

**T.C.
ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FUTBOLCULAR ÜZERİNDE UYGULANAN İKİ FARKLI GERME
TEKNİĞİNİN DİKEY SIÇRAMA PERFORMANSI VE EMG DEĞERLERİ
ÜZERİNE AKUT ETKİLERİ**

Kutlu AYDIN

**Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetmeliğinin
Antrenörlük Eğitimi Programı İçin Öngördüğü
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak hazırlanmıştır**

TEZ DANIŞMANI

Yrd. DOÇ.DR. Bekir YÜKTAŞIR

BOLU

2008

Sağlık Bilimleri Enstitüsü M¼d¼rl¼ę¼ne,

Bu alışma j¼rimiz tarafından Antren¼rl¼k Eğitimi Programında Y¼ksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Yrd. Doç. DR. Bekir Y¼KTAřIR
(AİB¼)


(imza)

¼ye

Doç. Dr. Nebil YILDIZ
(AİB¼)


(imza)

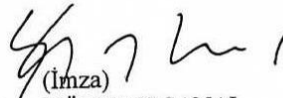
¼ye

Yrd. Doç. Dr. Ümid KARLI
(AİB¼)


(imza)

ONAY:

Bu tez, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Y¼netim Kurulu'nca belirlenen yukarıdaki j¼ri ¼yeleri tarafından uygun g¼r¼lm¼ř ve Y¼netim Kurulu'nun kararıyla kabul edilmiştir.


(imza)

Doç. Dr. Serap K¼YBAřI şANAL
Enstit¼ M¼d¼r¼

MERHUM BABAM BEKİR AYDIN'A

VE

SEVGİLİ AİLEME

TEŞEKKÜR

Tezimin hazırlanması sırasında katkılarından, bana gösterdiği sabır ve anlayıştan dolayı danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Bekir YÜKTAŞIR' a içtenlikle teşekkür ederim. Tez savunmamın jüri üyeliğini kabul ederek, gerektiğinde bana dönütler veren Sayın Yrd. Doç. Dr. Ümid KARLI' ya ve araştırma boyunca her konuda yardımcı olan Sayın Doç. Dr. Nebil YILDIZ'a teşekkür ederim. Ayrıca desteğini esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. Hasan Birol YALÇIN'a, tezimin her aşamasında yanımda olan sevgili dostum Araş. Gör. Kerim SÖZBİR'e, ölçümler sırasında yardımını esirgemeyen Uzm. Fizyoterapist Nuriye ÖZENGİN'E ve araştırmama gönüllü olarak katılan A.İ.B.Ü Futbol erkek takımında bulunan öğrencilere teşekkür ederim.

Kutlu AYDIN

ÖZET

FUTBOLCULAR ÜZERİNDE UYGULANAN İKİ FARKLI GERME
TEKNİĞİNİN DİKEY SİÇRAMA PERFORMANSI VE EMG DEĞERLERİ
ÜZERİNE AKUT ETKİLERİ

AYDIN, Kutlu

Yüksek Lisans, Antrenörlük Eğitimi

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Bekir YÜKTAŞIR

Ağustos-2008, 119 sayfa

Bu çalışmanın amacı; Futbolcular Üzerinde Uygulanan İki Farklı Germe Tekniğinin Dikey Sıçrama Performansı ve EMG Değerleri Üzerine Akut Etkilerini incelemektir. Bu amaçla, yaş ortalaması 23.26 ± 1.76 yıl, boy ortalaması 174.33 ± 5.65 cm, vücut ağırlıkları 69.50 ± 7.06 kg'dır 21 sağlıklı futbolcu araştırmaya gönüllü olarak katılmıştır. Denekler yansız olarak üç gruba ayrılmıştır. (PNF grubu $n=7$, statik germe grubu $n=7$, kontrol grubu $n=7$).

Bütün denekler 5 dakikalık jogging ile ısınma yapmıştır. Daha sonra her iki germe grubuna Gastrocnemius, gluteus maximus, hamstring ve quadriceps kas gruplarına yönelik 4 tekrarlı 30 saniyelik kas-gevşet PNF germe ve statik germe egzersizi her iki alt ekstremiteye uygulanmıştır. Kontrol grubu herhangi bir aktiviteye katılmamıştır. Germe egzersizlerinden önce ve hemen sonra dikey sıçrama ölçümleri ile aynı anda EMG (Root Mean Square) ölçümleri de alınmıştır.

Dikey sıçrama performansı Counter Movement Jump test prosedürü kullanılarak dikey sıçrama mesafesi belirlendikten sonra gerekli formüle konularak maksimal anaerobik güçleri hesaplanarak değerlendirilmiştir. Root mean square değerleri ise yüzeysel elektrot yöntemi ile EMG kullanılarak vastus lateralis ve vastus medialis kaslarından kaydedilmiştir.

Çalışma gruplarının öntest - sontest değerlerinin karşılaştırılmasında Wilcoxon Eşleştirilmiş iki örnek testi kullanılmıştır. Üç grup arasındaki istatistiksel karşılaştırmalar, Kruskal-Wallis test prosedürüne göre bağımlı değişkenlerin (dikey sıçrama performansı ve EMG root mean square) ortalama değerleri alınarak yapılmış, ayrıca farkların hangi gruplar arasında olduğunu belirlenmesi için Mann-Whitney U testi kullanılmıştır.

Kruskal-Wallis test sonuçlarına dikey sıçrama performansında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur ($p<0.05$). Her iki deney grubu ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark varken ($p<0.05$) ; deney grupları arasında anlamlı farklar bulunmamıştır ($p>0.05$).

Yapılan çalışmanın sonunda her iki deney grubunun da dikey sıçrama (maksimal anaerobik güç) değerleri istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde düşmüştür. Benzer şekilde vastus lateralis ve vastus medialis kaslarına ait root mean square değerlerinde de düşüş gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Counter movement jump, PNF germe, Statik germe, EMG, root mean square.

ACUTE EFFECTS OF TWO DIFFERENT STRETCHING TECHNIQUES ON SOCCER PLAYERS VERTICAL JUMP PERFORMANCE AND EMG VALUES

The purpose of this study was to examine the acute effects of two different stretching techniques on soccer players vertical jump performance (maximal anaerobik force), and EMG (root mean square) values. Twenty-one soccer players volunteered, their ranging mean age was 23.26 ± 1.76 years. The subjects were randomly assigned to three groups (Contract-Relax PNF group $n=7$, static stretch group $n=7$, control group $n=7$).

All participants performed 5 minutes jogging as a warm-up routine. Then gastrocnemius, gluteus maximus, hamstring and quadriceps muscles in both legs were stretched by contract-relax PNF stretching and static stretching for 4 times with 30 seconds. The conrol group did not do anything at this time.

Vertical jump and EMG root mean square values were measured before and after the stretching. Counter movement jump test protocol was used to determine the vertical jump height. EMG (root mean square) values were recorded from vastus medialis and vastus lateralis muscles by surface electromyography method.

The three groups pre-posttest values were compared by utilizing Wilcoxon Signed Rank Test. The mean value differences between the three groups were determined by Kruskal-Wallis statistics, for this statistics the dependent variables were vertical jump performance (maximal anaerobic force) and EMG (root mean square). Moreover, the Mann-Whitney U test follow-up procedure was used to determined group mean differences.

As a result of the study it was found out that for both experimental group's the vertical jump performance (maximal anaerobik force) mean values dropped statistically significantly ($p < 0.05$). Kruskal- Wallis test results indicated that the differences among groups on jump performance were statistically different ($p < 0.05$). The post-hoc results revealed that there was only statistical differences among the

experimental groups when compared with the control group, no significant differences were observed between the experimental groups mean values.

In conclusion, this study showed that applied static and PNF stretching exercises decreased maximal anaerobic force values. Similarly vastus medialis and vastus lateralis root mean square values decreased.

Key Words: Counter movement jump, PNF stretching, Static stretching, , EMG, root mean square.

İÇİNDEKİLER

İTHAF.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
TABLolar.....	xiv
ŞEKİLLER.....	xv
KISALTMALAR.....	xvi

BÖLÜM I

GİRİŞ.....	1
1.1. Problem.....	5
1.2. Alt Problem.....	5
1.3. Çalışmanın Amacı.....	6
1.4. Çalışmanın Önemi.....	6
1.5. Araştırmanın Varsayımları.....	6
1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	7
1.7. Tanımlar.....	7

BÖLÜM II

KURAMSAL TEMELLER VE İLGİLİ LİTERATÜR.....	9
2.1. ESNEKLİK.....	9
2.1.1. Esneklik Türleri.....	9
2.1.1.1. Dinamikesneklik:.....	9
2.1.1.2. Statik-aktif esneklik:	10
2.1.1.3. Statik-pasif esneklik:.....	10
2.1.2. Esnekliği Sınırlayan Faktörler	10

2.2. GERME.....	11
2. 3. KAS FİZYOLOJİSİ.....	11
2.3.1. Kas İskelet Sistemi.....	11
2.3.2. Kas Kasılması.....	12
2.3.3. Kasılma Tipleri.....	13
2.3.3.1. İzometrik Kasılma	13
2.3.3.2. İzotonik (Konsentrik) Kasılma.....	13
2.3.3.3. Eksentrik Kasılma.....	13
2.3.3.4. İzokinetik Kasılma.....	14
2.3.4. Kasın Duyu Organları.....	14
2.3.4.1. Kas İğciği.....	15
2.3.4.2. Golgi Tendon Organı	16
2.3.4.3. Eklem Reseptörleri.....	16
2.4. GERMENİN FİZYOLOJİSİ.....	17
2.4.1. Gerilme Refleksi (Stretch Reflex).....	17
2.4.2. Otojenik İnhibasyon (Uzatma Reaksiyonu).....	18
2.5. GERMENİN MEKANİZMASI.....	18
2.5.1. Biyomekanik Mekanizma.....	18
2.5.2. Nörolojik Mekanizma.....	19
2.6. GERME TEKNİKLERİ	21
2.6.1. Yavaş Statik Germe.....	22
2.6.2. Balistik germe.....	22
2.6.3. PNF Germe.....	23
2.7. GERME İLE İLGİLİ SÜRELER VE TEKRAR SAYILARI.....	26
2.8. GERMENİN KRONİK ETKİLERİ.....	26
2.9. GERMENİN AKUT ETKİLERİ.....	27
2.10. GERME EGZERSİZLERİNİN PERFORMANSA ETKİSİ.....	28
2.11. ELEKTROMİYOGRAFİ (EMG).....	28

