından öncesi skuat pozisyonundadır. Burada özellikle *BF* kasında konmadan önceki 200 msn'de iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0.05$). Aktif sıçramada da aynı zaman aralığında iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0.05$).



Şekil 14. Aktif Sıçramada YAZ'ında İki Grup Arasında VM, VL, GAS, GM ve BF Kaslarındaki Aktivasyonların Karşılaştırılması

X eksenini milisaniye olarak süre, y eksenini ise maksimal istemli kasılmanın yüzdesini yani kasın maksimalinin yüzde kaçıyla kasıldığını gösteren EMG değerleridir. Şekilde, AS sırasında *VM*, *VL*, *GM*, *GAS* ve *BF* kaslarındaki kassal aktivasyonlar iki grup arasında karşılaştırılmıştır. X ekseninde sürenin '0' olduğu nokta, araştırmaya katılan deneklerin ayaklarının yerden ayrıldığı anı ifade etmektedir. Sıçrama esnasında ayakların yerden ayrıldığı anın 800 msn öncesi ve 800 msn sonrası analiz edilmiştir.

Şekil 14 incelendiğinde *VM* kasında itiş fazında (ayaklar yerden ayrılmadan önceki 400-600 msn arasında) ve ayaklar yerden ayrıldıktan sonraki 600-800 msn'leri arasında deney ve kontrol grubu kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Belirtilmiş zaman aralıklarında aktif sıçramada *VM* kasındaki aktivasyonlarda voleybolcu ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

AS'da *VM* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

VL kasında itiş fazında (ayaklar yerden ayrılmadan önceki 0-200 msn arasında) ve ayaklar yerden ayrıldıktan 400-600 msn sonrasında deney ve kontrol grubu kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Belirtilen zaman aralıklarında aktif sıçramada *VL* kasındaki aktivasyonlarda voleybolcu ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

AS'da *VL* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

GM kasında itiş fazında (ayaklar yerden ayrılmadan önceki 0-200 msn arasında) ve ayaklar yerden ayrıldıktan sonraki 0-200 ve 400-600 msn'leri arasında deney ve kontrol grubu kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Belirtilmiş zaman aralıklarında AS'da *GM* kasındaki aktivasyonlarda voleybolcu ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

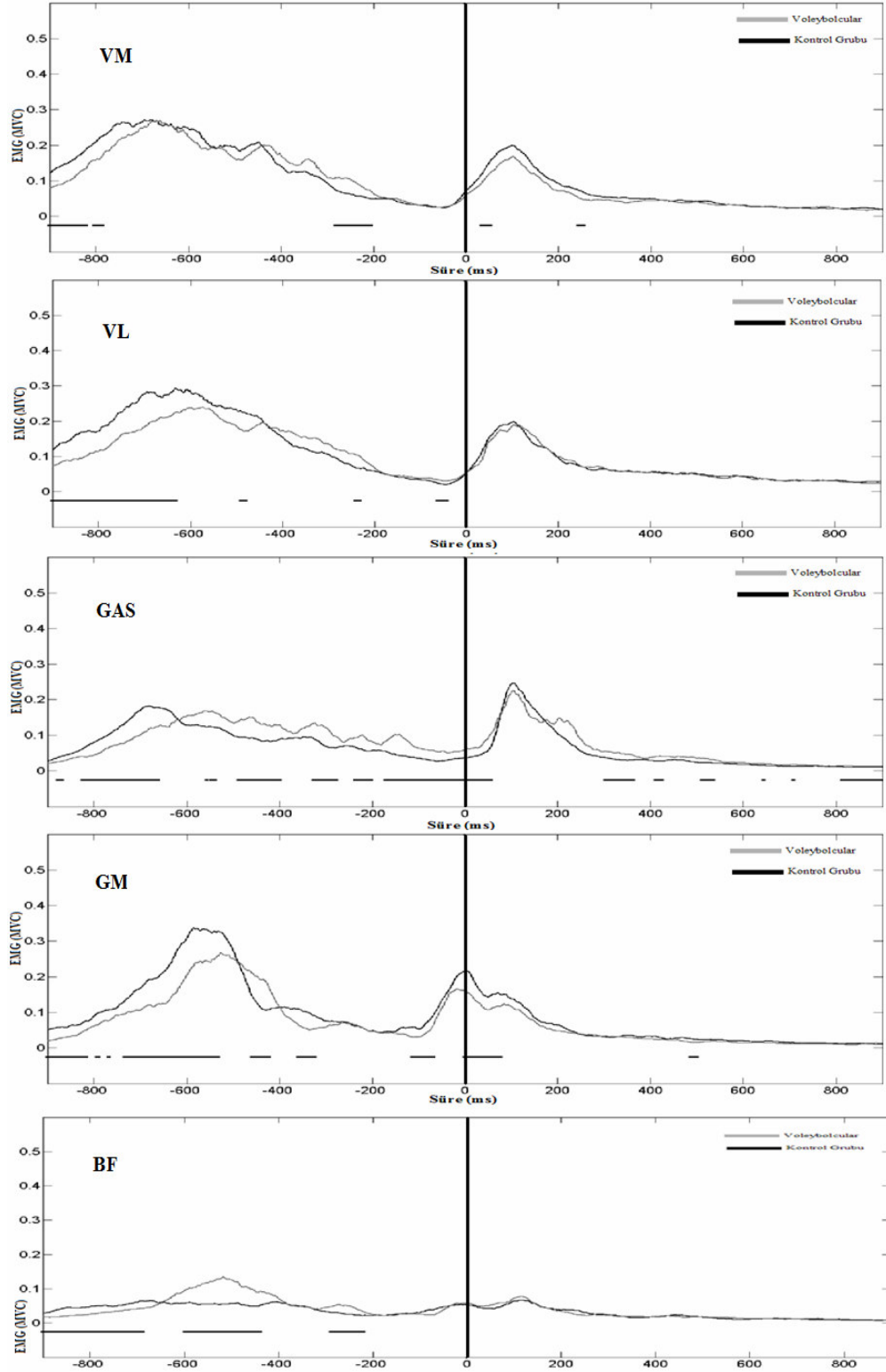
AS'da *GM* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

GAS kasında, itiş fazında (ayaklar yerden ayrılmadan 0-200 msn ve 400-600 msn öncesinde) ve ayaklar yerden ayrıldıktan sonra 0-600 msn'leri arasında deney ve kontrol grubu kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Belirtilmiş zaman aralıklarında aktif sıçramada *GAS* kasındaki aktivasyonlarda voleybolcu ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

AS'da *GAS* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

BF kası, itiş fazında (özellikle ayaklar yerden ayrılmadan önceki 0-200 msn arasında ve 200-800 msn'leri arasında) deney ve kontrol grubu kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Belirtilmiş zaman aralıklarında aktif sıçramada *BF* kasındaki aktivasyonlarda, voleybolcu ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

AS'da *BF* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.



Şekil 15. Aktif Sıçramada YKZ'ında İki Grup Arasında VM, VL, GAS, GM ve BF Kaslarındaki Aktivasyonların Karşılaştırılması

X eksenini milisaniye olarak süre, y eksenini ise maksimal istemli kasılmanın yüzdesini yani kasın maksimalinin yüzde kaçıyla kasıldığını gösteren EMG değerleridir. **Şekil 15**'de SS sırasında *VM*, *VL*, *GM*, *GAS* ve *BF* kaslarındaki kassal aktivasyonlar iki grup arasında karşılaştırılmıştır. X ekseninde sürenin '0' olduğu nokta, araştırmaya katılan deneklerin ayaklarının yere konduğu anı ifade etmektedir. Sıçrama esnasında ayakların yere konduğu anın 800 msn öncesi ve 800 msn sonrası analiz edilmiştir.

VM kasında konma öncesindeki 200-400 msn arasında, 800 msn'de ve konma sonrası 0-400 msn'leri arasında deney ve kontrol grubu kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Belirtilmiş zaman aralıklarında aktif sıçramada *VM* kasındaki aktivasyonlarda voleybolcu ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

AS'da *VM* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

VL kasında konma öncesindeki itiş fazında 0-200, 200-400, 400-600 msn'leri arasında ve 600 msn öncesinde deney ve kontrol grubu kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Belirtilmiş zaman aralıklarında skuat sıçramada *VL* kasındaki aktivasyonlarda voleybolcu ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

AS'da *VL* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

GM kasındaki aktivasyon konma öncesinde 0-800 msn'leri arasında ve konma sonrasında 200 msn sonrasında deney ve kontrol grubunda istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Yere konma öncesi ve sonrasında aktif sıçramada *GM* kasındaki aktivasyonlarda voleybolcu ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

AS'da *GM* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

GAS kasında konma öncesi 0 ve 800 msn'leri ve konma sonrası 0-200 msn'leri arasında deney ve kontrol grubu kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Belirtilmiş zaman aralıklarında aktif sıçramada *GAS* kasındaki aktivasyonlarda voleybolcu ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

AS'da *GAS* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

BF kasında konma öncesi 200-800 msn'leri arasında deney ve kontrol grubu kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Belirtilmiş zaman aralıklarında aktif sıçramada *BF* kasındaki aktivasyonlarda voleybolcu ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

AS'da *BF* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

Çizelge 4'de AS'da üç fazda alt ekstremite kasılma çeşitleri voleybolcu ve kontrol grubu arasında karşılaştırılarak verilmiştir.

Çizelge 4. AS'da üç Fazda Alt Ekstremitte Kasılma Çeşitleri

	İtiş Fazı (Ön Aktivasyon)	Havada Kalma Fazı	Konma Fazı
	-800 msn	0 – 450/518 msn	0 – 800 msn
<i>VM</i>	Zirve kasılma değeri %31 MVC ile -200. msn'de meydana gelmiştir.	Voleybolcularda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla bulunmuştur (p<0.05).	Konmadan 100 msn sonrasında %20 MVC meydana gelmiş ve bu kasılma 300. msn'den sonra %10'un altına gerilemiştir.
<i>VL</i>	Zirve kasılma değeri %30 MVC ile -200. msn'de meydana gelmiştir. 0 - 200 msn'leri arasında kontrol grubunda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla bulunmuştur (p<0.05).	Voleybolcularda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla bulunmuştur (p<0.05).	Konmadan 100 msn sonrasında %20 MVC meydana gelmiş ve bu kasılma 300. msn'den sonra %10'un altına gerilemiştir.
<i>GM</i>	Sadece itiş fazındaki zirve kasılma değeri %20 MVC ile -200. msn'de meydana gelmiştir. Voleybolculardaki YAZ'ından 100 msn öncesindeki ön aktivasyon kontrol grubuna göre daha fazladır (p<0.05).	Voleybolcularda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla bulunmuştur (p<0.05).	Konmadan 100 msn sonrasında %25 MVC meydana gelmiş ve bu kasılma 300. msn'den sonra %10'un altına gerilemiştir.
<i>GAS</i>	Zirve kasılma değeri %35 MVC ile -100. msn'de meydana gelmiştir. YAZ'ından 50 msn, 200 msn öncesinde, -400 ve -600 msn'leri arasında kontrol grubunda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla bulunmuştur (p<0.05).	Kontrol grubunda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla kassal aktivasyon bulunmuştur (p<0.05).	Konma anında %25 MVC bulunmuştur. Konma anı ve 100 msn sonrasında kontrol grubunda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla bulunmuştur (p<0.05).
<i>BF</i>	Zirve kasılma değeri %15 MVC ile -100. msn'de voleybolcularda meydana gelmiştir. Sıçramadan 200 msn öncesinde voleybolcularda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla bulunmuştur (p<0.05).	Konma fazı öncesindeki 200 – 400 msn'leri arasında voleybolcularda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla bulunmuştur (p<0.05).	Konmadan 100 msn sonrasında %5 MVC meydana gelmiştir..

Eller Serbest Aktif Sıçramada Alt Ekstremitte Kassal Aktivasyonu

Eller serbest aktif sıçramada milisaniye (msn) havada kalma süreleri ile ilgili istatistik bilgiler **Çizelge 5**'de verilmiştir. Sıçrama yüksekliklerinin kontrol grubunda 22 cm, voleybolcu grubunda ise 34 cm olduğu bulunmuştur. Voleybolcu grubun her üç havada kalma süresinin de (t1, t2, t3) kontrol grubuna göre, istatistiksel olarak anlamlı derecede ($p<0.001$), daha uzun olduğu bulunmuştur. **Şekil 6 ve 7**'de voleybolcu ve kontrol grubunun YAZ ve YKZ'ına göre iEMG tekrarlanabilirlik bilgileri verilmiştir.

Çizelge 5. Havada Kalma Süreleri ile İlgili İstatistik Bilgiler

	Denek Grupları	Ortalama (msn)	SD	Std. Hata Ortalama
t1	Kontrol (n=15)	450.7	55.1	14.2
	Voleybolcu (n=21)	513.8	48	10.4
t2	Kontrol (n=15)	449.2	44.9	11.7
	Voleybolcu (n=21)	518.6	34.8	7.6
t3	Kontrol (n=15)	452.5	53	13.7
	Voleybolcu (n=21)	523.9	43	9.3
Ortalama_t	Kontrol (n=15)	450.8	48.6	12.6
	Voleybolcu (n=21)	518.8	36.9	8

Çizelge 6. Voleybolcuların ve Kontrol Grubunun YAZ için iEMG Tekrarlanabilirlik Bilgileri

	Voleybolcular	Kontrol Grubu
Ortalama (±SD) tekrarlanabilirlik	0.30 ± 0.14	0.27 ± 0.07
Minimum tekrarlanabilirlik	0.16	0.16
Maksimum tekrarlanabilirlik	0.81	0.44
Medyan	0.25	0.27

Çizelge 7. Voleybolcuların ve Kontrol Grubunun YKZ için iEMG Tekrarlanabilirlik Bilgileri

	Voleybolcular	Kontrol Grubu
Ortalama (±SD) tekrarlanabilirlik	0.27±0.08	0.26±0.07
Minimum tekrarlanabilirlik	0.16	0.16
Maksimum tekrarlanabilirlik	0.55	0.44
Medyan	0.25	0.25

Aşağıdaki şekillerde istatistiksel olarak anlamlı olan iEMG'ler (voleybolcu-kontrol grubu farkının istatistiksel olarak anlamlı olduğu yerler) aşağıda belirtilmiştir.

YAZ, BF: [600:700] msn ($p<0.05$)

YAZ, GAS: [-900: -800] msn ($p<0.05$), [-800: -700] msn ($p<0.05$), [-100: 0] msn ($p<0.05$), [600: 700] msn ($p<0.05$)

YAZ, VL: [400: 500] msn ($p<0.05$), [600: 700] msn ($p<0.05$)

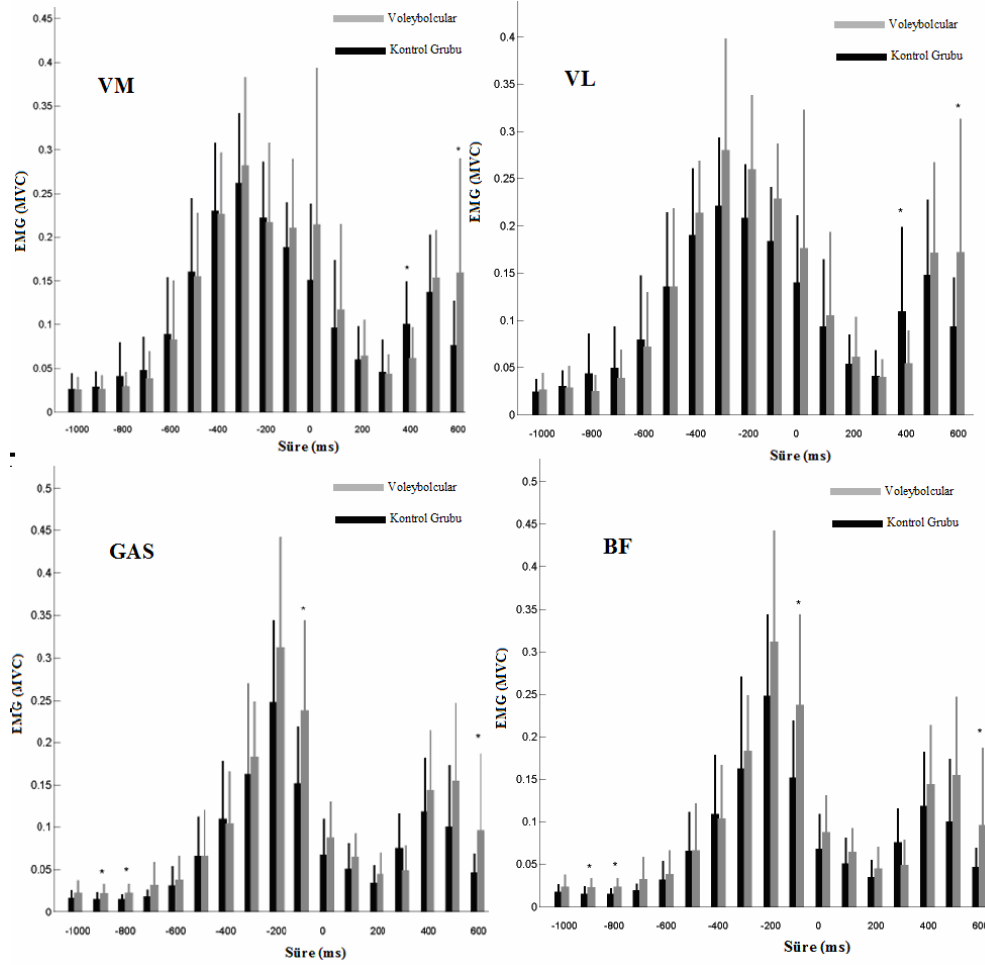
YAZ, VM: [400: 500] msn ($p<0.01$), [600: 700] msn($p<0.05$)

YKZ, BF: [600: 700] msn ($p<0.05$)

YKZ, GAS: [-900: -800] msn ($p<0.05$), [-100: 0] msn ($p<0.05$), [600: 700] msn ($p<0.05$)

YKZ, VL: [400: 500] msn ($p<0.05$)

YKZ, VM: [400: 500] msn ($p<0.05$)



Şekil 16. Eller Serbest Aktif Sıçramada YAZ'ında İki Grup Arasında VM, VL, GAS ve BF Kaslarındaki Aktivasyonların Karşılaştırılması

Şekil 16'da X eksenini milisaniye olarak süre, y eksenini ise maksimal istemli kasılmanın yüzdesini yani kasın maksimalinin yüzde kaçıyla kasıldığı gösteren EMG değerleridir. Şekilde, eller serbest aktif sıçrama sırasında VM kasındaki kassal aktivasyon iki grup arasında karşılaştırılmıştır. X ekseninde sürenin '0' olduğu nokta, araştırmaya katılan deneklerin ayaklarının yerden ayrıldığı anı ifade etmektedir. Sıçrama esnasında ayakların yerden ayrıldığı anın 1000 msn öncesi ve 600 msn sonrası analiz edilmiştir.