2.12. KAS LİFİNİN VE MOTOR ÜNİTELERİN ELEKTROFİZYOLOJİSİ.....	29
2.13. TEK SİNİR LİFİNDE EKSTASYON VE AKSİYON POTANSİYELİ.....	30
2.14. MOTOR ÜNİTE AKSİYON POTANSİYELİ	33
2.15. YÜZEYSEL ELEKTROMİYOGRAFİ.....	33
2.15.1.Yüzeysel EMG Sinyallerinin Kayıt Tekniği.....	34
2.15.2. Elektromiyografik Sinyallerin Verdiği Bilgiler.....	35
2.15.2.1. Elektromiyografik Sinyallerin Zaman ile İlişkisi....	35
2.15.2.2. Elektromiyografik Sinyallerin Kuvvet ile İlişkisi.....	35
2.15.2.3. Elektromiyografik Sinyallerin yorgunluk ile İlişkisi.....	36
2.15.3. Elektromiyografide Power Spectrum Analizi.....	38
2.16. ROOT MEAN SQUARE.....	38
LİTERATÜR.....	40
 BÖLÜM III	
YÖNTEM.....	52
3.1. Araştırma Modeli.....	52
3.2. Araştırma Grubu.....	53
3.3. Veri Toplama Araçları ve Verilerin Toplanması.....	53
3.3.1. Boy ve Vücut Ağırlığı Ölçümü.....	54
3.3.2. Dikey Sıçrama Ölçümü.....	54
3.3.3. Root Mean Square Değerlerinin Ölçümü.....	55
3.4. Antrenman Protokolleri.....	56
3.4.1 Germe Egzersizlerin Uygulanması.....	56
3.4.1.1. Kas-Gevşet PNF Germe Tekniğinin Uygulanışı.....	56
3.4.1.1.1. Gastrocnemius Kası.....	57
3.4.1.1.2. Gluteus Maximus Kası.....	58
3.4.1.1.3. Hamstring Kas Grubu.....	59

3.4.1.1.4 Quadriceps Kas Grubu.....	60
3.4.1.2. Statik Germe Tekniğinin Uygulanışı.....	60
3.4.1.2.1. Gastrocnemius Kası.....	61
3.4.1.2.2. Gluteus Maximus Kası.....	61
3.4.1.2.3 Hamstring Kas Grubu.....	61
3.4.1.2.4. Quadriceps Kas Grubu.....	62
3.5. Veri Analizi.....	62
 BÖLÜM IV	
4. BULGULAR.....	63
 BÖLÜM V	
5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLERİ.....	85
5.1. Statik Germe egzersizlerinin dikey sıçrama performansı (maksimal anaerobik güç) üzerindeki akut etkileri:.....	85
5.2. Statik Germe egzersizlerinin EMG (Root Mean Square) Değerleri üzerindeki akut etkileri.....	91
5.3. Kas-gevşet PNF Germe egzersizlerinin dikey sıçrama performansı (maksimal anaerobik güç) üzerindeki akut etkileri.....	94
5.4. Kas-gevşet PNF Germe egzersizlerinin EMG (Root Mean Square) Değerleri üzerindeki akut etkileri.....	96
5.5. Sonuçlar.....	99
5.6. Öneriler.....	100
5.6.1. Antrenör ve Topluma Yönelik Öneriler.....	100
5.6.2. Araştırmacılara Yönelik Öneriler.....	100
6. KAYNAKÇALAR.....	101
7. EKLER.....	112

TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 2.1. EMG'nin sinyal içeriğini etkileyen faktörler.....	38
Tablo 4.1. Deneklerin fiziksel özellikleri (yaş,boy,ağırlık).....	64
Tablo 4.2. Deneklerin ön-test anaerobik güç ve RMS değerleri.....	68
Tablo 4.3. Deneklerin son-test anaerobik güç ve RMS değerleri.....	72
Tablo 4.4. Grupların ön-test değerlerinin karşılaştırılması	76
Tablo 4.5. Grupların maksimal anaerobik güç ön-test son-test değerlerinin karşılaştırılması.....	77
Tablo 4.6. Grupların VM kasına ait RMS ön-test son-test değerlerinin karşılaştırılması.....	79
Tablo 4.7. Grupların VL kasına ait RMS ön-test son-test değerlerinin karşılaştırılması.....	81
Tablo 4.8. Grupların son test ve ön-test farklarının karşılaştırılması.....	83
Tablo 4.9. Grupların maksimal anaerobik güç son test ve ön-test farklarının karşılaştırılması.....	84

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 4.1. Grupların Yaş Ortalamaları ve standart sapmaları.....	65
Şekil 4.2. Grupların Vücut Ağırlık Ortalamaları ve standart sapmaları	66
Şekil 4.3. Grupların Boy Ortalamaları ve standart sapmaları.....	67
Şekil 4.4. Grupların ön-test maksimal anaerobik güç ortalamaları ve standart sapmaları.....	69
Şekil 4.5. Grupların ön-test VM kasına ait RMS ortalamaları ve standart sapmaları.....	70
Şekil 4.6. Grupların ön-test VL kasına ait RMS ortalamaları ve standart sapmaları.....	71
Şekil 4.7. Grupların son-test maksimal anaerobik güç ortalamaları ve standart sapmaları.....	73
Şekil 4.8. Grupların son-test VM kasına ait RMS ortalamaları ve standart sapmaları.....	74
Şekil 4.9. Grupların son-test VL kasına ait RMS ortalamaları ve standart sapmaları.....	75
Şekil 4.10. Grupların ön-test son-test maksimal anaerobik güç farkları	78
Şekil 4.11. Grupların ön-test son-test VM kasına ait RMS değerleri.....	80
Şekil 4.12. Grupların ön-test son-test VL kasına ait RMS değerleri.....	82
Şekil 4.13. Grupların maksimal anaerobik güç son-test ön-test farkları skorları....	85

KISALTMALAR

EMG	: Electromyografi
IEMG	: Integrated Electromyografi
ACSM	: American College of Sports Medicine
Sn	: Saniye
Cm	: Santimetre
GTO	: Golgi Tendon Organı
Kg	: Kilogram
RMS	: Root Mean Square
PNF	: Proprioceptive Neuromuscular Facilitation
Dk	: Dakika
Hz	: Hertz
SS	: Skuat Sıçrama
AS	: Aktif Sıçrama
DS	: Derinlik Sıçraması
MT	: Maksimum Tekrar
ROM	: Hareket Açıklığı
ms	: Milisaniye
r	: Pearson Korelasyonu
VM	: Vastus Lateralis
VL	: Vastus Medialis
ENMG	: Elektronöromyografi
mV	: milivolt
msn	: milisaniye
PSA	: Power Spectrum Analiz
MÜAP	: Motor Ünite Aksiyon Potansiyeli
ACR-PNF	: Agonist kas-gevşet PNF
CR-PNF	: Kas-gevşet PNF
SG	: Statik germe

BÖLÜM I

GİRİŞ

Günümüzde sporun önemi giderek artmaya devam etmektedir. Yaşam şartları insanları fiziksel olarak kötüye götürmekte ve insanların spora olan ihtiyaçları artmaktadır. Spor sağlıklı yaşam için gerekli olan temel öğelerden biridir. İnsanlar daha sağlıklı ve daha kaliteli yaşamak için düzenli olarak spor yapmalıdırlar. İşin sağlık boyutunun yanında performans boyutu da vardır. Bazı insanlar sporu sağlık için yaparken bazıları da performans göstererek hem maddi hem de manevi kazançlar elde etmeyi amaçlamışlardır. Elit sporcular bu ikinci kısma yani performans gösterip kazanç elde edenler sınıfına girerler. Elit sporda amaç sınırları mümkün olduğunca zorlayarak performansı arttırmak ve bu artan performansı yarışmalarda ortaya koyarak başarı kazanmaktır. Antrenman bilimlerindeki yeni gelişmeler ve teknolojinin spor ürünlerinde kullanılması da buna olanak sağlamaktadır. Antrenörler ve sporcular performansı arttırmaya çalışırken aynı zamanda da var olan potansiyeli de korumaya çalışırlar. Kısaca hedef performansı hem korumak hem de arttırmaya çalışmaktır. Performansı etkileyen çeşitli etkenler vardır. Kuvvet, sürat, çabukluk, esneklik ve koordinasyon gibi biyomotor yetenekler performansı doğrudan etkiler. Ortaya çıkarılan performansın sonundaki kazanımlar göz önüne alındığında futbol diğer branşlara oranla önemli bir kazanç kapısıdır.

Futbol, dünyanın en popüler sporlarından biridir. Futbol kendini oluşturan teknik-taktik, kondisyon gibi elementlerle ruhsal ve eğitsel yönden sağlıklı, dengeli bireylerin oluşmasında etkili bir spor çeşididir ve aynı zamanda bir eğitim aracıdır (Ferrah, 1992). Futbol oyunu, oyuncunun teknik, taktik, özelliklerinin yanı sıra antropometrik ve fizyolojik uygunluğuyla direk ilişkilidir. (Can 2002). Futbolda fiziksel uygunluğu meydana getiren faktörleri şöyle sıralayabiliriz; aerobik kapasite, anaerobik güç kuvvet, sürat, esneklik, çeviklik, denge ve koordinasyon. Fiziksel uygunluğu yeterli olmayan sporcularda erken ortaya çıkan yorgunluk nöromusküler koordinasyonu bozarak teknik kapasiteyi düşürmekte bu da arzulanan taktiğin uygulanmasını güçleştirmektedir (Temoçin ve ark., 2004).

Futbol oyunu esnasında oyuncular birbirinden farklı yaklaşık 1000 hareketi mümkün olduğu süratte yapma durumundadır (Baylan,1996). Bu hareketlerin uygulanmasında kuvvetin, esnekliğin, anaerobik-aerobik gücün ve çabukluğun önemi büyüktür (Csanadi,1973; Kartal ve Günay, 1995). Futbolda özellikle performans ve kuvvet, boy uzunluğu, vücut ağırlığı, esneklik düzeyleriyle yakından ilişkilidir (Günay ve ark.,1994). Futbolda süratli olmak kadar, dayanıklı olmak da önemlidir. Çünkü futbol oyunu uzun süreli yüksek tempoda oynanmaktadır. Oyuncuların bu duruma uyum sağlayabilmeleri için bilimsel temellere dayalı antrenmanlar ile kuvvet, dayanıklılık, sürat, koordinasyon ve esneklik geliştirilirken vücut kompozisyonu da mükemmel hale getirilmeye çalışılır.

Esneklik, performansı doğrudan etkileyen bir faktör olarak kabul edilmiştir. Çünkü bu özellik kuvvet, sürat, koordinasyon, çabukluk gibi önemli unsurlarla iç içedir ve onları büyük ölçüde etkiler. Esneklik tekli veya çoklu katılımlarda hareket mekanizması ya da hareket genişliğini tanımlayan genel bir terimdir (Zakas ve ark., 2006). Esneklik, bir veya birden fazla eklemün mümkün olabilen sınırlara uzanan hareket genişliğidir (Hoffman, 2002; Cornwell ve ark., 2002; Donatelle, 2006) . Bu genişlik ne kadar çok ise esneklik o oranda büyüktür (Afyon ve ark 1999). Hareketleri büyük bir genlikte uygulama yetisi esneklik, çoğu zaman hareketlilik olarak da tanımlanmaktadır. Esneklik antrenmanda büyük öneme sahiptir. Bir kimsenin becerileri büyük açılarda ve kolay olarak gerçekleştirmesinde önde gelen temel gerekliliktir(Bompaa, 2000). Esneklikte bireysel farklılıklar, kasın esnekliği ve eklemi çevreleyen bağları etkileyen fiziksel özelliklere bağlıdır. Kuvvet gibi esneklik de, kişinin günlük işlerini verimli ve etkili yapabilmesinde önemli rol oynar. (Tamer 2000). Esneklik fiziksel uygunluğun önemli bir bileşenidir. Esnekliğin azalması koordine edilemeyen ve beklenmeyen hareketlere yol açabilir ve bu da kas incinmelerine, spor yaralanmalarına zemin hazırlarken aynı zamanda performansı da olumsuz etkiler (Koz ve Ersöz 2004). Futbolda pek çok teknik hareketleri gerçekleştirmede esneklik önemli avantajlar sağlamaktadır. Sürat, kuvvet ve esneklik özellikleri futbolun gereklerini yerine getirmede önemli bir role sahiptirler (Kuvvetli ve Müniroğlu, 1998:27).

Esnekliği ya da hareket genişliğini artıran değişik germe teknikleri mevcuttur. En çok kullanılan germe teknikleri; statik, balistik ve PNF (proprioceptive

neuromuscular facilitation)'dir. Germe tekniklerinin üçü de hareket genişliğini arttırmaktadır (Donatelle, 2006; Ioannis ve ark., 2005; Nelson, 2004; Spennoga, 2001; Heyward, 2002; Hoffman, 2002). Ancak yapılan araştırmalar hangi tekniğin kesin olarak daha faydalı olduğunu göstermemektedir. Bu üç germe egzersizlerinden balistik germe tekniği literatüre göre germe egzersizleri arasında çok seyrek olarak kullanılmıştır. Bununla birlikte kas geriminin hızlıca artması üzerine miyotatik reflekste artar ve bu kas incinmesine yada doku zedelenmesine neden olduğundan dolayı (Ioannis ve ark., 2005) germe egzersizlerinde en çok statik ve PNF germe teknikleri önerilir (Donatelle, 2006; Alters ve Schiff, 2003; Hoffman, 2002; Nelson, 2004).

Laboratuvar testlerinden bir tanesi olan elektromyografi (EMG) kasların kasılmasını sağlayan elektriksel aktivitenin izlendiği ve yorumlandığı bir kas incelemesidir. EMG incelemesi denildiğinde kas incelemesi anlamının yanı sıra sinir incelemeleri ve kas incelemelerini içeren testler bütünü anlamına gelmektedir. Elektronöromyografi olarak da adlandırılır (ENMG). Sinir iletimleri incelemesi çok düşük voltajlı elektriksel uyarımlarla yapılarak temelde sinir üzerinde elektrik yayılım hızını ölçme işlemidir. Böylece hareket ve duyu sinirlerinin işlevlerini yapıp yapmadığı herhangi bir vücut bölümünde fonksiyonlarında kayıp olup olmadığı anlaşılır (Ertekin, 2006).

Yüzeysel elektromiyografi (surface electromyography-sEMG) nörofizyoloji, kinesiyojji ve biyomekanik alanlarında kullanılan çok önemli bir araçtır. Biyomekanik ve kinesiyojji alanlarında sEMG sıklıkla sinyallerin amplitudlerinden faydalanarak hareket, kuvvet ve kas aktivasyonlarını tahmin etmek için kullanılır. Nörofizyolojide ise sEMG sıklıkla kas dokusunun anatomik özelliklerini, kasların uyarılma alanlarını veya fibril uzunluğunu, tek bir motor unite aksiyon potansiyelinin iletim hızı gibi nörolojik özelliklerini analiz etmek için kullanılır (Staudenmann ve ark., 2005; Olliver ve ark., 2005; Rahnama ve ark., 2005; Davranche ve ark., 2005; Lloyd ve Besier, 2003; Potvin ve ark., 1996).

EMG ile elde edilen veriler genel olarak 3 kategoriye ayrılarak bizlere bu kategoriler hakkında bilgi verirler. EMG genel olarak; Anatomi ile ilişkili hareketler ve EMG'nin zamana ait görünüşü arasındaki ilişki, kas yorgunluğu ile EMG

arasındaki ilişki ve son olarak da kuvvet üretimi ile EMG arasındaki ilişki hakkında bize bilgi verir (Soderberg, 1992; Rahnama ve ark., 2005; Toumi ve ark., 2004).

Root mean square değerleri ise; kaç tane motor ünite uyarıldığına, motor ünite uyarılma hızına, motor ünite alanına, süresine ve elektriksel uyarıların ilerleme hızına, elektrotların konma yerine ve ölçüm aletinin özelliklerine bağlı olarak, kasların kuvvet üretme özelliği hakkında bilgi veren EMG ölçüm metotlarından bir tanesidir. Kuvvet ve RMS değerleri arasında doğrusal bir ilişki vardır (Kellis ve ark., 2003; Soderberg, 1992). Kasların kuvvet üretimi arttıkça RMS değerleri de artmaktadır (Soderberg, 1992).

Spor bilimlerindeki yeni çalışmalar ve teknolojiye hızlı gelişmelerle birlikte araştırmacılar ve antrenörler sporcuların fiziksel performanslarını arttırmak için bu çalışmalardan ve teknolojiden üst düzeyde faydalanmaya çalışmaktadırlar.

Esnekliği artırmak için verilen germe egzersizleri birçok sporcunun hem antrenman programlarında hem de ısınma aktivitelerinde düzenli olarak yer almaktadır. Aktiviteler öncesi temel bileşen olarak germe egzersizlerinin yaygın olarak kullanılması ve kabulüne rağmen, iddia edilen yararları ki bunlar performans üzerine ve yaralanmalarının önlenmesi üzerine olan yararlarıdır, birçok araştırmada tartışma konusu olmuştur. Son araştırmalar, akut germenin maksimal performans üzerine olumsuz etkisi olduğunu rapor etmişlerdir (Nelson ve ark. 2002). Aktivite öncesi yapılan germenin maksimal kuvvet, vertikal sıçrama performansı ve koşma hızı üzerine inhibitör etkiye sahip olduğu savunulmaktadır.

Yapılan bu çalışmanın temel amacı; uygulanan germe tekniklerinin diz ekstansör kaslarının (vastus lateralis ve vastus medialis) kuvvet düzeyleri üzerindeki etkilerini dikey sıçrama testi sonuçları ve laboratuvar testlerinden olan EMG (root mean square) değerlerini ile belirlemektir. Belirlenen sonuçlar göz önünde bulundurarak sportif müsabakalardan önce sıklıkla kullanılan germe egzersizlerinin performans üzerine olan etkilerini incelemek ve hangi germe türünün performansı olumlu veya olumsuz yönde nasıl etkilediğini tespit ederek, uygun germe yöntemini belirlemek ve sporcuların germe egzersizleri hakkındaki bilgilerini gözden geçirmelerini sağlamaktır.

1.1. Problem

Bu araştırmanın problemini; “Futbolcular üzerinde uygulanan iki farklı germe tekniğinin dikey sıçrama performansı ve EMG değerleri üzerine akut etkileri var mıdır?” sorusu oluşturmaktadır.

1.2.Alt Problemler

1.2.1. 30 saniye süreyle ve dört tekrarlı uygulanan statik germe egzersizinin;

1. Dikey sıçrama performansı üzerinde akut etkisi var mıdır?
2. *Vastus lateralis* kasına ait *root mean square* değerleri üzerinde akut etkisi var mıdır?
3. *Vastus medialis* kasına ait *root mean square* değerleri üzerinde akut etkisi var mıdır?

1.2.2. 30 saniye süreyle ve dört tekrarlı uygulanan kas-gevşet PNF germe egzersizinin;

1. Dikey sıçrama performansı üzerinde akut etkisi var mıdır?
2. *Vastus lateralis* kasına ait *root mean square* değerleri üzerinde akut etkisi var mıdır?
3. *Vastus medialis* kasına ait *root mean square* değerleri üzerinde akut etkisi var mıdır?

1.2.3. Kas-gevşet PNF germe, Statik germe ve kontrol grubu arasında;

1. Dikey sıçrama performansı açısından fark var mıdır?
2. *Vastus lateralis* kasına ait *root mean square* değerleri açısından fark var mıdır?
3. *Vastus medialis* kasına ait *root mean square* değerleri açısından fark var mıdır?

1.3. Çalışmanın Amacı:

Bu çalışmada, *gluteus maximus*, *hamstring*, *quadriceps* ve *gastrocnemius* kas gruplarına 30 saniye süreyle ve dört tekrarlı olarak uygulanan kas-gevşet PNF germe ve statik germe tekniklerinden oluşan iki farklı germe egzersizinin dikey sıçrama performansı ile *EMG* değerleri üzerindeki akut etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

1.4. Çalışmanın Önemi:

Literatürde germe egzersizlerin *EMG* değerleri ve dikey sıçrama performansı üzerindeki akut etkilerinin incelendiği çalışma sayısı pek fazla değildir. Daha önce yapılan çalışmalarda da araştırmacılar ortak bir görüşte birleşememişlerdir. Bazı araştırmacılar akut esnekliğin etkilerinin olumlu yönde olduğunu savunurken(Aydoğ ve ark., 2001; Knudson ve ark., 2001; Biçer ve ark., 2005; Unick ve ark.,2005), diğer araştırmacılar da olumsuz yönde olduğunu savunmuşlardır(Marek ve ark., 2005; Faigenbaum ve ark., 2006; Vetter, 2007; Bradley ve ark.,2007). Yapılan bu çalışma da literatüre yeni katkılarda bulunacaktır. Bu sayede antrenörler ve sporcuları antrenmanlarını planlarken germe egzersizlerine ne kadar önem verilmesi gerektiğini göz önünde bulunduracaklardır.

“Futbolcular üzerinde uygulanan iki farklı germe tekniğinin dikey sıçrama performansı ve *EMG* değerleri üzerine akut etkileri” adlı çalışmanın bu alana yararlı olacağı düşünülmektedir.