Deney ve kontrol grubuna ait kassal aktivasyon değerleri yukarıdaki şekilde gösterilmiştir. Bu şekil incelendiğinde VM kasında 400 ve 600. msn lerde deney ve kontrol grubu kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p < 0.05$). Bu sebeple eller serbest aktif sıçramada VM kasında görülen aktivasyonlarda voleybolcu ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

Eller serbest aktif sıçramada VM kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

VL kasında da VM kasında görüldüğü gibi 400. ve 600. msn lerde deney ve kontrol grubu kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p < 0.05$).

Bu sebeple eller serbest aktif sıçramada *VL* kasında görülen aktivasyonlarda voleybolcu ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

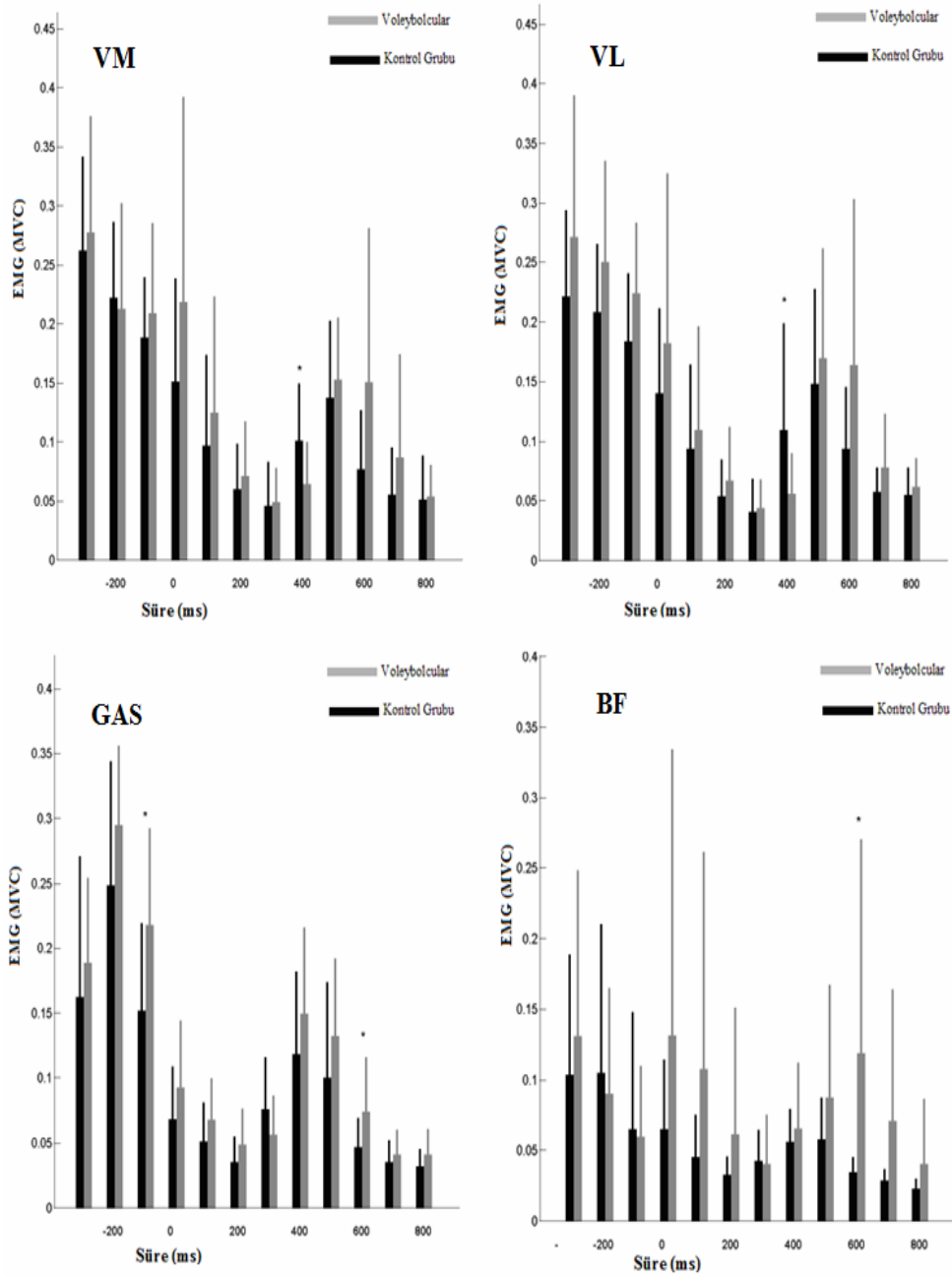
Eller serbest aktif sıçramada *VL* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

GAS kasında ayakların yerden ayrıldığı andan 100 msn öncesinde ve 600. msn lerde deney ve kontrol grubu kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Bu sebeple eller serbest aktif sıçramada *GAS* kasında görülen aktivasyonlarda voleybolcu ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

Eller serbest aktif sıçramada *GAS* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

BF kasında ayakların yerden ayrıldığı andan 100 msn öncesinde ve 600. msn sonrasında deney ve kontrol grubu kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Bundan dolayı eller serbest aktif sıçramada *BF* kasında görülen aktivasyonlarda voleybolcu ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

Eller serbest aktif sıçramada *BF* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.



Şekil 17. Eller Serbest Aktif Sıçramada YKZ'ında İki Grup Arasında VM, VL, GAS ve BF Kaslarındaki Aktivasyonların Karşılaştırılması

Şekil 17'de X eksenini milisaniye olarak süre, y eksenini ise maksimal istemli kasılmanın yüzdesini yani kasın maksimalinin yüzde kaçıyla kasıldığı gösteren EMG değerleridir. Şekilde, eller serbest aktif sıçrama sırasında VM, VL, GAS ve BF kaslarındaki kassal aktivasyonlar iki grup arasında karşılaştırılmıştır. X ekseninde sürenin '0' olduğu nokta, araştırmaya katılan deneklerin ayaklarının yere konma anını ifade etmektedir. Sıçrama esnasında ayakların yere konduğu anın 300 msn öncesi ve 800 msn sonrası analiz edilmiştir.

VM kasında sıçrama sonrasındaki konma hareketinden 400 msn sonra deney ve kontrol grubu kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Konma sonrasındaki faz için eller serbest aktif sıçramada *VM* kasında görülen aktivasyonlarda voleybolcu ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

Eller serbest aktif sıçramada konma sırasında *VM* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

VL kasında sıçrama sonrasındaki konma hareketinden 400 msn sonra deney ve kontrol grubu kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Konma sonrasındaki fazda eller serbest aktif sıçramada *VL* kasında görülen aktivasyonlarda voleybolcu ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

Eller serbest aktif sıçramada *VL* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

GAS kasında sıçrama sonrasındaki konma hareketinden 600 msn sonra deney ve kontrol grubu kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Belirtilen zaman aralıkları için eller serbest aktif sıçramada *GAS* kasında görülen aktivasyonlarda voleybolcu ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

Eller serbest aktif sıçramada *GAS* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

BF kasında sıçrama sonrasındaki konma hareketinden 600 msn sonra deney ve kontrol grubu kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Konma sonrasındaki fazda eller serbest aktif sıçramada *BF* kasında görülen aktivasyonlarda voleybolcu ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

Eller serbest aktif sıçramada *BF* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

Eller serbest aktif sıçramada **Şekil 16 ve 17**'deki sonuçlar itiş fazı (ön aktivasyon) ve konma fazı olarak iki fazda incelenerek **çizelge 8**'de özetlenmiştir.

Çizelge 8. Eller Serbest Aktif Sıçramada İtiş Fazı ve Konma Fazındaki Kasılma Çeşitleri

	İtiş Fazı Ön Aktivasyon	Havada Kalma Fazı	Konma Fazı ve Sonrası
	-1000 – 0 msn arası	0-519 msn arası	0 – 800 msn arası
<i>VM</i>	Zirve kasılma değeri %29 MVC ile -300. msn'de meydana gelmiştir..	400. msn'de kontrol grubunda daha fazla kassal aktivasyon meydana gelmiştir. (p<0.05).	400. msn'de kontrol grubundaki kassal aktivasyon voleybolculara göre istatistiksel olarak anlamlı derecede fazla bulunmuştur (p<0.05).
<i>VL</i>	Zirve kasılma değeri %28 MVC ile -300. msn'de meydana gelmiştir..	400. msn'de kontrol grubunda daha fazla kassal aktivasyon meydana gelmiştir. (p<0.05).	400. msn'de kontrol grubundaki kassal aktivasyon voleybolculara göre istatistiksel olarak anlamlı derecede fazla bulunmuştur (p<0.05).
<i>GAS</i>	Zirve kasılma değeri %32 MVC ile -200. msn'de meydana gelmiştir.. -100, -800 ve -900. msn'lerde voleybolcuların kassal aktivasyonu istatistiksel olarak anlamlı derecede fazla bulunmuştur (p<0.05).	Bu fazda iki grup arasında kassal aktivasyonlarda anlamlı fark yoktur .	600. msn'de voleybolcuların kassal aktivasyonu kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede fazla bulunmuştur (p<0.05).
<i>BF</i>	Zirve kasılma değeri %32 MVC ile -200. msn'de meydana gelmiştir.. -100, -800 ve -900. msn'lerde voleybolcuların kassal aktivasyonu istatistiksel olarak anlamlı derecede fazla bulunmuştur (p<0.05).	Bu fazda iki grup arasında kassal aktivasyonlarda anlamlı fark yoktur .	600. msn'de voleybolcuların kassal aktivasyonu kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede fazla bulunmuştur (p<0.05).

İtiş ve havada kalma fazlarındaki zaman aralıkları **Şekil 16**'da konma fazındaki zaman aralıkları ise **Şekil 17**'ye göre belirtilmiştir. Kalça ve dize *ekstansiyon* yaptıran *VM* kası İtiş fazında dize *ekstansiyon* hareketi yaptırdığı için *VM* kassal aktivasyonunun zirve değerleri *MVC*'nin % 30'u ile ayakların yerden ayrılmasından 300 msn öncesinde itme fazında meydana gelmiştir. İtme fazında dizde *ekstansiyon* hareketi olduğu için bu kasın en aktif olduğu zamandır. Konma anında ise diz ve kalçada tekrar *fleksiyon* gerçekleştiği için kasılma oranı havada kalma fazına göre fazladır.

Kontrol grubundaki denekler ortalama 451 msn, voleybolcular ise 519 msn havada kalmışlardır. 400. msn'de kontrol grubundaki kassal aktivasyon voleybolculara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla bulunmuştur ($p<0.05$). 600. msn'de de voleybolculardaki kassal aktivasyon kontrol grubuna oranla istatistiksel olarak anlamlı derecede fazla bulunmuştur ($p<0.05$).

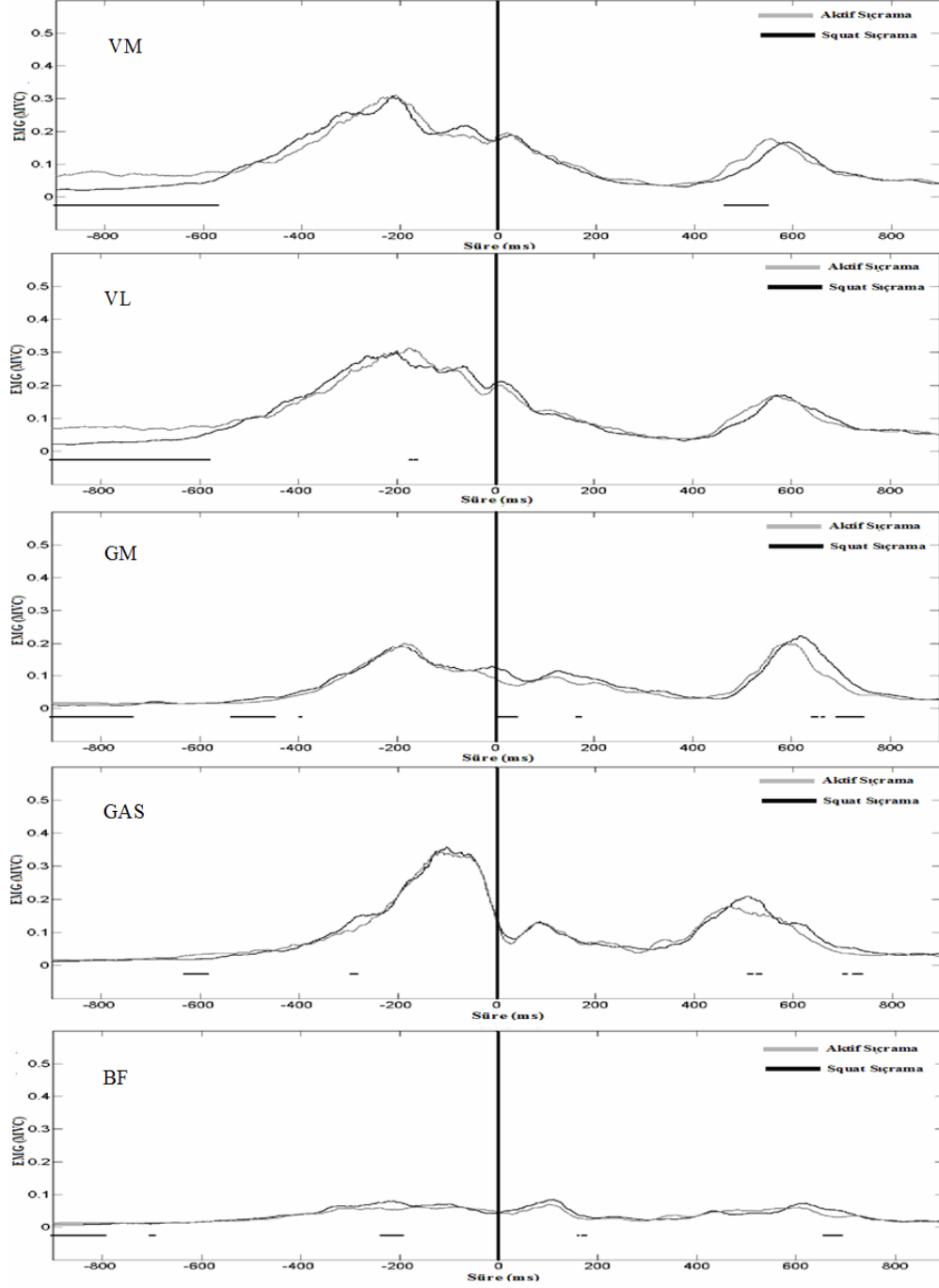
Dize *ekstansiyon* yaptıran *VL* kasındaki kassal aktivasyonun zirve değerleri *MVC*'nin % 30'u ile ayakların yerden ayrılmasından 300 msn öncesinde itme fazında meydana gelmiştir. *VM* kası ile aynı sonuçlar elde edilmiştir. 400. msn'de kontrol grubundaki kassal aktivasyon voleybolculara göre anlamlı düzeyde daha fazla bulunmuştur ($p<0.05$). 600. msn'de de voleybolculardaki kassal aktivasyon kontrol grubuna göre anlamlı derecede daha fazla bulunmuştur ($p<0.05$).

Ayak bileğine *plantar fleksiyon* yaptıran *GAS* kasında havada kalma fazı öncesinde ayak bileği *plantar fleksiyonda* olduğu için maksimal kasılma itiş fazında gerçekleşmiştir. Havada kalma fazının 100 msn öncesinde voleybolculardaki kasılma oranı kontrol grubuna orana anlamlı derecede daha fazla bulunmuştur ($p<0.05$). Bu sonuçtan hareketle sıçrama öncesinde *GAS* kasının daha fazla aktif olmasının sıçrama yüksekliğine etkisi olduğu söylenebilir. Daha önceki şekillerde de görüldüğü gibi 600. msn'de (voleybolcuların konma anı) voleybolcuların kassal aktivasyonu kontrol grubuna göre daha fazladır.

Kalça eklemine *ekstansiyon*, diz eklemine *fleksiyon* yaptıran *BF* kasındaki maksimal aktivasyon (yaklaşık %30) havada kalma fazının 200 msn öncesinde gerçekleşmiştir. Daha önceki dört kasın sonuçlarını destekleyecek şekilde 600. msn'de voleybolcuların kassal aktivasyonu kontrol grubuna göre daha fazla bulunmuştur ($p<0.05$).

Alt Ekstremitte Kasal Aktivasyonunun Aktif ve Skuat Sıçrama Arasında Değerlendirilmesi

Aşağıdaki şekillerde gri şekil çizgisi aktif sıçramayı, siyah şekil çizgisi ise skuat sıçramayı ifade etmektedir.



şekil 18. Voleybolcularda Aktif ve Skuat Sıçramada YAZ'ında VM, VL, GAS, GM ve BF Kasal Aktivasyonların Karşılaştırılması

Şekil 18'de X eksenini milisaniye olarak süre, y eksenini ise maksimal istemli kasılmanın yüzdesini yani kasın maksimalinin yüzde kaçıyla kasıldığını gösteren EMG değerleridir.

VM, VL, GM, GAS ve *BF* kaslarındaki kassal aktivasyonlar skuat ve aktif sıçrama arasında karşılaştırılmıştır. X ekseninde sürenin '0' olduğu nokta, araştırmaya katılan deneklerin ayaklarının yerden ayrıldığı anı ifade etmektedir. Sıçrama esnasında ayakların yerden ayrıldığı anın 800 msn öncesi ve 800 msn sonrası analiz edilmiştir.

Aktif ve skuat sıçramadaki kassal aktivasyon değerleri yukarıdaki şekilde gösterilmiştir. İtiş fazında (ayaklar yerden ayrılmadan 600-800 msn öncesi) ve 400-600 msn'leri arasında aktif ve skuat sıçrama kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p < 0.05$). Belirtilen zaman aralıklarında voleybol oyuncularında aktif ve skuat sıçramada *VM* kasındaki aktivasyonlarda fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

Aktif ve skuat sıçramada *VM* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

VL kasında *VM* kasında olduğu gibi itiş fazında (ayaklar yerden ayrılmadan 600-800 msn öncesi) aktif ve skuat sıçrama kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p < 0.05$). Belirtilmiş zaman aralıklarında voleybol oyuncularında aktif ve skuat sıçramada *VL* kasındaki aktivasyonlarda fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

Aktif ve Skuat sıçramada *VM* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

GM kasında itiş fazında (ayaklar yerden ayrılmadan önceki 400- 800 msn'leri arasında) aktif ve skuat sıçrama kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p < 0.05$). Belirtilmiş zaman aralıklarında voleybol oyuncularında aktif ve skuat sıçramada *GM* kasındaki aktivasyonlarda fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

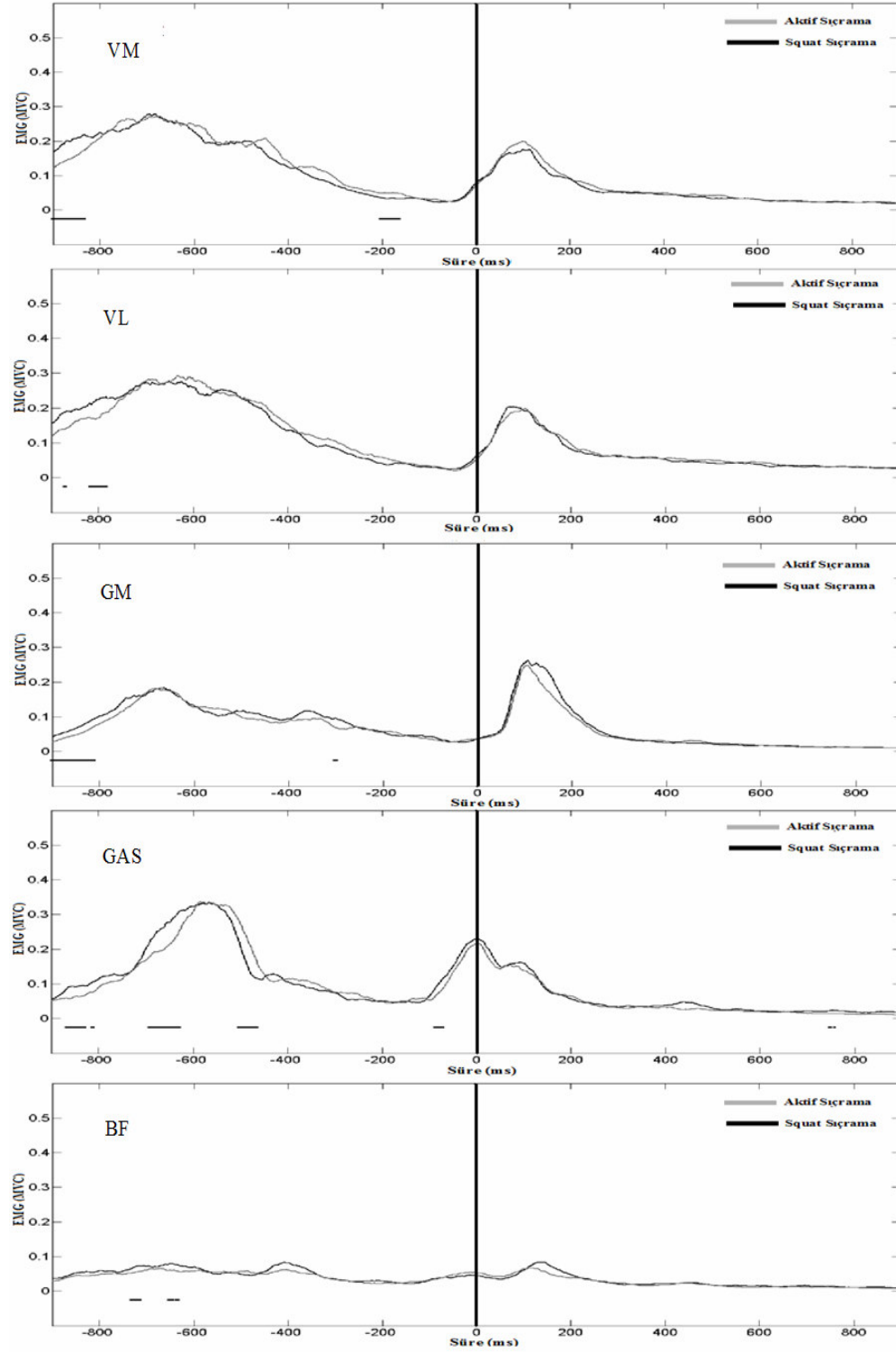
Aktif ve skuat sıçramada *GM* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

GAS kasında itiş fazında (ayaklar yerden ayrılmadan önceki 200-400 msn arası ve 600. msn'de) ve ayaklar yerden ayrıldıktan sonraki 400-800 msn'leri arasında aktif ve skuat sıçrama kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p < 0.05$). Belirtilmiş zaman aralıkları için voleybol oyuncularında aktif ve skuat sıçramada *GAS* kasındaki aktivasyonlarda fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

Aktif ve Skuat sıçramada *GAS* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

BF kasının itiş fazında (ayaklar yerden ayrılmadan 200 msn ve 800 msn öncesinde) ve 0-200 ve 600-800 msn'leri arasında aktif ve skuat sıçrama kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p < 0.05$). Belirtilmiş zaman aralıklarında voleybol oyuncularında aktif ve skuat sıçramada *BF* kasındaki aktivasyonlarda fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

Aktif ve skuat sıçramada *BF* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.



Şekil 19. Voleybolcularda Aktif ve Squat Sıçramada YKZ'ında VM, VL, GAS, GM ve BF Kasal Aktivasyonlarının Karşılaştırılması

Şekil 19'da X eksenini milisaniye olarak süre, y eksenini ise maksimal istemli kasılmanın yüzdesini yani kasın maksimalinin yüzde kaçıyla kasıldığını gösteren EMG değerleridir. Şekilde *VM*, *VL*, *GM*, *GAS* ve *BF* kaslarındaki kassal aktivasyonlar iki farklı sıçrama arasında karşılaştırılmıştır. X ekseninde sürenin '0' olduğu nokta, araştırmaya katılan deneklerin ayaklarının yere konduğu anı ifade etmektedir. Sıçrama esnasında ayakların yere konduğu anın 800 msn öncesi ve 800 msn sonrası analiz edilmiştir.

VM kassal aktivasyonunda konma öncesindeki 0-200 msn arasında ve 800 msn'de aktif ve skuat sıçrama arasında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Konma öncesinde belirtilmiş zaman aralığında voleybol oyuncularında aktif ve skuat sıçramada *VM* kasındaki aktivasyonlarda fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

Aktif ve skuat sıçramada *VM* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

VL kassal aktivasyonunda konma öncesindeki 800 msn'de aktif ve skuat sıçrama arasında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Konma öncesinde belirtilmiş zaman aralığında voleybol oyuncularında aktif ve skuat sıçramada *VL* kasındaki aktivasyonlarda fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

Aktif ve skuat sıçramada *VL* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

GM kassal aktivasyonunda 200-400 msn'leri arasında ve 800 msn öncesinde aktif ve skuat sıçrama arasında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Konma öncesinde belirtilmiş zaman aralığında voleybol oyuncularında aktif ve skuat sıçramada *GM* kasındaki aktivasyonlarda fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

Aktif ve skuat sıçramada *GM* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

GAS kassal aktivasyonunda konma öncesinde 0-200 ve 400-800 msn aralarında aktif ve skuat sıçramada istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Belirtilmiş zaman aralıklarında voleybol oyuncularında aktif ve skuat sıçramada *GAS* kasındaki aktivasyonlarda fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

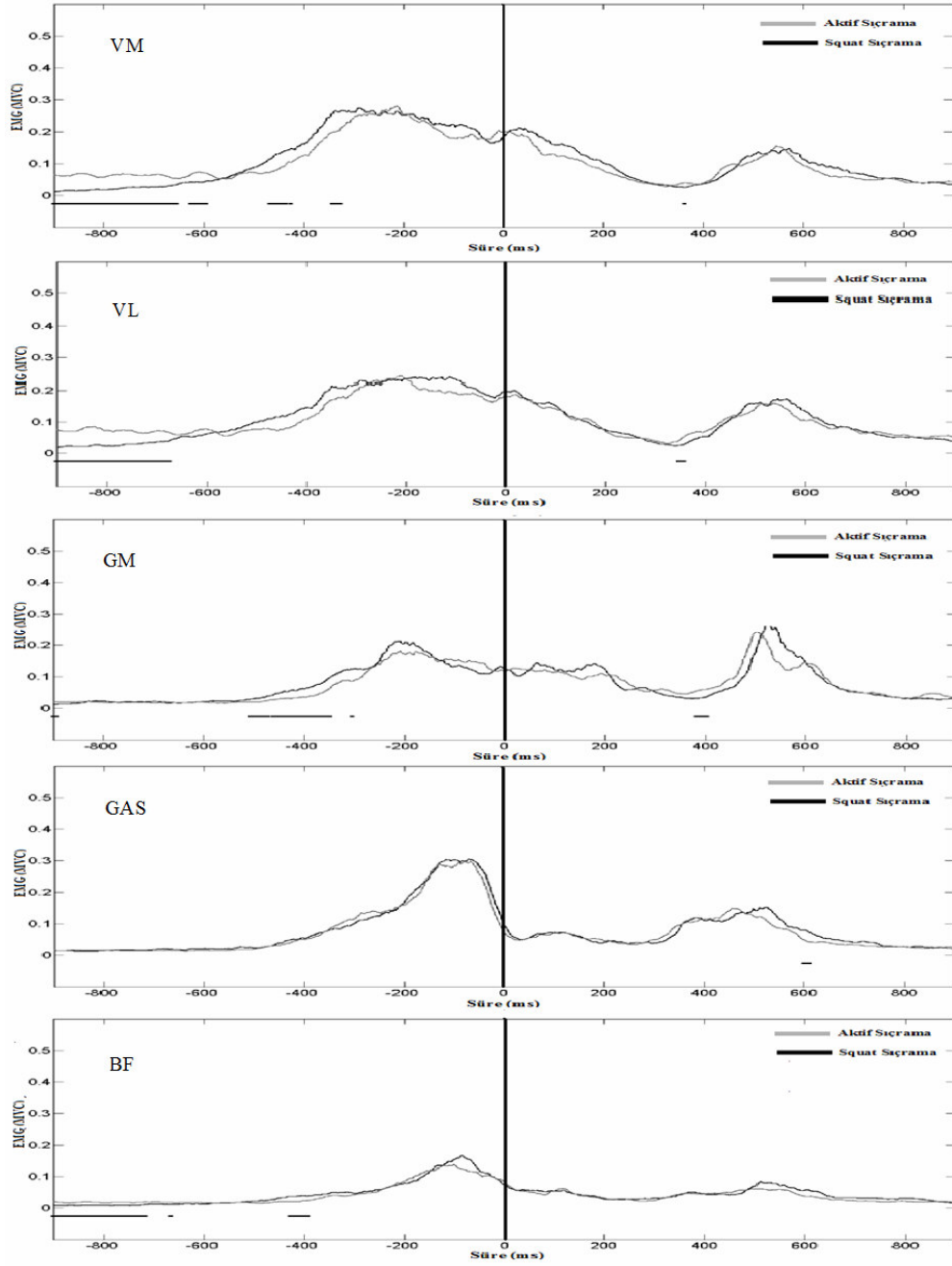
Aktif ve skuat sıçramada *GAS* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

BF kassal aktivasyonunda konma öncesi 600 ve 800 msn'leri arasında aktif ve skuat sıçrama kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Belirtilmiş zaman aralıklarında voleybol oyuncularında aktif ve skuat sıçramada *BF* kasındaki aktivasyonlarda fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

Aktif ve Skuat sıçramada *BF* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

Çizelge 9. Voleybolcularda AS ve SS'da üç Fazda Alt Ekstremitte Kasılma Çeşitleri

	İtiş Fazı (Ön Aktivasyon)	Havada Kalma Fazı	Konma Fazı
	-800 – 0 msn	0 – 450/518 msn	0 – 800 msn
<i>VM</i>	Zirve kasılma değeri %31 MVC ile -200. msn'de meydana gelmiştir. -600 ve -800 msn'leri arasında AS'da istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla kassal aktivasyon bulunmuştur (p<0.05).	AS'da konma öncesindeki 200. msn'de istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla kassal aktivasyon bulunmuştur (p<0.05).	Konmadan 100 msn sonrasında %18 MVC meydana gelmiş ve bu kasılma 300. msn'den sonra %10'un altına gerilemiştir.
<i>VL</i>	Zirve kasılma değeri %30 MVC ile -200. msn'de meydana gelmiştir.. AS'da istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla kassal aktivasyon bulunmuştur (p<0.05).	AS ve SS arasında anlamlı bir fark yoktur.	Konmadan 100 msn sonrasında %20 MVC meydana gelmiş ve bu kasılma 200. msn'den sonra %10'un altına gerilemiştir.
<i>GM</i>	Sadece itiş fazındaki zirve kasılma değeri %20 MVC ile -200. msn'de meydana gelmiştir.. YAZ'ından önceki 400-600 msn arasında SS'da istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla kassal aktivasyon bulunmuştur (p<0.05).	İlk 50 msn'de SS'da istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla kassal aktivasyon bulunmuştur (p<0.05).	Konmadan 100 msn sonrasında %27 MVC kasılma meydana gelmiş ve bu kasılma 200. msn'den sonra %10'un altına gerilemiştir.
<i>GAS</i>	Zirve kasılma değeri %35 MVC ile -100. msn'de meydana gelmiştir.. YAZ'ından önceki 600. msn'de AS'da istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla bulunmuştur (p<0.05).	AS ve SS arasında anlamlı bir fark yoktur .	Konma anında %25 MVC bulunmuştur.
<i>BF</i>	-200. msn'de SS'da istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla bulunmuştur (p<0.05).	AS ve SS arasında anlamlı bir fark yoktur.	Konmadan 100 msn sonrasında %10 MVC meydana gelmiştir..