1.5 Araştırmanın Varsayımları:

1. Araştırmaya katılan deneklerin testten bir önceki gün ve test gününde yorucu bir egzersiz yapmadıkları varsayılmıştır.
2. Sporcuların maksimum performans göstermeleri için motive edileceğinden ve germe egzersizleri yardımcı yapılacağından (germelerde ağrı sınırına ulaşılabilecektir), çalışmaya katılan deneklerin uygulanacak germe egzersizleri için istemli ve bu egzersizler sırasında üst düzeyde performans sergileyecekleri varsayılmıştır.

3. Araştırmada kontrol altına alamadığımız, fiziksel ve fizyolojik parametrelere ve *root mean square* değerleri üzerinde etkisi olan değişkenlerin, örneklemede bulunan her bireyi aynı şekilde etkilediği varsayılmaktadır.

1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları

1. Araştırmaya katılan denekler, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi futbol erkek takımı ile sınırlıdır.
2. Germe uygulamaları 30sn süre ve 4 tekrardan oluşan tek set ile sınırlıdır.
3. Germe egzersizleri her iki alt ekstremitenin gluteus maximus, quadriceps, hamstring ve gastrocnemius kas grupları ile sınırlıdır.
4. Germe egzersizleri 4 tekrarlı 30sn'lik uygulamalarla sınırlıdır
5. Bu çalışma Nicolet Viking Select 4 kanallı EMG-EP cihazıyla dominant bacağın vastus lateralis ve vastus medialis kasından alınan *root mean square* değerleri ölçümüyle sınırlıdır.

1.7. Tanımlar

Kas-gevşet PNF germe: Bir kas grubunun pasif olarak ağırlı eşliğine kadar gerdirilip, sonra gerilmiş pozisyonda iken dirence karşı konsantrik olarak kasılması ve daha sonra hareket genişliğinin sınırına ulaşıncaya kadar tekrar pasif olarak gerdirilmesidir (Holcomb, 2000; Alter, 2004; Olivo ve ark. , 2005; Bieze ve ark. , 2006; Abbelaneda ve ark., 2007; Mitchell, 2007).

Statik germe: Bir kas ya da kas grubunun ağırlı sınırına kadar gerdirilmesi ve kasın bu pozisyonda belli bir süre tutulmasıdır (Feland, 2001; Hoffman, 2002; Power, 2004; Bradley, 2007).

Dikey sıçrama performansı: Atlama ve sıçrama hareketlerini içeren aktivitelerde alt ekstremitenin sergilediği patlayıcı kuvvet yeteneğidir (Bompa, 2001).

Elektromyografi (EMG) :Kas içine veya yüzeyine elektrot yerleştirilerek aksiyon potansiyellerinin oluşmasına bağlı olarak zar potansiyelinde ortaya çıkan elektriksel değişikliklerin yazdırılma işlemidir (Enoka, 1988).

Root Mean Square (RMS): Root mean square (RMS) değerini belirlemek için bir balistik galvonometre, güçlü bir voltmetre ya da bir bilgisayar kullanılır. Power spectrum analizi kullanılarak ta ölçülebilir. Myoelektrik uyarıların gerçek RMS değeri uyarılardaki elektriksel gücü ler. RMS kaç motor ünite uyarıldığına, motor uyarılma hızına, motor ünite alanına, süresine ve elektriksel uyarıların ilerleme hızına, elektrotların konma yerine ve ölçüm aletinin özelliklerine bağlıdır. Zaman içerisinde akımların ortalama değerini verir ve bu nedenle linear envelope'a benzer. Pozitif veya zaman göstergesi ile kombinasyon içinde, elektriksel uyarıların g çıkışının anlık ölçümlerini verir (Soderberg, 1992).

BÖLÜM II

KURAMSAL TEMELLER VE İLGİLİ LİTERATÜR

Bu bölümde esneklik, germe egzersizleri ve EMG ile ilgili genel bilgilere yer verilmiştir.

2.1. ESNEKLİK

Fiziksel uygunluğun önemli bir bileşeni olan esneklik eklem ya da eklemlerin hareket genişliği olarak tanımlanabilir. (Pollock, 1998; Williams ve Wilkins, 2000; Marek ve ark. , 2005; Ergun, 2006; Bieze ve ark. , 2006;). Esneklik egzersiz öncesi ısınmanın bir parçasıdır (Young ve ark. 2002) Performansın arttırılmasında, eklem hareket genişliğinin artırılmasında ve sakatlık riskinin azaltılmasında önemli bir etkiye sahiptir (Bandy, 1997; Weerapong, 2004; Marek ve ark. , 2005; Bieze ve ark. , 2006; Björklund ve ark. , 2006) . Tendonlar, ligamentler, kemikler ve kemiksi yapılar tarafından etkilenmektedir (Kaya, 2004; Donatelle, 2006;).Aktivitenin çeşidi, yaş, cinsiyet, ısı gibi faktörler tarafından etkilenir ve büyük oranda ekleme özgüdür (Williams ve Wilkins, 2000; Kaya, 2004 Liu ve ark., 2006; Donatelle, 2006).

2.1.1. Esneklik Türleri

Esnekliğin türleri sportif antrenmanda yapılan aktivitenin şekline göre gruplandırılır. Bir hareketi içeriyorsa “dinamik”, bir hareket içermiyorsa “statik” olarak tanımlanır (Kaya, 2004).

2.1.1.1. Dinamik esneklik: Dinamik esneklik ("kinetik esneklik" olarak da bilinir) uzuvları eklemlerindeki hareket genişliğinin sınırlarında tutarak kasların hareketleri dinamik olarak (ya da kinetik olarak) yapabilme yeteneğidir (Appleton, 2008).

2.1.1.2. Statik-aktif esneklik (Aktif esneklik olarak da adlandırılır): Bir eklemden normal eklem hareketi tamamlandıktan sonra agonist, antagonist ve sinerjistik kasların, işlevlerine uygun çalışmaları sonucunda, ekstremitenin geline son noktada, herhangi bir dış destek olmaksızın tutulabilmesidir. Örneğin; Bacağı yukarı kaldırma ve hiçbir dış destek olmadan o noktada tutma (Appleton, 2008).

2.1.1.3. Statik-pasif esneklik (Pasif esneklik olarak da adlandırılır): Uygulayıcının ekstremitayı götürebildiği son noktada vücut ağırlığı, bir uzvun desteği ya da sandalye vb. gibi herhangi bir dış desteğin yardımı ile tutmasıdır. Not: Bu pozisyonu devam ettirme yeteneğinin statik-aktif esneklikteki gibi sadece kaslardan gelmediğine dikkat edilmelidir (Appleton 2008).

2.1.2. Esnekliği Sınırlayan Faktörler

● İç faktörler

- a) Esneklik bir eklem yapısı, tipi ve formu tarafından etkilenir.
- b) Hareketi sınırlayan kemik yapısı
- c) Kas dokusunun(daha önceki sakatlanmalardan dolayı kas dokusu çok esnek olmayabilir), Tendon ve ligamentlerin elastikiyeti (ligamentler fazla gerilmez ve tendonların çok fazla gerilmemesi gerekir) (Bompa, 2000:402-403).
- d) Derinin elastikiyeti (deri esneyebilir fakat bu oran çok fazla değildir)
- e) Daha büyük oranda hareket genişliğine ulaşılmasında kasın gevşeme ve kasılma yeteneği
- f) Eklem ve eklemle birleşen dokuların ısısı (eklemler ve kaslar normalden 1-2 derece daha fazla vücut ısısında daha iyi esneklik gösterirler) (Appleton, 2008).

● Dış faktörler

- a) Antrenmanın yapıldığı ortamın ısısı (sıcak bir ortam esnekliği artırmaya daha imkan verir)
- b) Günüün saati (birçok insan sabaha oranla öğleden sonra daha iyi esneyebilir, zirve değer 14.30-16.00 arasındadır)

- c) Sakatlanma sonrası eklem (ya da kasın) toparlanma safhası (sakatlanan eklem ve kaslar sağlıklı birine oranla genellikle daha az esneklik derecesi gösterir)
- d) Yaş (ergenlik öncesi dönem yetişkinliğe oranla daha elverişlidir)
- e) Cinsiyet (genellikle bayanlar erkeklerden daha esnektir)
- f) Kişinin özel bir egzersizi yapabilme yeteneği (pratik mükemmelleştirir)
- g) Kişinin esnekliğe ulaşmada sorumluluk hissi
- h) Giysi ve kullanılan ekipmanın sınırlamaları (Bompa, 2000; Appleton, 2008).

2.2. GERME

Germe, konnektif dokuyu hareket ettiren ve kas fibrillerini uzatan aktivitelerin yapılmasıdır. Kas gruplarının yapışma noktaları gerilerek vücudu pozisyonlama ile yapılır (Baltacı, 2003). Germe, kas esnekliğini ya da eklem hareket açıklığını artırmak için eksternal ve internal güçle uygulanan hareket olarak tanımlanmıştır. Germe, egzersiz öncesi ısınmanın bir parçasıdır (Wiemann ve Hahn, 1997; Young ve ark, 2002). Performansı artırmada, sakatlık riskini düşürmede, esnekliği artırmada ve egzersiz sonrası kas ağrısının azaltılmasında etkilidir (Worrell, 1995; Bandy, 1997).

2. 3. KAS FİZYOLOJİSİ

Germanin fizyolojisini anlamak için kas fizyolojisini de bilmek gerekmektedir.