Şekil 20. Kontrol Grubunda Aktif ve Squat Sıçramada YAZ'ında VM, VL, GAS, GM ve BF Kasal Aktivasyonların Karşılaştırılması

Şekil 20'de X eksenini milisaniye olarak süre, y eksenini ise maksimal istemli kasılmanın yüzdesini yani kasın maksimalinin yüzde kaçıyla kasıldığını gösteren EMG değerleridir. Şekilde, VM, VL, GM, GAS ve BF kaslarındaki aktivasyon skuat ve aktif sıçrama arasında karşılaştırılmıştır. X ekseninde sürenin '0' olduğu nokta, araştırmaya katılan deneklerin ayaklarının yerden ayrıldığı anı ifade etmektedir. Sıçrama esnasında ayakların yerden ayrıldığı anın 800 msn öncesi ve 800 msn sonrası analiz edilmiştir.

Aktif ve skuat sıçramadaki kassal aktivasyon değerleri yukarıdaki şekilde gösterilmiştir. Çizgi ile belirtilmiş zaman aralıkları kassal aktivasyon farkının olduğu yerlerdir. Bu şekil incelendiğinde *VM* kassal aktivasyonlarında itiş fazında (konma öncesindeki 200-800 msn arası) aktif ve skuat sıçrama istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Konma öncesinde belirtilmiş zaman aralıklarında kontrol grubunda aktif ve skuat sıçramada *VM* kasındaki aktivasyonlarda fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

Aktif ve skuat sıçramada *VM* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

VL kasında itiş fazında (konma öncesi 600 msn ve öncesinde) aktif ve skuat sıçrama kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Belirtilmiş zaman aralıklarında kontrol grubunda aktif ve skuat sıçramada *VL* aktivasyonlarda fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

Aktif ve skuat sıçramada *VL* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

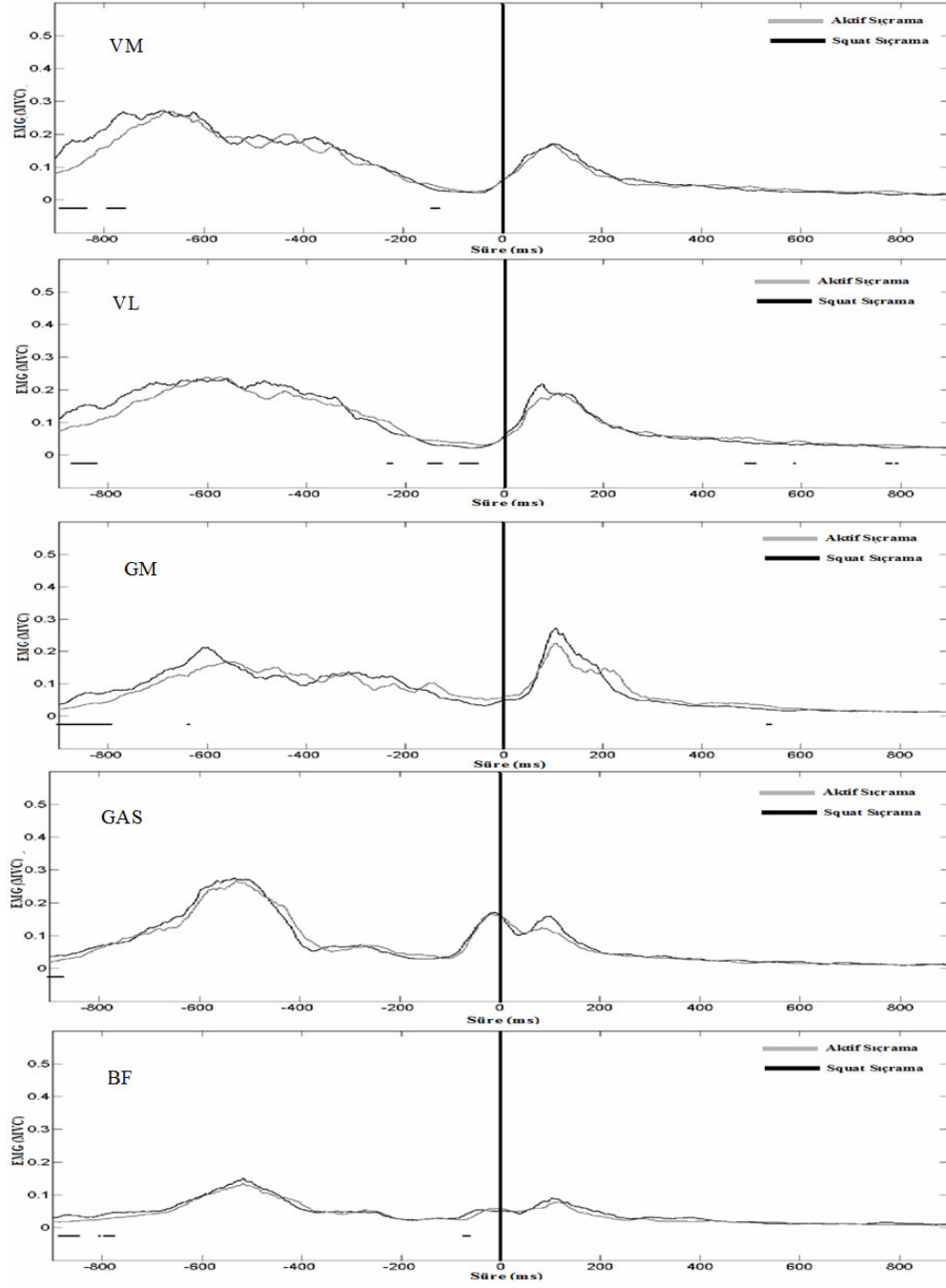
GM kasında itiş fazında (konma öncesindeki 200-600 msn'leri arasında) ve 400 msn'de aktif ve skuat sıçrama kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Belirtilmiş zaman aralıklarında kontrol grubunda aktif ve skuat sıçramada *GM* kasındaki aktivasyonlarda fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

Aktif ve skuat sıçramada *GM* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

GAS kasında 600 msn'de aktif ve skuat sıçrama kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Belirtilmiş zaman aralığında kontrol grubunda aktif ve skuat sıçramada *GAS* kasındaki aktivasyonlarda fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

Aktif ve skuat sıçramada *GAS* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

BF kasında itiş fazında (ayaklar yerden ayrılmadan önceki 400 msn ve 600 msn öncesinde) aktif ve skuat sıçrama kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Belirtilmiş zaman aralıklarında kontrol grubunda aktif ve skuat sıçramada *BF* kasındaki aktivasyonlarda fark vardır hipotezi kabul edilmiştir. Aktif ve skuat sıçramada *BF* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.



Şekil 21. Kontrol Grubunda Aktif ve Squat Sıçramada YKZ'ında VM, VL, GAS, GM ve BF Kasal Aktivasyonların Karşılaştırılması

Şekil 21'de X eksenini milisaniye olarak süre, y eksenini ise maksimal istemli kasılmanın yüzdesini yani kasın maksimalinin yüzde kaçıyla kasıldığı gösteren EMG değerleridir. Şekilde, VM, VL, GM, GAS ve BF kaslarındaki kasal aktivasyon iki farklı sıçrama arasında karşılaştırılmıştır. X ekseninde sürenin '0' olduğu nokta, araştırmaya katılan deneklerin ayaklarının yere konduğu anı ifade

etmektedir. Sıçrama esnasında ayakların yere konduğu anın 800 msn öncesi ve 800 msn sonrası analiz edilmiştir.

Aktif ve skuat sıçramadaki kassal aktivasyon değerleri yukarıdaki şekilde gösterilmiştir. Bu şekil incelendiğinde *VM* kasında konma öncesi 0-200 msn arasında ve -800 msn'de aktif ve skuat sıçrama kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Belirtilmiş zaman aralıklarında kontrol grubunda aktif ve skuat sıçramada *VM* kasındaki aktivasyonlarda fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

Aktif ve skuat sıçramada *VM* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

VL kasında konmadan 0-200 msn ve 800 msn öncesinde aktif ve skuat sıçrama kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Belirtilmiş zaman aralıklarında kontrol grubunda aktif ve skuat sıçramada *VL* kasındaki aktivasyonlarda fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

Aktif ve skuat sıçramada *VL* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

GM kasının kassal aktivasyonlarında konma öncesindeki 800 msn ve öncesinde aktif ve skuat sıçramada istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Belirtilmiş zaman aralığında kontrol grubunda aktif ve skuat sıçramada *GM* kasındaki aktivasyonlarda fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

Aktif ve skuat sıçramada *GM* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

GAS kasının kassal aktivasyonlarında aktif ve skuat sıçramada fark yoktur. Kontrol grubunda aktif ve skuat sıçramada *GAS* kasındaki aktivasyonlarda fark vardır hipotezi reddedilmiştir.

BF kasının kassal aktivasyonlarında konma öncesinde 0-200 msn arası ve -800 msn'de aktif ve skuat sıçrama kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Belirtilmiş zaman aralıklarında kontrol grubunda aktif ve skuat sıçramada *BF* kasındaki aktivasyonlarda fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

Aktif ve skuat sıçramada *BF* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

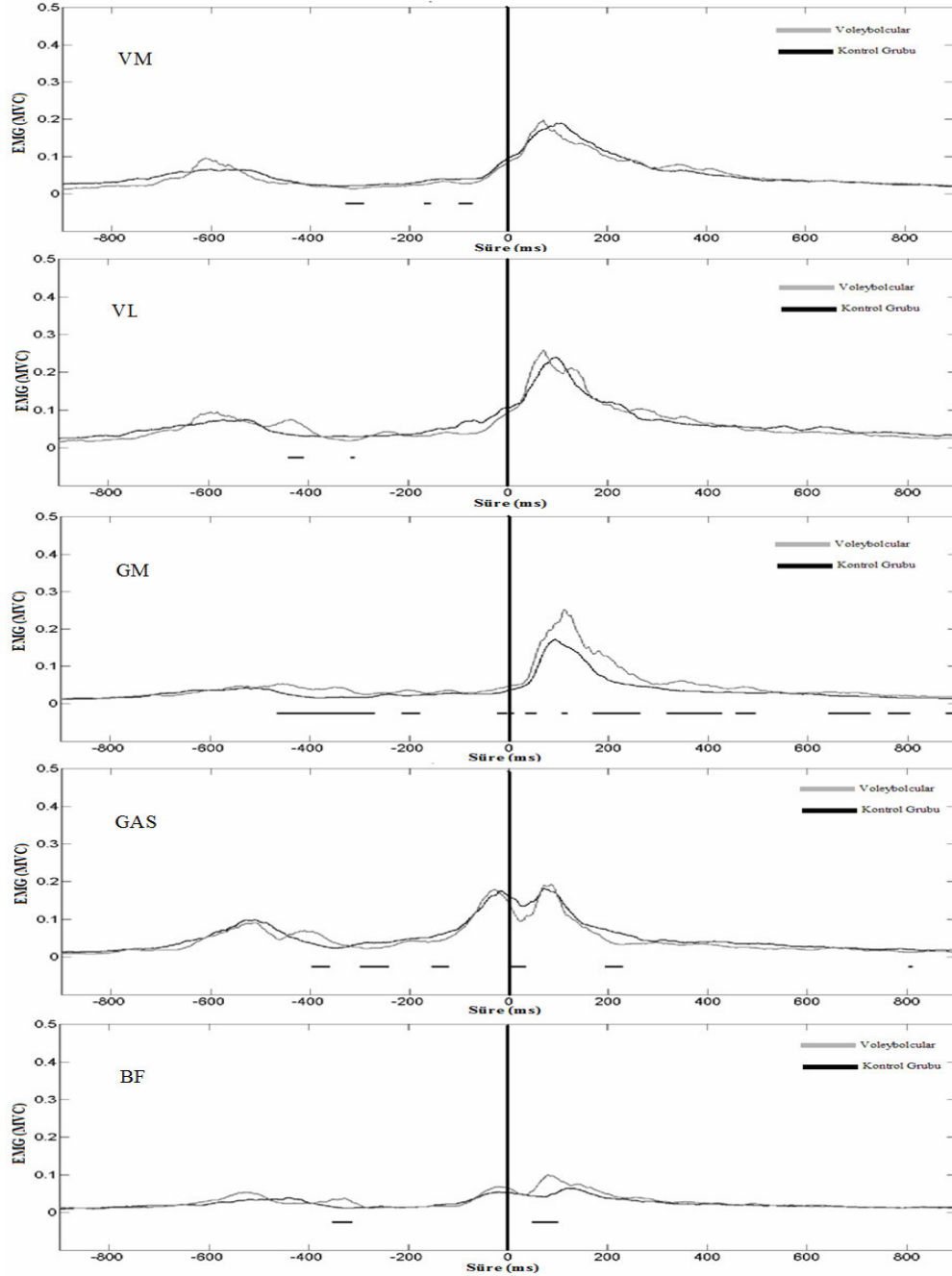
Çizelge 10'da kontrol grubunda üç fazda alt ekstremite kasılma şekilleri AS ve SS'da karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 10. Kontrol Grubunda AS ve SS'da üç Fazda Alt Ekstremitte Kasılma çeşitleri

	İtiş Fazı (Ön Aktivasyon)	Havada Kalma Fazı	Konma Fazı
	-800 – 0 msn	0 – 450/518 msn	0 – 800 msn
<i>VM</i>	Zirve kasılma değeri %28 MVC ile -600. ve -800 msn'leri arasında meydana gelmiştir.. 800 msn'de SS'da istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla bulunmuştur (p<0.05).	AS ve SS arasında anlamlı bir fark yoktur.	Konmadan 100 msn sonrasında %18 MVC kasılma meydana gelmiş ve bu kasılma 200. msn'den sonra %10'un altına gerilemiştir.
<i>VL</i>	Zirve kasılma değeri %25 MVC ile -200. msn'de meydana gelmiştir. AS'da istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla bulunmuştur (p<0.05).	Konma öncesinde AS'da istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla bulunmuştur (p<0.05).	Konmadan 100 msn sonrasında %22 MVC kasılma meydana gelmiş ve bu kasılma 200. msn'den sonra %10'un altına gerilemiştir. 400 ve 800. msn'lerde AS'da istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla bulunmuştur (p<0.05).
<i>GM</i>	İtiş fazı için zirve kasılma değeri %21 MVC ile -210. msn'de meydana gelmiştir.. YAZ'ından önceki 350-500 msn arasında SS'da istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla bulunmuştur (p<0.05).	AS ve SS arasında anlamlı bir fark yoktur.	Konmadan 100 msn sonrasında %28 MVC kasılma meydana gelmiş ve bu kasılma 200. msn'den sonra %10'un altına gerilemiştir.
<i>GAS</i>	İtiş fazı için zirve kasılma değeri %30 MVC ile -100. msn'de meydana gelmiştir.	AS ve SS arasında anlamlı bir fark yoktur.	Konmadan 100 msn sonra %16 MVC bulunmuştur.
<i>BF</i>	-400. msn ve -700 msn öncesinde SS'da istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla kassal aktivasyon bulunmuştur (p<0.05).	AS ve SS arasında anlamlı bir fark yoktur.	Konmadan 100 msn sonrasında %10 MVC meydana gelmiştir.

Blok ve Smaç Sonrası Konmada Alt Ekstremité Kassel Aktivasyonu

Şekillerde gri Şekil çizgisi voleybol oyuncularının grubunu, siyah Şekil çizgisi ise kontrol grubunu göstermektedir. X eksenini milisaniye olarak süre, y eksenini ise maksimal istemli kasılmanın yüzdesini gösteren EMG değerleridir. X ekseninde sürenin '0' olduğu nokta, araştırmaya katılan deneklerin ayaklarının yere konduğu anı ifade etmektedir. Konma öncesindeki ve sonrasındaki 800 msni analiz edilmiştir.



Şekil 22. Smaç Sonrası Konmada (60 cm) VM, VL, GM, GAS, BF Kaslarında Görülen Kassel Aktivasyonların İki Grup Arasında Karşılaştırılması

Şekil 22'de smaç sonrası konma hareketinde *VM*, *VL*, *GM*, *GAS* ve *BF* kaslarındaki aktivasyon, iki grup arasında karşılaştırılmıştır.

60 cm'lik yükseklikten smaç sonrası konma hareketindeki kassal aktivasyon değerleri yukarıdaki şekilde gösterilmiştir.

VM kasında konma öncesindeki 0-400 msn'leri arasında voleybolcu ve kontrol grubu arasında kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). 60 cm'lik kasadan smaç sonrası konmada *VM* kasındaki aktivasyonlarda voleybolcular ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

Smaç sonrası konmada *VM* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

VL kasında konma öncesindeki 400-600 msn'leri arasında voleybolcu ve kontrol grubu arasında kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). 60 cm'lik kasadan smaç sonrası konmada *VL* kasındaki aktivasyonlarda voleybolcular ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

Smaç sonrası konmada *VL* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

GM kasında konma öncesi 200-600 msn arası ile konma sonrası 0-800 msn'leri arasında voleybolcu ve kontrol grubu arasında kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Konma öncesi ve sonrasında belirtilmiş zaman aralıklarında 60 cm'lik kasadan smaç sonrası konmada *GM* kasındaki aktivasyonlarda voleybolcular ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

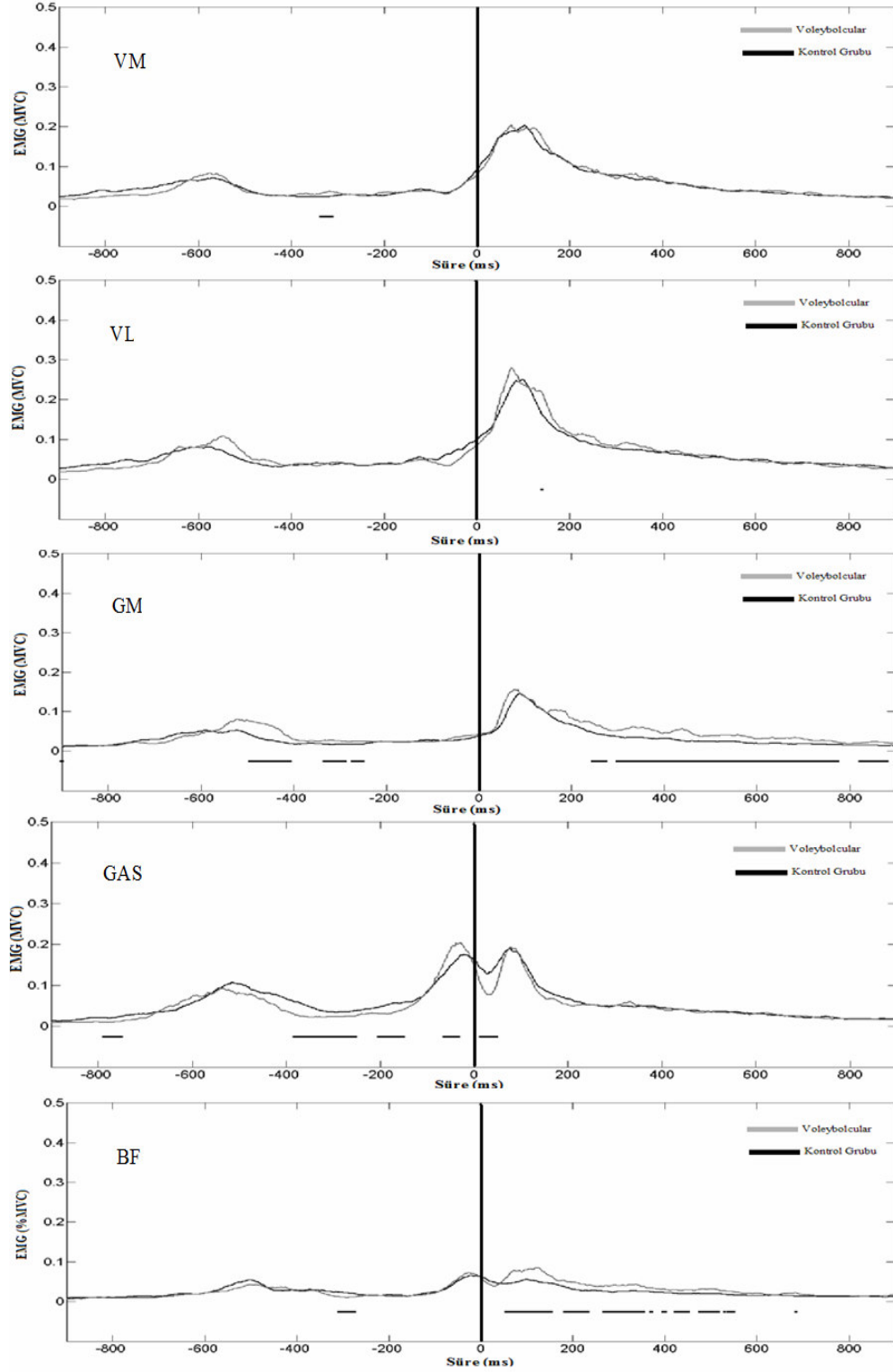
Smaç sonrası konmada *GM* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

GAS kasında konma öncesinde 0-400 msn arasında ve konma sonrası 0-200 msn'leri arasında voleybolcu ve kontrol grubu arasında kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Konma öncesi ve sonrasında belirtilmiş zaman aralıklarında 60 cm'lik kasadan smaç sonrası konmada *GAS* kasındaki aktivasyonlarda voleybolcular ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

Smaç sonrası konmada *GAS* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

BF kasında konma öncesinde 200-400 msn'leri arasında ve konma sonrasında 0-200 msn'leri arasında voleybolcu ve kontrol grubu kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Konma öncesi ve sonrasında belirtilmiş zaman aralıklarında 60 cm'lik kasadan smaç sonrası konmada *BF* kasındaki aktivasyonlarda voleybolcular ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

Smaç sonrası konmada *BF* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.



Şekil 23. Smaç Sonrası Konmada (40 cm) VM, VL, GM, GAS ve BF Kaslarında Görülen Aktivasyonların İki Grup Arasında Karşılaştırılması

Şekil 23'de, smaç sonrası konma hareketinde *VM* kasındaki kassal aktivasyon, iki grup arasında karşılaştırılmıştır

40 cm'lik yükseklikten smaç sonrası konma hareketindeki kassal aktivasyon değerleri yukarıdaki şekilde gösterilmiştir. *VM* kasında konma öncesindeki 200-400 msn'leri arasında voleybolcu ve kontrol grubu kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Konma öncesinde 200-400 msn'leri arasında 40 cm'lik kasadan smaç sonrası konmada *VM* kasındaki aktivasyonlarda voleybolcular ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

Smaç sonrası konmada *VM* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

VL kasında voleybolcu ve kontrol grubu arasında kassal aktivasyonlarında fark yoktur. 40 cm'lik kasadan smaç sonrası konmada *VL* kasındaki aktivasyonlarda voleybolcular ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi reddedilmiştir.

GM kasında konma öncesi 200-600 msn'leri ve konma sonrası 200-800 msn'leri arasında voleybolcu ve kontrol grubu kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Konma öncesi ve sonrasında belirtilmiş zaman aralıklarında 40 cm'lik kasadan smaç sonrası konmada *GM* kasındaki aktivasyonlarda voleybolcular ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

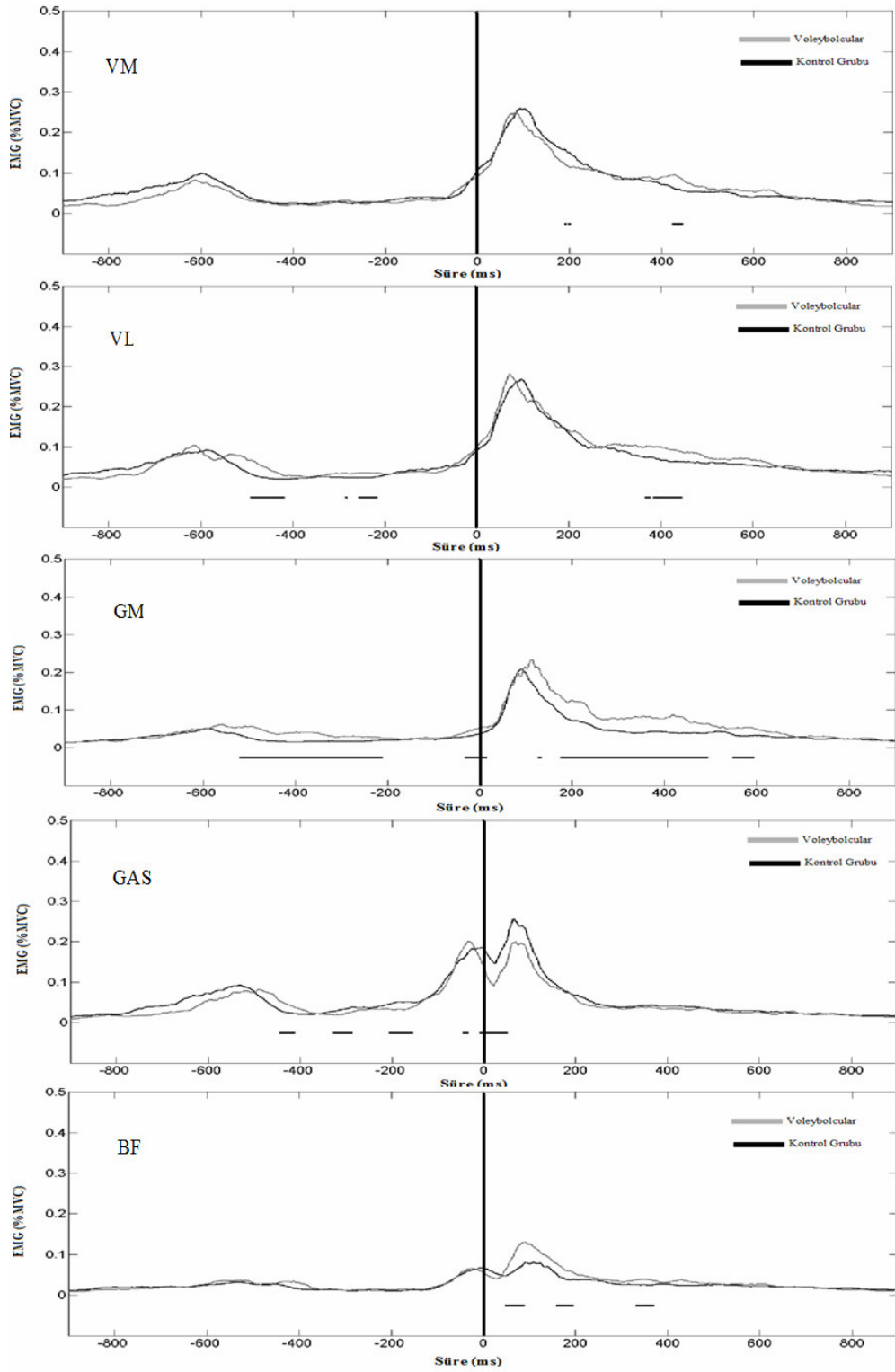
Smaç sonrası konmada *GM* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

GAS kasında konma öncesi 0-400 msn'leri, konma sonrası 0-200 msn'leri arasında voleybolcu ve kontrol grubu kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Konma öncesi ve sonrasında belirtilmiş zaman aralıklarında 40 cm'lik kasadan smaç sonrası konmada *GAS* kasındaki aktivasyonlarda voleybolcular ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

Smaç sonrası konmada *GAS* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

BF kasında konma öncesi 200-400 msn'leri ve konma sonrası 0-600 msn'leri arasında voleybolcu ve kontrol grubu kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Konma öncesi ve sonrasında belirtilmiş zaman aralıklarında 40 cm'lik kasadan smaç sonrası konmada *BF* kasındaki aktivasyonlarda voleybolcular ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

Smaç sonrası konmada *BF* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.



Şekil 24. Blok Konmada (60 cm) VM, VL, GM, GAS ve BF Kaslarında Görülen Kasal Aktivasyonların İki Grup Arasında Karşılaştırılması

Şekil 24'de, blok sonrası konma hareketinde *VM* kasındaki kassal aktivasyon, iki grup arasında karşılaştırılmıştır.

60 cm'lik yükseklikten smaç sonrası konma hareketindeki kassal aktivasyon değerleri yukarıdaki şekilde gösterilmiştir.

VM kassal aktivasyonlarında konma sonrası 200. msn ve 400-600 msn'leri arasında voleybolcu ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Konma sonrası belirtilmiş zaman aralıklarında 60 cm'lik kasadan blok konma sonucunda *VM* kasındaki aktivasyonlarda voleybolcular ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

Smaç sonrası konmada *VM* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

VL kassal aktivasyonlarında konma öncesi 200-600 msn'leri ve konma sonrası 400 msn'de voleybolcu ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Konma öncesi ve sonrası belirtilmiş zaman aralıklarında 60 cm'lik kasadan blok konma sonucunda *VL* kasındaki aktivasyonlarda voleybolcular ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

Smaç sonrası konmada *VL* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

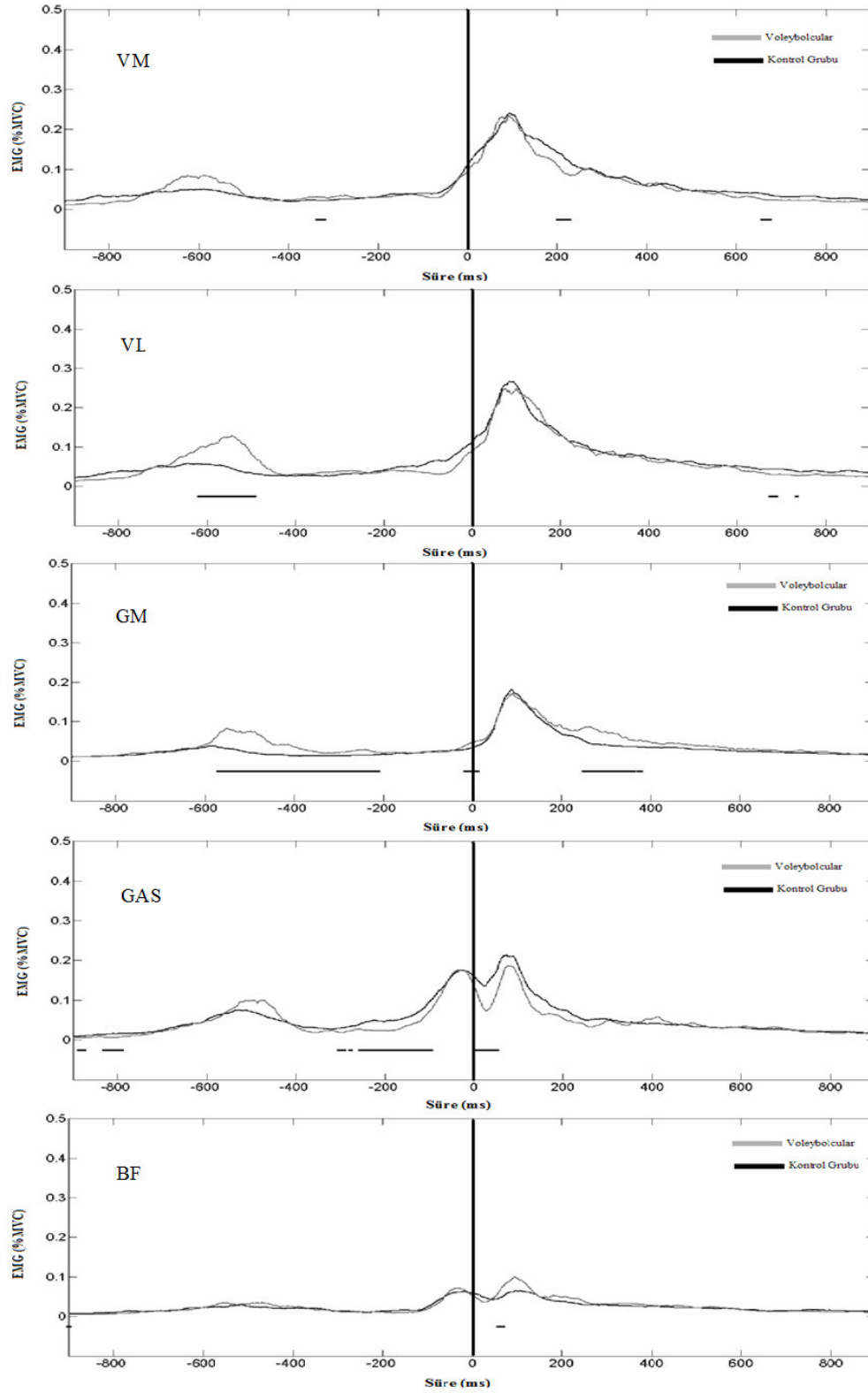
GM kassal aktivasyonlarında konma öncesi 200-600 msn'leri arasında, konma anında ve konma sonrası 200-600 msn'leri arasında voleybolcu ve kontrol grubu kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Konma öncesi ve sonrası için belirtilmiş olan zaman aralıklarında 60 cm'lik kasadan blok konma sonucunda *GM* kasındaki aktivasyonlarda voleybolcular ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

Smaç sonrası konmada *GM* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

GAS kassal aktivasyonlarında konma öncesi 0-600 msn'leri arasında ve konma anında voleybolcu ve kontrol grubu kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Konma anı ve öncesi için belirtilmiş olan zaman aralıklarında 60 cm'lik kasadan blok konma sonucunda *GAS* kasındaki aktivasyonlarda voleybolcular ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir. Smaç sonrası konmada *GAS* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

BF kassal aktivasyonlarında konma sonrası 0-400 msn'leri arasında voleybolcu ve kontrol grubu arasında kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Konma sonrası için belirtilmiş zaman aralığında 60 cm'lik kasadan blok konma sonucunda *BF* kasındaki aktivasyonlarda voleybolcular ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

Smaç sonrası konmada *BF* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.