2.3.1. Kas İskelet Sistemi

Kaslar ve kemikler birlikte *kas-iskelet* sistemini oluştururlar. Kemikler vücutta postur ve yapısal destek görevi görürken kaslar da vücuda hareket etme kabiliyeti kazandırır (Solomon, 1997; Appleton, 2008). Kas-iskelet sisteminin bir başka görevi de iç organları korumak ve desteklemektir. Bu sayede organlar görevlerini rahatlıkla yerlerine getirebilirler. Kemikler birbirleri ile bağlantı kurarlar. Bağlandıkları bu noktaya *eklem* denir ve bu bağlantı da *ligamentler* sayesinde olur

(kasların da yardımıyla). Kaslar kemiklere *tendonlar* ile bağlanır. Kemikler, tendonlar ve ligamentler vücudu hareket ettirme yeteneğine sahip değildirler. Kaslar vücudu hareket ettiren yegane yapılardır. (Appleton, 2008)

2.3.2. Kas Kasılması

“Bir motor sinirden çıkan sinir uyarısı, kas hücresine (motor son-plağına) ulaştığında asetilkolin (ach) adı verilen (sinir uçlarından salgılanan ve uyarıların diğer dokuya geçmesini sağlayan kimyasal madde) nörotransmitter serbest bırakılır ve bu uyarı kas lifinin sarkolemmasında depolarizasyon (aksiyon potansiyelleri) oluşumuna neden olur. Bu uyarılar T-tübülleri yardımıyla kas lifi boyunca hızlı bir şekilde yayılır ve yolları üzerinde bulunan sarkoplazmik retikulumun veziküllerindeki Ca^{++} ’un serbest bırakılmasını sağlarlar. Serbest bırakılan Ca^{++} iyonları aktin filamentleri üzerindeki troponin moleküllerine bağlanırlar. Bu durum aktin filamentlerinin aktive edilmesiyle sonuçlanır. Aktin filamentinin aktive edilmesi, hem troponin hem de tropomiyozinin uygun şekilde çalışmasını sağlayan Ca^{++} iyonunun bir fonksiyonudur. Aniden, ancak bilinmeyen bir şekilde, “yüklenmemiş” ATP-çapraz köprü bileşimi, “yüklenmiş” ATP-çapraz köprü bileşimi haline gelir. Bütün bu olaylar aktin ve miyozin filamentlerinin birleşmesi ile sonuçlanır ve buna akto-miyozin kompleksi denir. Akto-miyozinin oluşumu, miyozin filamentinin üzerinde bulunan miyozin ATPaz enzimini aktive eder. Miyozin ATPaz, ATP’nin parçalanarak büyük miktarda enerji açığa çıkarmasına ADP ve Pi (serbest fosfat)’a dönüşmesine neden olur. Bu sırada açığa çıkan enerji çapraz köprülerin, aktin filamentlerinin miyozin filamentleri üzerinden sarkomerin merkezine doğru kaymasını sağlar. Böylece kasta gerilim meydana gelir ve kas boyu kısalır. Bir saniyelik bir kasılma sırasında tek bir miyozin çapraz köprüsü, aktin filamentinin aktif kısmı ile yüzlerce kez birleşip ayrılabilir. Bunu yapabilmek için miyozin çapraz köprüsünün yeniden yüklenmesi gerekir. Yeniden yüklemenin gerçekleşebilmesi için ilk adım, aktin ve miyozin çapraz köprüsü arasındaki bağlantının koparılmasıdır. Bu bağlantı miyozin çapraz köprüsünün yeni bir ATP molekülü ile yeniden yüklenmesiyle kesilir. Yeni bir ATP yüklendikten sonra, miyozin çapraz köprüsü ile aktin filamentinin aktif kısmı arasındaki bağlantı bozulur; miyozin çapraz köprüsü aktinden kurtulur. Böylece hem

Çapraz kpr, hem de aktin'in aktif kısmı yeni bir bağlantı için serbest kalır"(Sönmez, 2002:112)

2.3.3. Kasılma Tipleri

2.3.3.1. İzometrik Kasılma

Uzunluğu sabit kalan fakat tonusu (gerilimi) artan, statik bir kasılma şeklidir. İzometrik kasılmanın yerine kullanılan diğer bir terimde "statik" kasılmadır. İzometrik kasılmasında, dış direnç kasın ürettiği i gerilimden fazla olduğu için kas boyunda ve eklem açısında değişiklik olmadan kasın gerilimi artar (Akgün 1992).

2.3.3.2. İzotonik (Konsentrik) Kasılma

Konsentrik kasılma basit olarak, kasılma esnasında kas kısalması olarak tanımlanır (Akgün, 1992; Hazır ve ark. , 1994). Dinamik kasılma terimi daha doğrudur, çünkü izotoniğin kelime anlamı aynı yana sabit gerilimdir. Çok yaygın bir kasılma tipidir. Konsentrik kasılmada kas kuvvet üretirken eklem açısı küçülür, kasın boyu kısalır.

Bazen insan kas aktiviteleri izometrik ve konsentrik kasılmanın birbiri ardına yapılmasından veya her iki kasılmanın kombinasyonundan oluşur. Bu şekilde kasın hem boyunun hem de tonusunun değişmesi "okzotonik kasılma" olarak adlandırılır (Akgün, 1992; Hazır ve ark. , 1994). Bu tip kasılmada yapılan iş yer çekimine karşı olduğundan dolayı pozitifdir.

2.3.3.3. Eksentrik Kasılma

Eksentrik kasılma dinamik bir kasılma olup (Akgün, 1992; Hazır ve ark. , 1994), kasılma esnasında eklem açısı büyürken kasın boyu uzar. Bu tip kasılmada kasta oluşan net gerilim kuvveti, kasın kendi olağan kasılma mekanizması ile oluşturulan kuvvetten daha fazladır (Akgün, 1992;). İnsan kas aktiviteleri esnasında genellikle eksentrik kasılmayı konsentrik kasılma takip eder. Kasılmanın bu tipinde yapılan mekanik iş yerçekimi doğrultusunda olduğundan negatiftir. Birçok spor dalında sıklıkla rastlanan bir kasılma tipidir (Akgün, 1992; Hazır ve ark. , 1994).

2.3.3.4. İzokinetik Kasılma

Bu tip kasılmada bütün eklem hareketi boyunca kas, sabit hızla maksimum oranda kasılır. Bu kasılmaya pratikte en yakın örnek serbest stilde yüzmedir (Hazır ve ark. , 1994). Gerek izokinetik, gerek izotonik kasılmaların her ikisi de konsantrik bir kasılmadır, yani kas kısalmaktadır. Fakat aynı değildir. İzokinetik kasılmada bütün hareket boyunca maksimal bir gerilim sabit (aynı açı ile) şekilde devam ettirilir. Fakat izokinetik kasılmada böyle bir durum yoktur. İzotonik kasılmada hareket nispeten daha yavaştır (Akgün, 1992).

Salt izotonik (eksentrik veya konsentrik) veya izometrik kasılma çok ender meydana gelir. Koşma, yürüme ve sıçrama gibi hareketler esnasında vücut segmentleri periyodik olarak kuvvet üretirken kaslar her üç tipte de kasılırlar. Bu kasılma fazlarında genellikle eksentrik kasılmayı konsentrik kasılma takip eder. Kasın bu doğal kasılma kombinasyonu “Stretch-Shortening Cycle” (Gerilme kısalma döngüsü –GKD-) olarak isimlendirilir (Bosco, 1992; Hartmann ve Tünnemann, 1989). Bu tipten bir kasılmaya da “Ekzokinetik” (Eksentrik kasılmayı konsentrik kasılmanın izlediği durum olarak) denilebilir. Bu şekilde bir tanımlamaya gerek duymamızın nedeni olarak literatür incelendiği zaman GKD içeren hareketlere bu anlamda herhangi bir tanımlama yapılmadığı görülmektedir. Bu bağlamda GKD hareket sırasında kas ilk olarak eksentrik bir kasılmayı (Ekzo) ve bunun arkasından konsentrik (kinetik) kasılmayı sergilediği için bu türden bir tanımlamaya uygun görülmüştür.

Kasın bu tip davranışında konsentrik evre, salt konsentrik kasılma ile karşılaştırıldığında daha fazla kuvvet ve güç üretilir (Bosco, 1992; Hartmann ve Tünnemann, 1989). Uzayarak hareketlenen kaslar hemen sonrasında konsentrik olarak kasıldığında kuvvet oluşumu artar.

2.3.4. Kasın Duyu Organları

Kas, ligament ve eklemlerdeki özelleşmiş duyu reseptörleri, uzama, gerilme ve basınca karşı duyarlıdırlar. Proprioseptör olarak bilinen bu duyu organları kas dinamiği ve ekstremitte hareketleri hakkındaki bilgileri hızlı bir şekilde MSS’ne

gönderir ve böylece MSS de olarak vücut kısımlarının çevremize göre pozisyonunu algılamamızı sağlar. Proprioseptörlerin yardımıyla hareketlerimizi daha yumuşak tarzda ve koordineli yaparız. Ayrıca normal vücut postürü ve kas tonusunun sağlanmasında da yardımcı olurlar. Yerçekiminin etkisiyle alt çenenin aşağı doğru düşmesi, başın öne düşmesi ve dizlerin bükülmesi vücudun boşluktaki (uzaydaki) pozisyonu ile ilgili bilgileri ileten antigravite kasları tarafından dengelenerek engellenir.

Kinestetik duyuyu alan üç önemli kas duyu organı vardır. Bunlar **kas içciği**, **golgi tendon organı** ve **eklem reseptörleri** olarak adlandırılır“ (Sönmez, 2002).

2.3.4.1. Kas İçciği

“Kas içciği, kas liflerinin gerilme ve uzunluk değişimleri hakkında bilgi verirler. Kasta en fazla bulunan proprioseptördür. Bu organ herhangi bir dirence karşı koymak için kasılması gereken motor ünite sayısının belirlenmesinde kasa yardımcı olur. Gerilme ne kadar çok ise, yük de o kadar fazladır. Dolayısıyla ihtiyaç duyulan motor ünite sayısı da o kadar çok olacaktır. Kas içciği postürün kontrol edilmesinde ve istemli hareketlerin gerçekleşmesinde önemli rol oynar” (Sönmez, 2002:135).

Kas İçciğinin Yapısı: *“Kas içciği etrafına bir duyu sinirinin spiral şekilde sarıldığı, çevresinde bir kapsül bulunan değişikliğe uğramış birkaç kas lifinden başka bir şey değildir. Bu adapte olmuş kas hücrelerine intrafuzal lifler denir. Böylece normal, düzenli kas liflerinden (ekstrafuzal lifler) ayrılırlar. İçciğin orta kısmı kasılma becerisine sahip değildir, ancak iki ucu kasılma becerisi olan lifleri içerir. Kas içciğinin her iki ucunu uyaran ince motor sinirlere gamma motor nöronlar veya fusimotor sinirler denir. Bu sinirler uyarıldığında kas içciğinin uçları kasılır ve içciği merkezinin aksi yönünde çeker. Düzenli veya ekstrafuzal lifleri uyaran daha büyük motor sinirlere alfa motor nöron denir. Bu sinirler stimule edildiğinde kas normalde olduğu gibi kasılır” (Sönmez, 2002:135).*

Kas İğciğinin Fonksiyonu: “Kas iğciği, kasın boyundaki uzamaya veya gerilmeye karşı duyarlıdır. Kas iğciği lifleri ektrafuzal (düzenli) liflere paralel olarak uzanırlar. Bu nedenle, kasın tamamı gerildiğinde kas iğciğinin merkezi de gerilir. Bu gerilme orada bulunan duyu sinirini aktive eder ve uyarılar MSS’ye iletilir. Bu uyarılar düzenli kasları uyaran alfa motor nöronu aktive edebilir ve kas kasılır. Kas kasılırken kısalıyorsa, kas iğciği de kısalarak duyuşal sinir akışını durdurur ve daha sonra kas gevşer” (Sönmez, 2002:136).