Şekil 25. Blok Konmada (40 cm) VM, VL, GM, GAS ve BF Kaslarında Görülen Kasal Aktivasyonların İki Grup Arasında Karşılaştırılması

Şekil 25'de, blok sonrası konma hareketinde *VM*, *VL*, *GM*, *GAS* ve *BF* kaslarındaki aktivasyonlar, iki grup arasında karşılaştırılmıştır.

VM kassal aktivasyonu konma öncesi 200-400 msn'leri arası ve konma sonrası 200 ve 600-800 msn'leri arasında voleybolcu ve kontrol grubu kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). 40 cm'lik kasadan blok konma sonucunda *VM* kasındaki aktivasyonlarda voleybolcular ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

Smaç sonrası konmada *VM* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

VL kassal aktivasyonu konma öncesi 400-600 msn'leri arasında voleybolcu ve kontrol grubu arasında kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Konma öncesinde belirtilmiş zaman aralıklarında 40 cm'lik kasadan blok konma sonucunda *VL* kasındaki aktivasyonlarda voleybolcular ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

Smaç sonrası konmada *VL* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

GM kassal aktivasyonu konma öncesi 200-600 msn'leri arasında, konma anında ve 200-400 msn'leri arasında voleybolcu ve kontrol grubu arasında kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Konma öncesi, anı ve sonrasında belirtilmiş zaman aralıklarında 40 cm'lik kasadan blok konma sonucunda *GM* kasındaki aktivasyonlarda voleybolcular ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

Smaç sonrası konmada *GM* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

GAS kassal aktivasyonu konma öncesi 0-400 msn'leri ve konma sonrası 0-200 msn'leri arasında voleybolcu ve kontrol grubu arasında kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Konma öncesi ve sonrasında belirtilmiş zaman aralıklarında 40 cm'lik kasadan blok konmada *GAS* kasındaki aktivasyonlarda voleybolcular ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

Smaç sonrası konmada *GAS* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur.

BF kassal aktivasyonunda konma sonrası 0-200 msn arasında voleybolcu ve kontrol grubu kassal aktivasyonlarında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Konma sonrasında belirtilmiş zaman aralığında 40 cm'lik kasadan blok konmada *BF* kasındaki aktivasyonlarda voleybolcular ve kontrol grubu arasında fark vardır hipotezi kabul edilmiştir.

Smaç sonrası konmada *BF* kasındaki kassal aktivasyon değerlerinde diğer zaman aralıklarında anlamlı fark yoktur. **Çizelge 11 ve 12'**de Smaç ve blok sonrası konmada konma öncesi ve konma sonrası tüm kasların aktivasyon çeşitleri verilmiştir.

Çizelge 11. Smaç ve Blok Konmada Konma Öncesi Tüm Kasların Aktivasyon Çeşitleri

	KONMA ÖNCESİ (-800-0 msn)			
	Smaç Sonrası Konmada Kassal Aktivasyon (60 cm)	Smaç Sonrası Konmada Kassal Aktivasyon (40 cm)	Blok Konmada Kassal Aktivasyon (60 cm)	Blok Konmada Kassal Aktivasyon (40 cm)
<i>VM</i>	Kontrol grubunda 0-200 ve 200-400 msn'leri arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla aktivasyon bulunmuştur (p<0.05).	Voleybolcularda 200-400 msn arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla aktivasyon bulunmuştur (p<0.05).	İki grup arasında kassal aktivasyon açısından anlamlı bir fark yoktur .	Voleybolcularda 200-400 msn'leri arasında daha fazla aktivasyon bulunmuştur (p<0.05)
<i>VL</i>	Voleybolcularda 400 msn ve 200-400 msn'leri arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla aktivasyon bulunmuştur (p<0.05).	İki grup arasında kassal aktivasyon açısından anlamlı bir fark yoktur .	Voleybolcularda 200-400 ve 400-600 msn'leri arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla aktivasyon bulunmuştur (p<0.05).	Voleybolcularda 400-600 msn'leri arasında daha fazla aktivasyon bulunmuştur (p<0.05)
<i>GM</i>	Voleybolcularda 200-400 msn'leri arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla aktivasyon bulunmuştur (p<0.05).	Voleybolcularda 200-400 ve 400-600 msn'leri arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla aktivasyon bulunmuştur (p<0.05).	Voleybolcularda 200-600 msn'leri arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla bulunmuştur (p<0.05).	Voleybolcularda 200-600 msn'leri arasında ve tam konma anında daha fazla aktivasyon bulunmuştur (p<0.05)
<i>GAS</i>	İki grup arasında 0-400 msn'leri arasında kassal aktivasyon anlamlı derecede farklı bulunmuştur (p<0.05).	Kontrol grubunda 200-400 msn'leri arasında kassal ve voleybolcularda konmadan yaklaşık 50 msn öncesinde aktivasyon istatistiksel olarak anlamlı derecede fazla bulunmuştur (p<0.05).	Voleybolcularda yaklaşık 400 msn ve 50 msn'de kontrol grubunda ise 200-400 msn'leri arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla aktivasyon bulunmuştur (p<0.05).	Kontrol grubunda 0-400 msn'leri arasında daha fazla aktivasyon bulunmuştur (p<0.05)
<i>BF</i>	Konma öncesindeki kasılma değerleri %10 MVC'nin altındadır. İki grup arasında kassal aktivasyon açısından anlamlı bir fark yoktur .	Kontrol grubunda 200-400 msn'leri arasında daha fazla aktivasyon bulunmuştur (p<0.05).	Konma öncesindeki kasılma değerleri %10 MVC'nin altındadır. İki grup arasında kassal aktivasyon açısından anlamlı bir fark yoktur.	Konma öncesindeki kasılma değerleri %10 MVC'nin altındadır. İki grup arasında kassal aktivasyon açısından anlamlı bir fark yoktur.

Çizelge 12. Smaç ve Blok Konmada Konma Sonrası Tüm Kasların Aktivasyon Çeşitleri

KONMA SONRASI (0-800 msn)				
	60 Smaç Sonrası Konma	40 Smaç Sonrası Konma	Blok Konma (60 cm)	Blok Konma (40 cm)
<i>VM</i>	Yaklaşık 100. msn'de %20 MVC ile maksimum kasılma değerine ulaşmıştır.	Yaklaşık 100. msn'de %20 MVC ile maksimum kasılma değerine ulaşmıştır.	Yaklaşık 100. msn'de %25 MVC ile maksimum kasılma değerine ulaşmıştır. 200 ve 400-600 msn'leri arasında iki grup arasında anlamlı fark vardır. (p<0.05).	Yaklaşık 100. msn'de %25 MVC ile maksimum kasılma değerine ulaşmıştır. 200. ve 600-800 msn'leri arasında voleybolcularda daha fazla aktivasyon bulunmuştur (p<0.05).
<i>VL</i>	Yaklaşık 100. msn'de %25 MVC ile maksimum kasılma değerine ulaşmıştır.	Yaklaşık 100. msn'de %28 MVC ile maksimum kasılma değerine ulaşmıştır (p<0.05).	Yaklaşık 100. msn'de %28 MVC ile maksimum kasılma değerine ulaşmıştır. 400. msn'de iki grup arasında anlamlı fark vardır. (p<0.05).	Yaklaşık 100. msn'de %27 MVC ile maksimum kasılma değerine ulaşmıştır. 600-800 msn'leri arasında voleybolcularda daha fazla aktivasyon bulunmuştur (p<0.05).
<i>GM</i>	Yaklaşık 100. msn'de %25 MVC ile maksimum kasılma değerine ulaşmıştır. Voleybolcularda daha fazla aktivasyon bulunmuştur (p<0.05).	Yaklaşık 100. msn'de %15 MVC ile maksimum kasılma değerine ulaşmıştır (p<0.05). Voleybolcularda daha fazla aktivasyon bulunmuştur (p<0.05).	Yaklaşık 100. msn'de %28 MVC ile maksimum kasılma değerine ulaşmıştır. 400. msn'de iki grup arasında anlamlı fark vardır (p<0.05).	Yaklaşık 100. msn'de %18 MVC ile maksimum kasılma değerine ulaşmıştır. 200-400 msn'leri arasında voleybolcularda daha fazla aktivasyon bulunmuştur (p<0.05).
<i>GAS</i>	Yaklaşık 100. msn'de %20 MVC ile maksimum kasılma değerine ulaşmıştır. Kontrol grubunda tam konma anında ve 200 msn sonrasında daha fazla aktivasyon bulunmuştur (p<0.05).	Konmadan yaklaşık 25 msn sonrasında kontrol grubundaki kasal aktivasyon istatistiksel olarak anlamlı derecede fazla bulunmuştur (p<0.05).	Yaklaşık ilk 50 msn'de %25 MVC ile maksimum kasılma değerine ulaşmıştır ve kontrol grubunda anlamlı derecede fazla aktivasyon bulunmuştur (p<0.05).	Yaklaşık 100. msn'de %22 MVC ile maksimum kasılma değerine ulaşmıştır. Yaklaşık ilk 50 msn'de voleybolcularda daha fazla aktivasyon bulunmuştur (p<0.05).
<i>BF</i>	Yaklaşık 100. msn'de %10 MVC ile maksimum kasılma değerine ulaşmıştır. Voleybolcularda 0-100 msn arasında daha fazla aktivasyon bulunmuştur (p<0.05).	Konmadan yaklaşık 100 msn sonra %9 MVC ile maksimum kasılma değerine ulaşmıştır. Voleybolcularda 0-600 msn'leri arasında anlamlı derecede fazla aktivasyon bulunmuştur (p<0.05).	Yaklaşık 100. msn'de %12 MVC ile maksimum kasılma değerine ulaşmıştır. 0-400 msn'leri arasında voleybolcularda daha fazla aktivasyon bulunmuştur (p<0.05).	Yaklaşık 100. msn'de %10 MVC ile maksimum kasılma değerine ulaşmıştır. Yaklaşık ilk 50 msn'de voleybolcularda daha fazla aktivasyon bulunmuştur (p<0.05).

TARTIŞMA

Bu araştırmanın amacı bayan voleybolcularda farklı sıçrama ve konma tekniklerinde alt ekstremite kassal aktivasyonunun değerlendirilmesidir.

Bu amaçla kontrol grubu ile kassal aktivasyon açısından farklılıklar, kasların sıçrama fazlarına göre kasılma çeşitleri ve süreleri, zirve aktivasyon değerleri ve ne zaman bu değere ulaşıldığı ve farklı sıçramalardaki (AS, SS) kassal aktivasyon incelenmiştir.

Bobbert ve ark.(1987), on antrenmanlı erkek voleybol oyuncusuyla sıçrama biyomekaniğinin sıçrama tekniği üzerine etkisini incelemişlerdir. Aktif sıçrama ve derinlik sıçramalarında *RF*, *VM*, *GAS* ve *soleus* kaslarındaki kassal aktivasyonu ölçmüşlerdir. Aktif sıçramada *VM* ve *GAS* kaslarında zirve değer olarak MVC'nin %100'ü olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada *VM* kası ve *GAS* kasının aktivasyonları %40'ı geçmemiştir. Bu farkın nedeni Bobbert ve ark.,(1987)'nin çalışmasında erkek voleybolculardan ölçüm alması olabilir. Erkeklerde vücut yağ yüzdesinin bayanlara oranla daha düşük olması da etkili olabilir.

Mediana ve ark. (2008), 18 bayan ve 19 erkek atlet ve 20 sporcu olmayan bayanla yapmış olduğu çalışmada 32 cm'lik platformdan konma öncesindeki ön kassal aktivasyonu incelemiştir. *Rektus femoris*, *VM*, *medial hamstring* ve *lateral hamstring* kaslarındaki konma öncesi ön aktivasyon açısından gruplar arasındaki farklılıkları analiz etmişlerdir. Sporcu olmayan bayanların grubunda sporcu bayan grubuna göre *rektus femorisin* büyük ölçüde daha yavaş kasıldığı meydana gelmiştir. (619.9=588.5>200.1 msn yere temas öncesi). Sporcu olmayan bayan grubunda, aynı zamanda bayan sporcu grubu ile karşılaştırıldığında *VM* kasının da daha yavaş kasıldığını bulmuşlardır. (127.1- 408.1 ms). Bu çalışmanın sonuçları da aynı doğrultudadır. Yapılan analizler sonucunda voleybolcu grubunun kaslarının, konma öncesinde kontrol grubuna göre daha fazla kasıldığı bulunmuştur (-200 – -400 ms) (p<0.05).

Horita ve ark. (2002), derinlik sıçramasında kas iskelet sisteminde diz eklemine sertliği, konma öncesi aktiviteler ve sıçrama hızının ilişkisini araştırmışlardır. 9 erkek denek 50 cm yükseklikten derinlik sıçraması yapmışlardır. *VL* kasındaki konma öncesi ve sonrası aktivasyonu EMG ile ölçmüşlerdir. Aynı zamanda R ve eklem açısını belirlemek amaçlı hareket analizi yapmışlardır. Diz eklemine moment/açı ilişkisinin doğrusal regresyonundan eklem sertliğini hesaplamışlardır. Yapmış oldukları çoklu regresyon analizleri sonucunda diz eklemine geçiş fazı boyunca kasın elastik bileşenlerinin katılığını *VL* kasının ön aktivasyonu ve konma sırasındaki diz eklem açısı hızıyla açıklanabileceğini göstermişlerdir. Bu sonuç doğrultusunda derinlik sıçramasında kassal aktivitenin ön programlanmasının eklem sertliğinde ve derinlik sıçramasındaki performansta önemini vurgulamışlardır ve performansın artırılmasında diz *ekstansör* kaslarının kas kasılma özelliğinin temel rolde olduğunu bulmuşlardır. Bu açıdan bakıldığında diz *ekstansör* kaslarından olan *VM* ve *VL*'in ön aktivasyonunun fazla olmasının sıçramada avantaj yarattığı söylenebilir. Bu çalışmada da *VM* ve *VL* kaslarının ön aktivasyonunun voleybolcularda daha yüksek olmasının sıçrama yüksekliğini etkilediği söylenebilir.

Arampatzis ve ark. (2001), 15 dekatluncunun 20, 40 ve 60 cm'lik derinlik sıçramalarında *GAS Lateralis*, *GAS Medialis*, *tibialis anterior*, *VL* ve *hamstring*

kaslarında EMG ölçümü, R ve vücut pozisyonlarını belirlemek amaçlı hareket analizi yapmışlardır. Yerde kalma sürelerine göre verileri 5 grupta değerlendirmişlerdir. Yere temas süresi kısa olduğunda bacak ve ayak bileği sertliğinin daha fazla olduğunu bulmuşlardır. Ön aktivasyon süresi (kassal aktivitenin başlaması ile yere konma arasında geçen süre), ön aktivasyon sinyalinin integrali normalize edilmiş EMG verilerinden hesaplanmıştır. Her kasın ön aktivasyon süresinin başlangıcı; gevşemiş durumdaki kasta normalize edilmiş EMG sinyalinin ortalama 2 standart sapma değerine ulaştığı nokta olarak belirlenmiştir.

Tüm kaslardaki kassal aktivasyon değerleri MVC'nin %100'üne ulaşmıştır. Ayrıca denekleri sıçrama sırasında yerde kaldıkları süreye göre beş derecede gruplandırmışlardır. Yerde kaldığı süre daha kısa olan deneklerin ön aktivasyonlarının daha uzun olduğunu bulmuşlardır. Yapılan tez araştırmasında 40 ve 60 cm'lik yükseklikten konma öncesi, konma anı ve konma sonrasında kassal aktivasyon değerleri %30'u aşmamıştır. Aradaki fark derinlik sıçraması ile konma arasındaki hareket farklılığından kaynaklanmış olabilir.

Kellis ve ark. (2003), 10 uzun atlama sporcusunda kuvvet platformunda 20, 40 ve 60 cm derinlik sıçramasında *RF* ve *BF* kaslarında EMG analizi yapmışlardır. Bu analizlerde dört ayrı yöntem kullanmışlardır. Bu yöntemlerden birinde *agonist-antagonist* kasılmayı belirlemek için doğrusal zarf yöntemini kullanmıştır. Smaç sonrası konmada *BF* kasındaki kassal aktivasyon MVC'nin %10'unu geçmemektedir. Ancak Kellis ve ark., (2003) yapmış oldukları çalışmada derinlik sıçramasındaki kassal aktivasyon yaklaşık MVC'nin %20'sidir. Arada fark olması doğaldır. Çünkü derinlik sıçraması ile konma farklıdır. Ama bu fark Arampatzis ve arkadaşlarının (2001) çalışmasıyla karşılaştırıldığında kasılma oranı açısından çok büyük değildir.

Bu tez araştırmasında *BF* kasında ön aktivasyonun voleybolcularda daha fazla olması ise motor kontrolde ön programlama (gerilme refleksi) ile ilişkili olabilir. Aynı zamanda agonist kaslar olan *VL*, *VM* kasları kasılırken antagonist *BF* kasında gevşeme olması beklenirken voleybolcularda kontrol grubuna göre fazla kasılma belirlenmiştir. Bunun nedeni voleybolcuların agonist ve antagonist kasılma oranlarının yakın olması ve bu oranın yakın olması nedeniyle sıçramada daha iyi performans gösterdikleri olabilir. İtiş fazının sonlarında diz eklemi ekstansiyon hareketini yaptıran *VM*, *VL* gibi ön grup kasların kasılması önemli iken bu kasların antagonisti olarak *BF* kasının aktivasyonunun daha fazla olması sıçrama yüksekliğini etkileyebileceği sonucuna ulaşılabilir.

Viitasalo ve ark. (1998), sporcular ve sporcu olmayanlar arasında 40 cm ve 80 cm yüksekliklerden derinlik sıçramasında konma anı ve öncesinde alt ekstremitte kaslarının kinetik ve kinematik parametrelerini karşılaştırmışlardır. İki derinlik sıçramasında *VL* ve *GAS* kaslarının ön aktivitesi sporcu grupta daha erken başlamıştır.

Smaç sonrası konma hareketinde *VL* kasının ön aktivasyonu (konmadan 400 msn öncesi) voleybol oyuncularında daha erken ve daha fazla bulunmuştur. Aynı zamanda *BF* kasındaki aktivasyon da konmadan 200–400 msn öncesindeki aralıkta voleybolcularda anlamlı düzeyde fazladır ve kasılma daha erken başlamıştır.

Sporcularda hareket öncesinde ön aktivasyonun daha fazla ve daha erken olmasını motor kontrolde ön programlama ile ilgili olduğu söylenebilir. Motor kontrolde ön programlama ile ilgili olan M₂₋₃ refleksinin sporcularda daha gelişmiş olması da bu durumda etkili bir faktör olabilir.

McCaulley ve ark. (2007), SS, AS, maksimum aktif sıçrama yüksekliğinin %75'inden derinlik sıçraması (75DS) ve maksimum aktif sıçrama yüksekliğinin %125'inden derinlik sıçraması (125DS) arasındaki mekanik verimliliği karşılaştırmışlardır. Araştırmaya sıçrama antrenmanı yapmış sekiz denek katılmıştır. Tüm denekler SS, AS, 75DS ve 125DS'lerinin her birini 30 kez ara vermeksizin tekrarlamışlardır. Dört sıçrama çeşidinde oksijen tüketimi, zirve kuvvet değerleri, vücut ağırlık merkezindeki yer değiştirme ölçülmüştür. Bunlara ek olarak VM, VL ve BF kaslarında EMG ölçümü yapılmıştır. Dört sıçrama çeşidinde itiş, havada kalma ve konma fazlarında kassal aktivasyonları analiz etmişlerdir. Sonuç olarak havada kalma fazında kassal aktivasyonda herhangi bir fark yoktur. Bu çalışmada VM kasındaki kassal aktivasyon aktif ve skuat sıçramalarda analiz edilmiştir. Havada kalma fazında AS ve SS' da VM kassal aktivasyonunda anlamlı bir fark yoktur. VL kasındaki kassal aktivasyon aktif ve skuat sıçramalarda analiz edilmiş ve havada kalma fazında AS ve SS' da VL kassal aktivasyonunda anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu sonuçların McCaulley ve ark. (2007), yapmış olduğu araştırma sonuçları ile paralellik göstermesi sıçramada havada kalma fazına göre itiş ve konma fazlarının daha önemli olduğunu göstermektedir.

Eller serbest aktif sıçramada kolların etkisi uzun süredir çalışılmaktadır. Sıçrama yüksekliği kolların etkisiyle %10 artmaktadır (Cheng ve ark., 2008; Harman ve ark., 1990). Kolları kullanma sebebi havada kalma fazında daha fazla dikey hız üretilebilir. Öncelikle kolların salınışı, itme fazının ikinci yarısında yer reaksiyon kuvvetinde artışa yardımcı olabilir. Aynı zamanda sıçrama hızındaki artışın bir sebebi de çekme teorisidir. Kolların hızı sıçrama öncesi yavaşlarken omuz eklemesindeki kuvvet gövdeyi yukarı çeker. Bu enerjinin kollardan vücudun diğer bölgelerine transferine neden olur. (Cheng ve ark., 2008).

Castler ve Bates (1995), yapmış oldukları araştırmada konma esnasındaki mekanik ve nöromusküler yanıtları analiz etmişlerdir. Tüm konmaları 60 cm yükseklikten yapmışlardır. Ancak denekler baş üstü barı elleriyle tutmuşlar ve ayakları yerden 60 cm yüksekte olacak şekilde ayarlandıktan sonra kendilerini bırakarak konma yapmışlardır. Aynı zamanda düştükleri zemine kuvvet platformu koyarak yer reaksiyon kuvvetini de ölçmüşlerdir. VM, *rektus femoris*, *semitendinosus*, BF ve GAS kaslarında EMG ölçümü yapmışlardır. Elde ettikleri integre edilmiş EMG sonuçlarında VM kasının konma kontrolünde regresyon modelleri içinde en çok karşılaşılan bağımsız değişken olduğunu bulmuşlardır.

Decker ve ark. (2003), rekreasyonel olarak spor yapan 12 erkek ve 9 kızdan oluşan bireylerde enerjiyi absorbe etmede konma stratejilerinde ve alt ekstremite eklem hareketlerinde cinsiyetin rolünün olup olmadığını belirlemek amaçlı bir araştırma yapmışlardır. Sonuç olarak bayanların erkeklerle karşılaştırıldığında kalça ve ayak bileklerindeki hareket açılarının, maksimum eklem açısal hızlarının daha fazla olduğu ve daha dik pozisyonda bir postürle konma yaptıkları bulunmuştur.

Bayanların aynı zamanda enerjiyi daha fazla absorbe ettikleri ve diz *ekstansör* ve ayak bileği *plantar fleksörleri* zirve torklarının daha fazla olduğu meydana gelmiştir.. Dizin iki cinsiyet içinde temel şok absorbe edici olduğu ve ayak bileği *plantar* fleksör kaslarının bayanlar için, erkekler içinse kalça *ekstansör* kaslarının şok absorbe etmede ikinci derecede katkı sağladığı görülmüştür. Ayak bileği *plantar fleksör* kası olan GAS kasında zirve değerlere konma anında ulaşılmıştır. Bu sonuç, Decker ve ark.'nın (2003) sonuçlarını desteklemekte ve aynı zamanda GAS kas aktivasyonunun daha iyi anlaşılmasını sağlamaktadır.

Urabe ve ark. (2005), konma esnasında bayan ve erkek sporcularda dizin biyomekanik ve dize *fleksiyon/ekstansiyon* hareketini yaptıran kasların elektromiyografik analizini yapmışlardır. Çalışmaya 8 bayan ve 7 erkek kolej basketbolcusu denek olarak katılmıştır. Deneklerden çift ayak maksimum kuvvetle sıçramaları ve baskın bacaklarıyla konma yapmaları istenmiştir. Havada kalma süresini hesaplamak için kuvvet platformu kullanılmıştır. *VM*, *VL*, *BF* ve *semimembranosus (SM)* kaslarından EMG verileri alınmıştır. Aynı zamanda diz *fleksiyon* açısı da CCD kamera ile belirlenmiş ve dijital zaman sinyal sayıcısı kullanarak EMG ölçümü ile eş zamanlı ölçüm yapılmıştır. *VM* kasının aktivasyon seviyesinin kadınlarda daha fazla olduğu bulunmuştur. *VL*, *BF* ve *SM* kaslarında bayan ve erkeklerde anlamlı bir fark yoktur. Tam ayakların yere konması esnasında ortalama diz *fleksiyon* açısının $10.54 \pm 3,1^\circ$ olduğu bulunmuş ve diz açısı 15° ve 55° arasında iken kasların analizi yapılmıştır. Burada dikkati çeken bayanlarda konma sırasında *VM*, *VL* kaslarındaki aktivasyonun maksimal istemli kasılmanın % 200'ü ile % 250'si arasında olmasıdır. Yapılan çalışmada bu kaslardaki aktivasyon % 40'ı geçmemektedir. Bu büyük farklılığın nedeni deneklerin yaptıkları spor branşındaki ve deneyimindeki farklılık, yaş, kilo, vücut yapısının etkisi ya da maksimal istemli kasılmanın ölçümü ile ilgili olabilir.

İskelet kası kuvveti gelişim oranı büyük ölçüde kasılmanın başındaki kas lifleri sinirsel aktivitesine bağlıdır. Hücre içi serbest Ca iyonunun artışının hızlanması ve çapraz köprü bağlarının yıkılmasıyla daha yüksek oranda kuvvet gelişimine olanak verir. Kuvvet gelişiminin maksimaline sadece kassal aktivasyonun çok üst seviyede olduğu zamanlar ulaşılabilir. Kuvvet gelişiminde maksimal oranı elde etmek için maksimal *izometrik* kuvvetin gelişimi için gerekli olan daha fazla aksiyon potansiyeli kas lifine ulaşmalıdır. Hızlı sinirsel aktivasyonlar için kapasite *in vivo* motor görevi için önemlidir. Çünkü sıçrama gibi hızlı kuvvet ve denge gerektiren hareketler genelde 200 msn'de sınırlıdır (Ruitter, 2006). Bu çalışmanın sonuçlarına göre kasılma zirve değerlerinin 200 msn'yi geçmediği görülecektir. Kasılma 1600 msn boyunca görülmektedir. Ancak % 10 gibi oldukça düşük oranlardadır. % 20, % 30 gibi yüksek oranda kasılmalar 200 msn'yi geçmeyecek şekilde görülmektedir.

Pandy ve Zajac (1991), skuat sıçramada maksimum yükseğe sıçramak için optimal kontrol çözümlerinin detaylı analizini yapmışlardır. Sıçramada yere kontak fazı boyunca kasların vücut uzuvları hızlanmasında ve kuvvet sağlanmasındaki rolüne odaklanmışlardır. Araştırma sonucunda hem vücut uzuvlarının anlık kuvvetinde hem de açısız hızlanmada kasların önemli olduğunu bulmuşlardır. *Vasti* ve *gluteus maximus* kaslarının alt ekstremitenin temel enerji kaynakları olduğunu bulmuşlardır. Bu kaslar, alt ekstremitenin hareketinde temel kaslardır. Çünkü kalça ekstansiyonunda, kalçanın açısız hızlanmasında ve

gövdenin anlık kuvvetinde baskın olan kaslardır. Bunun aksine ayak bileği *fleksörleri* (*soleus*, *gastrocnemius* ve diğer *plantarfleksörler*) uyluğun enerji üretiminde baskın durumdadırlar. Bu kaslar sıçramanın son %20'lik kısmında gövdenin kuvvetlenmesine katkı sağlarlar. Bu açıdan sıçrama performansında bu kasların önemini belirtmişlerdir. *GAS* sıçrama yüksekliğini % 25 artırır. Bu çalışmada da *GAS* kası diğer kaslara göre incelendiğinde fazla aktivasyon göstermiştir.

Russel ve ark. (2007), rekreasyonel olarak spor yapan, çocuk ve yetişkinlerden oluşan iki grupta konma esnasında EMG, R ve kuvvet analizi yapmışlardır. Yetişkinlerde kasa yüksekliği 45.7 cm iken çocuklarda 30.5 cm olarak belirlenmiştir. Hamstring ve *VM*'deki eş kasılma (kontraksiyon) oranını, konma öncesi (KÖ) (konmadan 100 msn öncesi), refleksiv (REF) (konmadan 100 msn sonra) ve istemli kasılma (REFS) (REF'in sonunda maksimum diz fleksiyonunda) kas aktivite fazlarında değerlendirmişlerdir. Çocuklarda ve yetişkinlerde KÖ fazındaki kassal aktivasyonun, REF ve REFS fazından farklı olduğu bulunmuştur. Ayrıca çocuklarda ve yetişkinlerde KÖ fazında, *hamstring* kassal aktivitesinin *VM* kassal aktivitesinden 2.5-5.5 kat daha fazla olduğunu bulmuşlardır. KÖ fazında *BF* kasında görülen kassal aktivasyon düzeyi oldukça düşüktür. *VM* kasının KÖ fazındaki aktivasyonu oldukça düşük seviyededir. KÖ fazında *VM* ve *BF* kaslarındaki kassal aktivasyonlar arasında Russel ve ark. (2007) çalışmasındaki gibi fark yoktur. Bunun nedeni farklı denek grupları ve yaş grupları ile çalışılmış olması ve yapılan analizlerdeki farklılık olabilir.

Bu araştırma sonuçları literatürde yukarıda da belirtilmiş olan bazı araştırmalarla paralellik gösterirken bazıları ile farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bunun nedenleri EMG ölçümü yapılan deneklerin vücut yağ yüzdesi, yaşları, cinsiyetleri, spor branşları olabilir. Aynı zamanda analiz yöntemleri (doğrusal zarf, integral) ve MVC ölçümleri de sonuçları etkileyen faktörler arasında sayılabilir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç

Yapılan bu tez araştırmasında voleybolcularda alt ekstremitedeki kassal aktivasyon AS, SS ve 40, 60 cm'lik blok ve smaç sonrası konma hareketlerinde incelenmiştir. Voleybolcuların verilerinin kontrol grubu ile istatistiksel olarak karşılaştırılmasının yanı sıra kassal aktivasyonlar maksimal istemli kasılmanın yüzdesi olarak fazlar arasında da incelenmiştir.

Çalışmanın sonuçları genel anlamda değerlendirilecek olursa itiş fazında ön aktivasyonun (özellikle *BF* kasında) voleybolcularda daha fazla olduğu görülmüştür. Bu durum motor kontrolde ön programlama ile ilgilidir. *BF* kassal aktivasyonu diğer kaslarla karşılaştırıldığında daha düşük düzeydedir (*MVC*'nin % 10'unun altında). Ancak voleybolcularda itiş fazında *MVC*'nin % 20'si değerlerinde kasılma bulunmuştur. Bu durum agonist ve antagonist kasılma oranlarının voleybolcularda daha iyi düzeyde olduğunu gösterir. Konma anında ise kontrol grubunda daha fazla kassal aktivasyon meydana gelmiştir. Bu durum da düşme tekniğinden kaynaklanıyor olabilir.

Smaç sonrası konmada (60 cm), ayak bileğinde *plantar fleksiyon* ve diz ekleminde *fleksiyon* hareketi görülür.

Konmanın 100 msn sonrasında *VM* kasında kassal aktivasyon düzeyi *MVC*'nin % 20'si ile *VL* kası % 25 ile zirve değerine ulaşmıştır. *GM* kasında ise voleybolcularda % 25 ve kontrol grubunda % 15 olmak üzere anlamlı bir fark vardır ($p<0.05$). *BF* kasında ise zirve kasılma değerine konmanın 100 msn sonrasında % 10'una ulaşmıştır ve voleybolcularda anlamlı düzeyde daha fazla kasılma vardır ($p<0.05$). 40 cm'den smaç sonrası konma hareketinde de voleybolcularda anlamlı düzeyde daha fazla kasılma vardır ($p<0.05$). Bu dört kasta benzer kasılma çeşitleri görülmektedir.

Ayak bileğine *plantar fleksiyon* ve dize *fleksiyon* yaptıran *GAS* kası ise diğer kaslardan farklı bir kasılma paterni göstermiştir. *GAS* kasının kasılmasındaki zirve değer konma anında meydana gelmiştir ve iki grup karşılaştırıldığında kontrol grubundaki deneklerin kaslarında daha fazla kasılma meydana gelmiştir. ($p<0.05$). Aynı fark 40 cm smaç sonrası konma hareketinde de meydana gelmiştir. ($p<0.05$). Bu durum, konma tekniğinden, kas sertliğinin fazla olmasından kaynaklanıyor olabilir. Aynı zamanda konma öncesindeki *GAS* aktivasyonun voleybolcularda daha fazla olduğu bulunmuştur ($p<0.05$). Daha önce de belirtildiği gibi sporcularda kasların ön aktivasyonu, ön programlama ile ilgilidir. Yere konmadaki darbenin az olması için kaslarda ön aktivasyon gereklidir.

Blok sonrası konmada (60 cm), ayak bileğinde *plantar fleksiyon* ve diz ekleminde *fleksiyon* hareketi görülür. Smaç sonrası konmadan farkı konmanın yan tarafa doğru yapılmasıdır.

Konmanın 100 msn sonrasında *VM* kasında kassal aktivasyon düzeyi *MVC*'nin % 30'u, *VL* kasında, % 25'i *GM* kasında da % 25'i ile zirve değerine ulaşmıştır. *GM* kasında smaç sonrası konmada da görüldüğü gibi 200, 600 msn'leri arasında voleybolcularda anlamlı derecede daha fazla kasılma meydana gelmiştir ($p<0.05$). 40 cm'den konma hareketinde de 200-400 msn'leri arasında voleybolcularda anlamlı derecede daha fazla kasılma meydana gelmiştir ($p<0.05$). Konma

sırasında *GM* kası eksantrik kasılma yapmaktadır. Bu kasın kasılma oranını konma açısı da etkilemektedir. Aradaki bu farklılığın nedeni konma tekniği olabilir.