2.3.4.2. Golgi Tendon Organı

“Golgi tendon organı, tendon lifleri içinde kas ve tendon liflerinin birleştiği noktada bulunur. Kas iğciği gibi golgi tendon organı da gerilmeye karşı duyarlıdır. Ancak kas iğciğine oranla daha az duyarlıdır, bu nedenle aktive olabilmesi için daha kuvvetli bir gerilme gereklidir. Yerleşimlerinden dolayı, golgi tendon organları bulundukları tendonun ait olduğı kastaki gerilim tarafından aktive edilirler. Böyle bir gerilme ile duyuşal bilgi MSS’ye gönderilir ve kasılan kas gevşer. Diğer bir deyişle, kas iğciğinin tersine (fasilite edici, uyarıcı kasılmaya neden olan) tendon organlarının uyarılması, bulunduğı kasın inhibisyonu ile sonuçlanır. Bir başka deyişle, tendon organları kasın gevşemesini sağlar. Bu durum travmaya (yaralanmaya) yol açabilecek olan çok ağır yükleri kaldırma sırasında koruyucu bir fonksiyon olarak düşünülebilir”(Sönmez, 2002:138).

“Kas iğciği ve golgi tendon organı birlikte çalışır. Kas iğciği yumuşak bir hareket sağlamak için gerekli olan doğru kas gerilimi derecesini ayarlar. Golgi tendon organı ise aşırı yük olduğunda ve kasla ilgili yapılara potansiyel olarak zararlı olabileceğı durumlarda kas gevşemesini oluşturarak hareketlerin yumuşak, koordineli ve zararsız olmasını sağlar” (Sönmez, 2002:138).

2.3.4.3. Eklem Reseptörleri

“Eklem reseptörleri tendonlarda, ligamentlerde, periostta (kemikte), kasta ve eklem kapsülünde bulunur. Eklem açısı, eklemün ivmelenmesi ve basınç sonucu

meydana gelen değişikliklerle ilgili bilgileri MSS'ye gönderirler” (Sönmez, 2002:139).

2.4. GERMENİN FİZYOLOJİSİ

Vücuttaki her kas, uyarıldığında kasta ne olduğunu santral sinir sistemine bildiren çeşitli tipte reseptörleri içerir. Bu reseptörlerden iki tanesi germe refleksi için önemlidir. Bunlar kas içciği ve golgi tendon organıdır.

Reseptörlerin ikisi de kas uzunluğu değişikliklerine duyarlıdır. Golgi tendon organı ayrıca kas gerilimi değişikliklerinden etkilenir(Prentice, 2004). Kas gerildiğinde kas içciği devreye girerek uzunluk değişimlerini kaydeder ve bu bilgileri ifade eden omuriliğe uyarımlar gönderir. Bu, kas uzunluğundaki değişimlere direnç göstererek gerilmiş kasın kasılmasına neden olan gerilme refleksini tetikler. Kas uzunluğundaki ani değişiklik, daha güçlü kas kasılmasına neden olacaktır (Wilmore ve Costill, 1994). Kas içciğinin bu temel fonksiyonu, vücudu sakatlıklardan korumaya ve kas tonusunu devam ettirmeye yardım eder (Hole, 1990; Ganong, 1995). Golgi tendon organı uzunluktaki değişim ve spinal korda kendi duyuşal uyarılarının ateşlenmesiyle gerilimde artışla karşılık verir. Eğer kasın gerilimi uzun süre devam ederse (en az 6 saniye) golgi tendon organının impulsları kas içcisinin impulsları ile üst üste binmeye baslar. Golgi tendon organının impulsları, kas içcisinin impulslarından farklı, antagonist kasın refleks rahatlamasına neden olur. Refleks rahatlama koruyucu mekanizma olarak çalışır, bu da uzayabilme limitini geçmeden rahatlama boyunca kasın gerilmesine izin verir (Prentice, 2004- Özenin, 2007).

2.4.1. Gerilme Refleksi (Stretch Reflex)

Gerilme refleksi (stretch reflex) bir kasın pasif olarak uzatılmasının neden olduğu reflektir. Erken bileşenler monosinaptik ve miyotatik refleks veya tendon refleksi olarak adlandırılır.

Gerilme refleksi kas uzunluğundaki değişimlere direnç göstererek gerilmiş kasın kasılmasına neden olur. Bu olay vücudu sakatlıklardan korumaya ve kas tonusunu devam ettirmeye yardım eder (Hole, 1990; Ganong, 1995).

2.4.2. Otojenik İnhibisyon (Uzatma Reaksiyonu)

Kaslar kasıldığında, kasın tendona (golgi tendon organı tendonda yerleşik bulunur) bağlandığı noktada baskı oluşur. Golgi tendon organı, basınçtaki değişiklikleri ve basıncın değişim oranını kaydeder ve omuriliğe bu bilgileri taşıyan uyarımlar gönderir (Fox, 1990; Hole, 1990; Ganong, 1995). Bu baskı belirli bir eşiği geçtiğinde, kas kasılmasını engelleyen ve onların gevşemesine neden olan "uzatma reaksiyonu" tetiklenir. Bu refleksin diğer isimleri "ters miyotatik refleks" ve "otojenik inhibisyon" dur. Golgi tendon organının temel fonksiyonu kasların, tendonların ve ligamentlerin sakatlıktan korunmalarına yardım etmektir. Uzatma reaksiyonu ise sadece, golgi tendon organın spinal korda kas içciklerinden (kası kasan içcikler) daha kuvvetli uyarı göndermesi ile mümkün olur (Hole, 1990; Kaya, 2004).

Bir germeyi, devam eden bir zaman periyodunda tutmanın bir başka nedeni, uzatma reaksiyonunun oluşmasına izin vermektir. Böylece, gerilen kasların gevşemesine yardım edilmiş olur. Germeyi ya da uzamayı daha da kolaylaştırır (Kaya, 2004).

2.5. GERMENİN MEKANİZMASI

Germe mekanik ve nörolojik mekanizmalar nedeniyle kas ve yumuşak dokunun uzamasıyla sonuçlanır.

2.5.1. Biyomekanik Mekanizma

Bir madde pasif bir kuvvete (germeye) maruz kaldığı zaman, kendi materyal özelliğine göre deforme olacaktır. Nispeten düşük kuvvetle uzun bir zaman devam ettiğinde, birçok materyal zamana bağlı biçimde deforme olur. Bu davranışa “*creep*” denir ve materyalin viskoelastik özelliğinin bir sonucudur. Hemen hemen bütün dokular bu özelliği gösterir. Kuvvet ortadan kalktığında, doku yine zamana bağlı biçimde orijinal uzunluğuna geri dönecektir. Kasın birçok nonkontraktıl hücre iskeletine ait enzimleri vardır. Bunlardan biri titindir. Titin kas fibrillerinin elastik özelliğini belirler ve kas içinde pasif bir dirence neden olur. Kas fibrillerinin

sertliğine diğer hücre iskeletine ait moleküllerin katkısı tam olarak belirlenememiştir (De Deyne, 2001).

Sarkomerlerin sadece iki filament (aktin ve miyozin) içerdiği düşünülürdü. Ama araştırmalar sonrasında üçüncü filament olan “titin” keşfedilmiştir. Titinin birçok fonksiyonu olduğu düşünülmektedir:

- Kasın elastisitesinde major rol oynar
- sarkomerin ince filamentlerinin merkezine yönelen kuvveti sağladığından stabiliteye katkısı vardır
- İnce ve kalın filament sıraları arasındaki intermoleküler etkileşim geçişini kolaylaştırır
- Bütün kasta aynı sarkomer uzunluğunu sağlar ve böylece izometrik kontraksiyon boyunca sınırlı miyofibril aşırı gerilmesini önler
- Germe sonrası sarkomer uzunluğunu düzenler, sarkomerin olağandışı uyarılabilirliğinden sorumludur
- Miyofibrilin morfogenezinde rol oynayabilir
- Titinin elastik kısmı kalsiyum iyonlarını çeker ve bölümleri birleştirir (Alter 2004).

Kas-tendon ünitesi kas kontraksiyonu ve pasif germe olmak üzere 2 yolla uzatılabilir. Kas kasıldığı zaman, kontraktıl öğeler kısalır ve dokunun pasif elemanlarında (tendon, perimisyum, epimisyum ve endomisyum) kompensatuar uzama meydana gelir. Kas gerildiğinde, kas fibrilleri ve konnektif dokuda dış bir kuvvet uygulanması nedeniyle uzama meydana gelir. Germe, kasın biyomekanik özelliklerini (eklem hareket açıklığı ve kas tendon ünitesinin viskoelastik özelliklerini) etkilemesinden dolayı kas-tendon ünitesinin uzunluğunu artırır (Weerapong 2004).

2.5.2. Nörolojik Mekanizma

H-refleks, motor nöron uyarılabilirliğinin ve 1a afferentlerden motor nöronlara sinaptik geçiş kapasitesinin ölçülmesini sağlamaktadır (Enroka, 2002). T refleksi de kas ılgığı isteğini ölçmeyi sağlar (Guissard 2004).

Germe esnasında kas tendon ünitesinin biyomekanik cevapları refleks aktiviteden bağımsızdır. Ancak, germe süresince ve sonrasında Hoffman refleks cevabında azalma bildirilmiştir. Bazı araştırma raporları bütün germe tekniklerinin nöral sensitivitenin azalmasıyla nöral cevapları etkilediğini göstermektedir. Nörolojik mekanizmada germe etkisi araştırmaların çoğunda gamma motor nöron ve kas ıgıci boşaltma etkisi olmadan H refleksi-germe refleksinin elektrik anoloğunun değiştiğini bulmuşlardır. Çesitli periferel sinir (sensöri ve motor akson) elektrik stimölasyonu H-refleksini uyandıracaktır. Alfa motor nöronlara monosinaptik ilişkiyle H refleksini uyandırmadan önce direkt olarak motor aksonların aktivasyonu M dalgasına (stimölasyon noktasından nöromusküler kavşaa) neden olur. H refleksi daha çok kas fibrillerinin refleks eksitabilitesinin değışiklikleri ile aktif hale gelmektedir. Germe sonrası H refleksinin amplitüdünün bastırılması presinaptik ve postsinaptik değışikliklerle ilgili birçok olasılıktan kaynaklanabilir (Weerapong 2004).

Statik germe, gerilen kasın refleks aktivitesini artırmaz bunun yerine spinal refleks eksitabilitenin azalmasını sağlar. H refleksinin amplitüdü motor nöron ve Ia sinaptik transmisyon (presinaptik inhibisyon) seviyesinde düzenlenir.