GAS kası ise smaç sonrası konmada olduğu gibi diğer kaslardan farklı bir kasılma paterni göstermiştir. Zirve kasılma değeri % 25MVC ile, ilk 100 msn'de meydana gelmiştir.. Ancak konma anındaki aktivasyon diğer kaslara göre fazladır. Smaç sonrasındaki konmada görüldüğü gibi konmadan sonraki ilk 100 msn'de kontrol grubunda daha fazla kasılma meydana gelmiştir ($p<0.05$). Aynı sonuç hem 40 cm hem de 60 cm'den smaç sonrası konmada meydana gelmiştir. ($p<0.05$).

BF kasında ise zirve kasılma değerine konmanın 100 msn sonrasında 10% ulaşmıştır ve voleybolcularda anlamlı düzeyde daha fazla kasılma bulunmuştur ($p<0.05$).

Bu sonuçlardan hareketle genelde konma öncesinde voleybolcularda, konma sonrasında kontrol grubunda daha fazla kassal aktivasyon görüldüğü söylenebilir. Konma öncesinde ön aktivasyon, yere kontrollü bir konmayı sağlar. Voleybolcular sıçrama hareketini oyun içerisinde ve antrenmanlarda çok fazla tekrarladıkları için motor öğrenme sonucu kas içi koordinasyonları gelişmiştir. Bu da ön aktivasyonlarının daha fazla olmasıyla sonuçlanabilir. Konma sonrasında ise aktivasyonun daha fazla görülmesi daha önce de belirtildiği gibi konma tekniğinden (topuk üzerine düşme, ayak ucuna düşme gibi) kaynaklanabilir. Ancak bu konunun daha iyi tespit edilmesi için eklem açılarının tespit edilmiş olması gerekir. Aynı zamanda hareket sonrası kasların en kısa zamanda eski haline geri dönmesi toparlanma ile ilgilidir. Burada antrenmanın etkisi de görülmektedir.

Bu tez araştırması, voleybol sayesinde edinilen fiziksel kondisyonun nöromuskuler kazanımları etkilediğini ve sakatlıklardan korunmak ve sıçrama performansını artırmak için nöromuskuler yeterliliği geliştirmek amacıyla hamstringlere yönelik alternatif antrenman metotlarının gerekliliğini göstermiştir.

Öneriler

1. Sıçramada kassal aktivasyon düzeylerinin belirlenmesinin yanı sıra R ve eklem açıları da belirlenerek daha ayrıntılı değerlendirmeler yapılabilir.
2. Farklı sıçrama ve konma tekniklerinde kassal aktivasyonun başlama anının hesaplandığı, agonist ve antagonist kasılma oranlarının belirlendiği analizler yapılabilir.
3. Bu çalışmada sıçramada aktif olan kaslardan beşi incelenmiştir. Sıçramada aktif olan *RF*, *semitendinosus*, *semimembranosus*, *vastus intermedius* gibi kaslarda araştırılabilir.
4. Sıçrama voleybol sporu için önemli olduğu kadar basketbol, futbol, cimnastik gibi diğer spor branşları için de önemlidir. Bu açıdan farklı spor branşlarında sıçramada kassal aktivasyon da araştırılabilecek konular arasındadır.

KAYNAKLAR

- Aaberg, E., Compound Lower Body Exercises, Muscle Mechanics, Barnard, M., Human Kinetics, Australia, 14, 82, 2006
- Arampatzis, A., Schade, F., Walsh, M., Brüggemann, G.P., Influence of leg stiffness and its effect on myodynamic jumping performance, Journal of Electromyography and Kinesiology, 11, 355-364 (2001)
- Arpınar-Avsar, P., Soylu A.R., Cicek, S., Consistency of the lower limb acceleration patterns during inside and instep soccer kicks, Journal of Sport Science and Medicine Supplement 10 (6), 28 (2007)
- Baechle, T.R., Essentials of Strength Training and Conditioning, National Strength and Conditioning Association, Hong Kong, Human Kinetics, 32, 1994
- Baktaal, D.G., 16-22 yaş bayan voleybolcularda pliometrik çalışmaların dikey sıçrama üzerine etkilerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Adana, Türkiye (2008)
- Bartlett, R., The anatomy of human movement, Introduction to Sports Biomechanics, Analysing Human Movement Patterns, Routledge, New York, 258, 2008
- Basmajian, J.V., De Luca, C.J., Muscles Alive: Their Functions Revealed by Electromyography, Williams & Wilkins, 10, 1985
- Behnke, R.S., General Concepts of Anatomy, The Essentials of Human Anatomy, Human Kinetics, United States of America, 20, 2006
- Bobbert, M.F., Dependence of human squat jump performance on the series elastic compliance of the triceps surae: a simulation study, The Journal of Experimental Biology, 204 (3), 533-542 (2001)
- Bobbert, M.F., Huijing, P.A., Schenau, G.J.V.I., Drop jumping. I. The influence of jumping technique on the biomechanics of jumping, Medicine and Science in Sports and Exercise, 19 (4), 332-338 (1987)
- Bobbert, M.F., Knoek, A.J., Why do the people jump the way they do?, Exercise and Sport Science, 29 (3), 95-102 (2001)
- Carr, G., Mechanics of Selected Sport Skills, Mechanics of Sport, A Practitioner's Guide, Basic, M., Human Kinetics, United States of America, 168, 1997
- Castler, B.L., Bates, B.T., The assessment of mechanical and neuromuscular response strategies during landing, Medicine and Science in Sports and Exercise, 27(5) 736-744 (1995)
- Cheng, K.B., Wang, C.H., Chen, H.C., Wu, C.D., Chiu, H.T., The mechanisms that enable arm motion to enhance vertical jump performance- a simulation study, 41, 1847-1854 (2008)
- Chu, D.A., Jumping into Plyometrics, United States of America, Human Kinetics, 5, 1998

- Clarys, J. P., Cabri, J., Bollens, E., Sleenckx, R., Taeymans, J., Vermeiren, M., Muscular activity of different shooting distances, different release techniques, and different performance levels, with and without stabilizers, in target archery. *Journal of Sports Sciences*, 8, 235–257. (1990).
- Clemente, C.D., *Gluteal Region and Posterior Thigh, Anatomy: A Regional Atlas of the Human Body*, Lippincott Williams & Wilkins, United States of America, 383, 413, (2007)
- Coh, M., Peharec, S., Basic, Petar, Dynamic, kinematic end EMG parameters of skuat jump and drop jump, 5. International Scientific Conference on Kinesiology, *Kinesiology research trends and applications*, Milanovic, D., Prot, F., 5. International Scientific Conference on Kinesiology, 10-14 Eylül 2008, Zagreb, 229-234 (2008)
- Decker, M.J., Torry, M.R., Wyland, D.J., Sterett, W.I., Steadman, J.R., Gender differences in lower extremity kinematics, kinetics and energy absorption during landing, 18, 662-669 (2003)
- Elphinston, J., *Functional Assessment, Stability, sport and performance movement*, North Atlantic Books, 117 (2008)
- Enoka, R.M., *Describing Motion, Running, Jumping and Throwing, Neuromechanics of Human Movement*, Robertson, L.D., Human Kinetics, United States of America, 46,195 (2002)
- Gardiner, P.F., *Motoneurons and the muscle units they innervate, Neuromuscular Aspects of Physical Activity*, Bahrke, M.S., Human Kinetics, United States of America, 38 (2001)
- Granata KP, Padua DA, Abel MF. "Repeatability of surface EMG during gait in children". *Gait Post*, 22 (4), 346-350 (2005).
- Grimshaw, P., Lees, A., Fowler, N., Burden, A., *Kinematics of Motion, Sport and Exercise Biomechanics*, Routledge, 50, 2006
- Harman, E.A., Rosenstein, M.T., Frykman P.N., Rosenstain, R.M., The effects of arms and countermovement on vertical jumping, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22 (6), 825-833 (1990)
- Hasson, C.J., Dugan, E.L., Doyle, T.L.A., Humphries, B., Newton, R.U., Neuromechanical strategies employed to increase jump height during the initiation of the skuat jump, *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 14, 515-521 (2004)
- Herman, I.P., *Motion, Physics of the Human Body, biological and medical physics, biomedical engineering*, Greenbaum, E., Springer, United States of America, 133 (2008)
- Hershler C, Milner M. "An optimality criterion for processing electromyographic (EMG) signals relating to human locomotion". *IEEE Trans Biomed Eng*, 25 (5), 413-420 (1978)
- Holmes, O., *Proprioception, Human Neurophysiology: A Student Text*, Routledge, 105,1990

Horita, T., Komi P.V., Nicol, C., Kyro, H., Interaction between pre-landing activities and stiffness regulation of the knee joint musculoskeletal system in the drop jump: implications to performance, *European Journal of Applied Physiology*, 88, 76–84, (2002)

http-1 <http://www.volleybol.org.tr/sistem/index.php> (25.12.2008)

http-2 http://nmrc.bu.edu/tutorials/motor_units/index.html (25.12.2008)

http-3 http://www.delsys.com/Attachments_pdf/EMG_Decomposition_Presentation.pdf (25.12.2008)

http-4 <http://en.wikipedia.org/wiki/Depolarization> (25.12.2008)

http-5 <http://www.seniam.org/> (25.12.2008)

İnal, H.S., Spor Biyomekaniği, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 4-5, 2004

Kadaba MP, Wootten ME, Gainey J, Cochran GV. Repeatability of phasic muscle activity: performance of surface and intramuscular wire electrodes in gait analysis. *J Orthopaed Res*, 3(3), 350–359 (1985)

Kamibayashi, K., Muro, M., Modulation of pre-programmed muscle activation and stretch reflex to changes of contact surface and visual input during movement to absorb impact, *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 16, 432-439 (2006)

Kyröläinen, H., Komi, P.V., The function of neuromuscular system in maximal stretch-shortening cycle exercises: Comparison between power and endurance trained athletes, *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 5 (1), 15-25 (1995)

Kellis, E., Arabatzi, F., Papadopoulos, C., Muscle co-activation around the knee in drop jumping using the co-contraction index, *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 13 229-238 (2003)

Kreighbaum, E., Barthels, K.M., Introduction to Biomechanics Instrumentation, Biomechanics, Miller, R., Macmillian Publishing Company, New York, 690 (1990)

Kaya, Y., İnsan Anatomisi ve Kinesiyoloji, Marmara İletişim Basın Yayın Dağıtım Elektronik Turizm İnşaat Sanayi Tic. Ltd. Şti, İstanbul, 92-94, 97 (2003)

Latash, M.L., Motor units and electromyography, *Neurophysiological Basis of Movement*, Wright, J.R., Human Kinetics, United States of America, 43, 47-49 (1998)

Latash, M.L., What muscle parameters are controlled by the nervous system?, *Control of Human Movement*, Human Kinetics, Chicago, Illinois, 37-38, 1993

MacIntosh, B.R., Gardiner, P.F., McComas, A.J., Motor Units, Skeletal Muscle, Robertson, L.D., *Human Kinetics*, United States of America, 175 (2006)

- McCauley, G.O., Cormie, P., Cavill, M.J., Nuzzo, J.L., Urbiztondo, Z.G., McBride, J.M., Mechanical efficiency during repetitive vertical jumping, *European Journal of Applied Physiology*, 101, 115-123 (2007)
- McGinnis, P.M., *Biomechanics of Sport and Exercise*, Human Kinetics, New York, Cortland, 330 (1999)
- Mediana, J.M., McLeod, T.C.V., Howel, S.K., Kingma, J.J., Timing of Neuromuscular Activation of Quadriceps and Hamstrings Prior to Landing in High School Male Athletes, Female Athletes and Female Non Athletes, *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 18 (4) 591-597 (2008).
- Mellion, M.B., Putukian, M., Madden, C.C., *Strength Training in Young Athletes*, Sport Medicine Secrets, Elsevier Health Sciences 94, 2003
- Merletti, R., Parker, P., *Electromyography Physiology, Engineering and Noninvasive Applications*, A John Wiley&Sons, Inc., Publication, 2, 2004
- Müller, E., Ludescher, F., Zallinger, G., Are Australian athletes given scientific support, *Science in Elite Sport*, Taylor & Francis, 91,1999
- Nigg, B.M., Macintosh, B.R., Mester, J., Muscle Activation and Movement Control, *Biomechanics and Biology of Movement*, Human Kinetics, 385 (2000)
- Önder, H.U., Ankara birinci lig takımlarında oynayan bayan voleybolcuların bazı fiziksel ve fizyolojik parametrelerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye (2007)
- Pandy, M.G., Zajac, F.E., Optimal Muscular Coordination Strategies for Jumping, *Journal of Biomechanics*, 24 (1), 1- 10 (1991)
- Payton, C.J., Bartlett, R.M., *Biomechanical Evaluation of Movement in Sport and Exercise*, New York, Routledge, 77 (2008)
- Radcliffe, J.C., Farentinos, R.C., *The Science of Plyometrics*, High-powered Plyometrics, Human Kinetics, 4, 1999
- Rao C.R., Guha S.K., *Electromyography, Principles of Medical Electronics and Biomedical Instrumentation*, Hindistan, Orient Blackswan, 45, 54, 131 (2001)
- Reeser, J., Bahr, R., *The biomechanics of jumping, Volleyball*, Handbook of Sport Medicine and Science, Reeser, J., Bahr, R., United States of America, Blackwell Publishing, 18-23 (2003)
- Ruiter, C.J.D., Leeuwen, D.V., Heijblom, A., Bobbert, M.F., Fast Unilateral Isometric Knee Extension Torque Development and Bilateral Jump Height, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(10), 1843-1852 (2006)
- Russel, P.J., Croce, R.V., Swarts, E.E., Decoster, L.C., Knee-Muscle Activation during Landings: Developmental and Gender Comparisons, *Medicine and Sciences in Sport and Exercise*, 39(1), 159-169 (2007)
- Salcı, Y., Kentel, B.B., Heycan, C., Akın, S., Korkusuz, F., Comparison of landing maneuvers between male and female college volleyball players, *Clinical Biomechanics*, 19, 622-628 (2004)

- Schwartz, M.S., Andrasik, F., Instrumentation, A Primer of Biofeedback Instrumentation, New York, London, Biofeedback, Guilford Pres, 54,55 (2005)
- Solomon, E.P., Merkezi Sinir Sistemi, İnsan Anatomisi ve Fizyolojisine Giriş, İstanbul, Akademi Basın ve Yayıncılık, 92 (2008)
- Soylu, A.R., Assessment of Repeatability of Surface Electromyography Signals by Singular Value Decomposition, JEK., 18 (4), 690-694 (2008)
- Tillman, M.D., Criss, R.M., Brunt, D., Gregg, R.B., Jumping and landing techniques in elite women's volleyball, Journal of Sport Science and Medicine, 3, 30-36 (2004a)
- Tillman, M.D., Criss, R.M., Brunt, D., Hass, C.J., Landing constrains influence ground reaction forces and lower extremity EMG in female volleyball players, Journal of Applied Biomechanics, 20, 38-50, (2004b)
- Toumi, H., Poumarat, G., Best, T.M., Martin, A., Fairclough, J., Benjamin, M., Fatigue and muscle-tendon stiffness after stretch-shortening cycle and isometric exercise, Appl. Ohysiol. Nutr. Metab., 31, 565-572 (2006)
- Urabe, Y., Kobayashi, R., Sumida, S., Tanaka, K., Yoshida, N., Nishiwaki, G.A., Tsutsumi, E., Ochi, M., Electromyographic analysis of the knee during jump landing in male and female athletes, The Knee, 12, 129-134 (2005)
- Viitasalo, J.T., Salo, A., Lahtinen, J., Neuromuscular functioning of athletes and non-athletes in the drop jump, European Journal of Applied Physiology, 78, 432-440 (1998)
- Watkins, J., Linear motion, An Introduction to Biomechanics of Sport and Exercise, Elsevier, China, 71 (2007)
- Watkins, J., Structure and Function of the Musculoskeletal System, Human Kinetics, 249- 250, 1999
- Whiting, W.C., Rugg, S., Fundamentals of Running, Jumping, Throwing, Kicking and Lifting, Dynatomy Dynamic Human Anatomy, Robertson, L.D., Human Kinetics, United States of America, 166-167 (2006)
- Wilmore, J.H., Costill, D.L., Kenney, W.L., Exercising Muscle, Physiology of Sport and Exercise, Human Kinetics, United States of America, 31, 2008
- Zatsiorsky, V.M., External Contact Forces, Kinetics of Human Motion, Robertson, L.D., Human Kinetics, United States of America, 63-64 (2002)
- Zatsiorsky, V.M., Kinematic geometry of human motion: Body position and displacement, Kinematics of Human Motion, Human Kinetics, United States of America, 3 (1998)