Presinaptik Ia inhibitör yol, Ia terminalinde bir veya birden fazla internöronlar yoluyla presinaptik olarak oluşur. H refleksinin amplitüdü, motor nöron eksitabilitesinde herhangi bir değışiklik olmaksızın presinaptik inhibisyon ile ayarlanır. T refleksinin amplitüdü ise; hem motor nöron eksitabilitesi ve presinaptik inhibisyonda meydana gelen ayarlamalar hem de kas ıgıci duyarlılığındaki değışikliklerden etkilenir.

Yapılan bir araştırmada ayak bileğinin pasif gerilmesi sırasında H refleksinin amplitüdünün T refleksinin amplitüdünden daha fazla azaldığı rapor edilmiştir. Germe süresince her iki refleksin (H ve T) amplitüdünde azalma gözlenmiştir. Bu azalmalar; kas uzunluğundaki değışmelerin miktarının spinal refleks eksitabilitesinin azalma miktarını etkilediğini göstermektedir. Germe sonrası H refleksinin amplitüdü kendi kontrol değerine acilen döner fakat T refleksinin amplitüd kontrol değerinin aşığısında kalır (Guissard, 2006).

Pasif germe süresince H refleksinin amplitüdünde azalma, germe ile oluşan nöral değişiklikleri akla getirir. Motor nöron havuzundaki afferent uyarıların azalması kas uzamasına neden olur ve böylece tonik refleks aktivite azalır. Küçük amplitüdlü germeler esnasında refleks aktivitedeki azalmaya, motor nöron eksitabilitesinde herhangi bir değişiklik olmaksızın Ia afferentinin presinaptik inhibisyonu neden olur. Homosinaptik depresyon (Ia afferent motor nörona sinaptik geçiş kapasitesindeki azalmadan dolayı sinaptik aktivitenin azalması) presinaptik inhibisyona neden olabilir.

Geniş amplitüdlü germe esnasında motor uyarılma potansiyelindeki (MEP) azalma; alfa motor nöron ve kortikal nöronların eksitabilitesindeki azalmadan dolayı olabilir. MEP ve E reflekslerinin benzer ve eş zamanlı azalması (geniş amplitüdlü germelerde) spinal postsinaptik inhibitör mekanizma yoluyla motor nöronların eksitabilitesindeki azalmaya neden olur. Farklı spinal inhibitör mekanizmalar (GTO ve Renshaw hücrelerinden afferent uyarılar gibi) kas germesi sırasında motor nöron eksitabilitesini azaltır.

Golgi Tendon Organı (GTO) kontraksiyon kuvvetlerine karşı primer cevap veren organdır ve pasif germenin mekanik gerilimine karşı daha az hassastır. Sadece geniş amplitüdlü germelerle aktif hale gelir. Örneğin germe ile dorsi fleksiyon derecesindeki artış, motor nöronlarda post sinaptik inhibisyon dereceli olarak artırılır. H refleksinin amplitüdündeki azalmaya golgi tendon organıyla oluşan post sinaptik inhibisyon ve renschow düğümleri yoluyla oluşan rekürrent inhibisyon neden olabilir.

Kas gerilmesi sırasında motor nöron eksitabilitesindeki azalmaya post ve presinaptik bölgelerdeki mekanizmalar neden olur. Presinaptik mekanizma küçük amplitüdlü germelerde, post sinaptik mekanizma geniş amplitüdlü germelerde dominanttır (Guissard, 2006).

2.6. GERME TEKNİKLERİ

Farklı esneklik tipleri olduğu gibi farklı germe tipleri de vardır. Germeler statik ya da dinamikdir (Sands, 2006). Dinamik germeler dinamik esnekliği, statik germeler de statik esnekliği etkiler. Birçok kaynakta germe teknikleri genel olarak 3

gruba ayrılmışlardır. Bunlar; yavaş statik germe, balistik germe ve PNF germe (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation). Bu üç teknik te eklem hareket genişliğinin artmasında etkilidir. (Hoffman, 2002).

2.6.1. Yavaş Statik Germe

Statik germe sporcular tarafından kas boyunu uzatmak için kullanılır (Davis, 2005). Yavaş statik germe, bir kasın (ya da kas grubunun) gerilebildiği son noktaya kadar gerdirilmesini ve bu pozisyonun belli bir süre (10-30 sn) devam ettirilmesini içerir. (Smith, 1994; Bandy ve Iron, 1994; Robert ve Wilson 1999; Hoffman, 2002). Germe tekniklerinin içinde en güvenlişidir ve çok az enerji gerektiren germe çeşidi statik germedir. Ek olarak uzun süren ve yavaş hareket yapıldığı için sakatlığı ve acıyı en aza indirme olasılığı vardır. Birçok esneklik programında çok rastlanır ve öğrenmesi de çok kolaydır (Hoffman, 2002). Özet olarak birçok araştırmacı 30 sn lik statik germenin etkili olduğunu savunmuşlardır.

2.6.2. Balistik Germe

Balistik germe, Eklemin bir bölümünde aktif yaylanma hareketleri ile kasın gerdirilmesidir(Arınık, 1995). Normal hareket genişliğinin ötesinde bir güç girişiminde bulunarak vücut ya da vücut bölümlerinin sekmeler, alçalıp yükselmeler (bobbing) ve ritmik hareketlerle kullanır. Bu germe formu sakatlık riskinin ve ağrı eşiğinin artmasına yol açar(Arınık, 1995; Hoffman, 2002). Bu dinamik hareketler germe refleksinin başlatır ve böylece kas kasılmasını ve kasın proprioceptorlerini aktive eder. Zamanın kısa olması, germe süresince doku ve sinirsel adaptasyon için yetersiz bir zamandır. Balistik germeler statik germelerle aynı antrenmanda kullanılabilir ancak germe oranları farklılık gösterir. Bununla birlikte balistik germe, statik germe gibi hareket genişliğini arttırabilir ancak balistik germe hareket gücünün doğasıyla hareket genişliğini aşarak sakatlık riskini arttırır. Yine de balistik germeler, dinamik hareket gerektiren aktivitelerde atletlerin esneklik programlarında yer alabilir (Hoffman, 2002).

2.6.3. PNF Germe

Tüm fizyoterapistler tarafından gerek rehabilitasyonun başlangıcından sonuna kadar gerekse performansı arttırmak amacıyla sportif olaylarda kullanılan özel bir tekniktir. PNF teknikleri kas kuvvetini ve esnekliğini arttırmak için kullanılabilir (Baltacı ve ark. 2003). PNF germe, statik-pasif esnekliği artırmada bilinen en etkili yöntemidir. PNF ilk olarak rehabilitasyon amacıyla geliştirilmiştir. PNF germe teknikleri bir kas grubunun pasif olarak gerdirilip, sonra gerilmiş pozisyonda iken dirence karşı izometrik olarak kasılmasını ve daha sonra, hareket genişliğinin sınırına ulaşıncaya kadar tekrar pasif olarak gerdirilmesini içerir. PNF germede genellikle izometrik kasılmaya karşı direnç sağlamak ve son pasif germede hareket genişliği sınırına ulaşmak için bir yardımcı kullanılır. Genellikle bir partner yardımı ile daha etkili olabilmesine rağmen partnersiz de yapılabilir. Çoğu PNF germe teknikleri "izometrik agonist kasılma/gevşemeyi" kullanır (gerilmiş olan kaslar izometrik olarak kasılır daha sonra gevşetilir). Bazı PNF teknikleri ise "izometrik antagonist kasılmayı" kullanır (gerilmiş olan antagonistler kasılır). Bütün durumlarda diğer bir PNF tekniği uygulanmadan önce germeye maruz kalan kasın en az 20 saniye süresince dinlenimde kalmasına (ve gevşemesine) dikkat etmek önemlidir (Hoffman, 2002; Heyward, 2002; Kaya, 2004; Donatelle, 2006). En yaygın PNF germe teknikleri ise aşağıda sunulduğu gibidir.

"Tut-Gevşet"

Başlangıçta yapılan ağırlı sınırına kadar olan pasif bir germeden sonra, gerilmeye başlayan kas, izometrik olarak kasılır. Sonra kas kısa bir süre için gevşetilir ve ardından pasif olarak başlangıç pozisyonundaki germeden daha fazla gerdirilir.(Holcomb, 2000)

Bu son germenin süresi 10-30 sn.' dir ve son germede otojenik inhibisyon ile daha büyük bir hareket genişliğine ulaşılmalıdır (Appleton, 2008).

"Tut-Gevşet-Kas"

İki izometrik kasılmayı içerir: birincisi agonist, ikincisi antagonist kasılmadır. İlk aşama tut-gevşet tekniğinde olduğu gibidir ve başlangıçtaki pasif bir germeden sonra, gerilen kas izometrik kasılır. Daha sonra antagonistler hızlı bir şekilde izometrik bir kasılma yaparken kas gevşetilir. Tut-gevşet-kas tekniğinde dikkat edilecek nokta, son pasif germenin olmamasıdır. Bunun yerine antagonist-kasılma vardır, karşılıklı inhibisyon yoluyla, başlangıçta pasif germeye maruz kalan kasın daha fazla gerilmesine ve gevşemesine hizmet eder. Son pasif germe olmadığı için bu tekniğin, PNF'in en güvenilir tekniği olduğu düşünülür (muhtemelen kas yırtılmalarına daha az sebebiyet verir). Bazı insanlar ikinci izometrik kasılmadan sonraki son pasif germeye daha fazla şiddet ekleyerek tekniği uygulamaktan hoşlanırlar. Bu esneklikte daha fazla kazanımlar sağlamasına rağmen, sakatlanma riskini artırmaktadır (Appleton, 2008).

“Kas-Gevşet”

Bu teknik te kas ağırlı sınırına kadar pasif bir şekilde gerilir. Sonra, izometrik ya da konsantrik bir kasılmaya imkan verilerek, dirence karşı vücut bölümünün ekstend edilmesine izin verilir (eğer kasılma konsantrik ise). Takip eden aşamada, kas gevşetilir ve ardından kas, pasif olarak başlangıç pozisyonundaki germeden daha fazla gerdirilir ve belirli bir süre bu pozisyonda bekletilir. Böylece, hareket genişliği otojenik inhibisyon sayesinde artırılmalıdır (Holcomb, 2000; Kaya, 2004; Olivo, 2006).

“Agonist Kasılmalı Tut-Gevşet”

Bu tekniğin ilk iki aşaması tut-gevşet tekniğinin hemen hemen aynısıdır. Farklılık, germenin son aşamasındaki pasif germede agonist kasın konsantrik olarak kasılmasıdır. Son germe, otojenik ve karşılıklı inhibisyon sayesinde daha büyük olmalıdır (Holcomb, 2000; Kaya, 2004; Olivo, 2005).

"Tut-Gevşet-Swing"

Bu teknik “tut-gevşet-bounce” olarak bilinen tekniğin benzeridir. Statik ve izometrik germelerin eşliğinde dinamik ya da balistik germelerin kullanımını içerir. Çok riskli bir tekniktir ve sadece kas germe reflekslerini yüksek seviyede kontrol etme yeteneğine sahip ileri düzeydeki sporcular ve dansçılar tarafından başarılı olarak kullanılır. Son pasif germede kullanılan dinamik ya da balistik germeler dışında tut-gevşet tekniğine benzer (Appleton, 2008).

Tut-gevşet-swing ve tut-gevşet-bounce gibi dinamik ve balistik PNF germe teknikleri oldukça risklidir. Profesyonel bir sporcu ya da dansçı olmadıkça bu teknikleri uygulamak sakıncalıdır (çok büyük miktarda sakatlanma riski taşır). Profesyonellerin dahi mutlaka uzman bir kişi denetiminde yapmaları gerekmektedir. Bu iki teknik, çok hızlı esneklik kazanımında büyük potansiyele sahiptir (fakat, sadece gerilmiş olan kaslardaki gerilme refleksini yüksek seviyede kontrol edebilen kişiler tarafından yapıldığında).

İzometrik germeler gibi, PNF germeler de çocuklar ve hala kemik gelişimi devam eden insanlar için fazla önerilmemektedir. İzometrik germelerde olduğu gibi, PNF germeler de kasılan kasların kuvvetlenmesine yardım eder ve bundan başka pasif esneklik gibi aktif esneklik artışı için de iyidir. Ayrıca, PNF germeler de izometrik germeler gibi çok etkilidir ve 36 saati geçmeyen periyotlarda yapılmalıdır (Kaya, 2004).

2.7. GERME İLE İLGİLİ SÜRELER VE TEKRAR SAYILARI

Araştırmacılar çalışmalarında farklı tekrar sayıları ve farklı sürelerde germeler kullanmışlardır. (Wiemann ve Hahn, 1997) çalışmalarında, 3 tekrarlı 15 sn germe süreli 20 sn dinlenmeli statik gemeler, (Johansson ve ark., 1999), 4 tekrarlı 20 sn germe süreli 20 sn dinlenmeli statik gemeler, (Kubo ve ark., 2002), 5 tekrarlı 45 sn germeli 15 sn dinlenmeli statik gemeler, (Bazett ve Jones, 2003), 3 tekrarlı 30 sn germeli 20sn dinlenmeli statik gemeler, (Guissard ve Duchateau2003), 5 tekrarlı 30 germeli 30 sn dinlenmeli statik gemeler, (Bradley ve ark., 2007) 4 tekrarlı 30 sn germeli 30 sn dinlenmeli statik gemeler kullanmışlardır. Diğer yandan, (Marek ve ark., 2005) ise, 4 tekrarlı, 5 sn karşı kasılmalı, 30 sn germe süreli ve 20 sn dinlenmeli kas-gevşet PNF germe tekniğini, (Holcomb, 2000) 6 sn karşı kasılmalı 40 sn germe süreli kas-gevşet PNF germe tekniğini, (Bieze ve ark., 2006), 3 tekrarlı, 6 sn karşı kasılmalı, 20 sn germe süreli ve 20 sn dinlenmeli kas-gevşet PNF germe tekniğini, (Mitchell ve ark., 2007), 4 tekrarlı, 6 sn karşı kasılmalı 10 sn germe süreli ve 20 sn dinlenmeli kas-gevşet PNF germe tekniğini, kullanmışlardır.

2.8. GERMENİN KRONİK ETKİLERİ

Germe eğitimi sonrası gevşemiş durumda kas-tendon ünitesinin kompliansındaki artış viskoelastik özelliklerde değişmelere veya refleks sertlikte azalmalara neden olur. Germe programları süresince H ve T refleksinde belirgin azalma olur. Bununla birlikte T refleksinin amplitüdü H refleksinin amplitüdünden daha hızlı bir şekilde azalır. H refleksinin amplitüdünde azalma germe sonrası motor nöron eksitabilitesindeki azalma veya Ia afferentlerden motor nöron havuzuna sinaptik geçisin azalmasını akla getirir. Germe egzersizleri sonrası T refleksindeki azalma kas içiğinin azalmış duyarlılığı veya kas tendon ünitesinin pasif elastik komponentlerinin artmış kompliansı ile ilişkilidir. Yapılan araştırmalar sonucunda, kas tendon ünitesindeki pasif sertlikteki azalmanın T refleks amplitüdündeki azalmadan tamamıyla sorumlu tutulamayacağı ve germe antrenmanlarından sonra spinal refleks eksitabilitesinin intrinsik olarak azalacağı görülmektedir. Motor nöron havuzundaki

nöral uyarılar 30 seanslık germe sonrası azalır ve bu da kısmen esnekliğin kazanılmasına katkıda bulunur (Guissard, 2006).

2.9. GERMENİN AKUT ETKİLERİ

Eklem hareket genişliğini artırdığına inanılan germe egzersizleri, kas uyumunda bir artışa ve vizkositede bir azalmaya neden olmaktadır. Germe egzersizlerinin kas ve tendonların viskoelastik yapılarını etkilediği görülmüştür. Fakat, bu etkinin süresi kısadır ve kesinlikle 30 dakikadan daha azdır (Shrier Ian, 2002). Germenin kasın kompliansında artma ve viskoelastisitesindeki azalma nedeniyle eklem hareket açıklığını artırdığına inanılmaktadır. Viskoelastisitede hem elastik hem de visköz davranış olduğundan söz edilmektedir. Elastik madde kuvvet uygulandığında uzunluğunda değişiklik gösterecektir ve serbest bırakıldığında hemen orijinal uzunluğuna geri dönecektir. Bu etki zamana bağlı değildir. Ancak visköz madde zamana bağlı akıcılık ve hareket gösterecektir. Deneysel olarak, visköz davranış eğer kuvvet sabit tutulursa “*creep*” ya da uzunluk sabit tutulursa “stres relaksasyona” neden olmaktadır. Kuvvet ortadan kaldırıldığında, madde yavaşça orijinal uzunluğuna geri döner. Bu kuvvet kaldırıldıktan sonra bile sürekli olarak uzamış pozisyonda kalan plastik deformasyondan farklıdır (MacAuley, 2002)

Germenin kas ve tendonun viskoelastik davranışını etkilediği görülmektedir fakat bu etkilerin süresi kısadır. Magnusson (1998), artan ROM’un eğer germe sonrası dinlenmede kalınırsa 60 dakikada kaybolduğunu rapor etmiştir. Ama aralarda değerlendirme yapmadıklarından, etki 1–60 dakikanın herhangi bir yerinde sonlanmış olabilir. Daha sonraki çalışmalarda germenin kasın viskoelastisitesini 3 dakikadan daha az zaman için azalttığı bulunmuştur Ayrıca germenin kas gerilmesi süresince analjezik gibi ağrı eşiğini artırdığı görülmüştür (Özengin, 2007).

2.10. GERME EGZERSİZLERİNİN PERFORMANSA ETKİSİ

Germe egzersizlerinin performansa herhangi bir yararı olup olmadığı yapılan son araştırmalarda tartışmalıdır (Weerapong, 2004). Esnekliği artırmak için verilen germe egzersizleri birçok sporcunun hem antrenman programlarında hem de ısınma aktivitelerinde düzenli olarak yer almaktadır. Aktiviteler öncesi temel bileşen olarak germe egzersizlerinin yaygın olarak kullanılması ve kabulüne rağmen, iddia edilen yararları ki bunlar performans üzerine ve yaralanmalarının önlenmesi üzerine olan yararlarıdır, birçok araştırmada tartışma konusu olmuştur. Son araştırmalar, akut germenin maksimal performans üzerine olumsuz etkisi olduğunu rapor etmişlerdir (Nelson ve ark., 2005). Aktivite öncesi yapılan germenin maksimal kuvvet, dikey sıçrama performansı ve koşma hızı üzerine olumsuz etkiye sahip olduğu savunulmaktadır. Daha önceki bilinen sonuçlar ve son zamanlarda yapılan araştırmaların sonuçları antrenör ve sporcuların kararlarını zorlaştırmaktadır. Aktivite öncesinde esneklik egzersizleri yapılmalı mı? Bu maksimum performansın kaybı için bir risk oluşturur mu? Esneklik egzersizlerinin yapılmaması yaralanma riskini artırır mı? Eğer germe, performans üzerinde olumsuz etkiye sahipse aktivite öncesi germenin elimine edilmesi büyük avantaj olacaktır (Özengin, 2007).

2.11. ELEKTROMİYOGRAFİ (EMG)

Kas içine veya yüzeyine elektrot yerleştirerek aksiyon potansiyellerinin oluşmasına bağlı olarak zar potansiyelinde ortaya çıkan elektriksel değişikliklerin yazdırılma işlemine elektromyografi EMG denir (Enoka, 1988). Kas liflerinden aksiyon potansiyelleri oluşurken akımın bir bölümü de deriye yayılır. Birden çok kas lifi es zamanlı kasılırsa, deride elektrik potansiyellerinin summası çok büyük değerlere yükselebilir. EMG kaydı; iki elektrotu deriye uygulayarak veya iğne elektrotları kasın içine batırarak elde edilir (Chusid, 1982). EMG ile kas membranı boyunca oluşan elektriksel akımlar kaydedilir. Kasların kasılması sinirler aracılığıyla beyinden iletilmiş olan uyarıcı potansiyellerin kaslarda oluşturduğu Motor Ünite Aksiyon Potansiyelleri (MÜAP) olarak bilinen elektriksel potansiyeller sayesinde olur. Kasılmanın miktarı MÜAP' ların sayısının ve sıklığının artması ile artar.

Kasların kasılı olmadığı veya kasılı olduğu durumlarda MÜAP' ların incelenmesi, şeklinin veya sıklığının normal sınırlar içinde olup olmaması veya normalde karşılaşılmayan elektriksel aktivitelere rastlanılması kaslardaki sorunları belirlemek için incelenen değişkenlerdir. Günlük kullanımında EMG incelemesi denildiğinde kas incelemesi anlamının yanı sıra sinir incelemesini de içeren testler bütünü anlamına gelmektedir (Soderberg, 1992).

2.12. KAS LİFİNİN VE MOTOR ÜNİTELERİN ELEKTROFİZYOLOJİSİ

Omurilik alfa motor nöronlarında bir impuls başladığında o motor nöronun aksonu ile ilişkili kasa iletilir ve kas içi motor akson dallanmalarından geçerek kendine bağlı çizgili kas liflerinin motor son plak bölgelerine çok kısa bir zaman içinde ulaştırılır. Motor son plaktaki elektrokimyasal olaylar dizisini kas liflerinin sarkolemmal membranı boyunca yine bir dizi elektrokimsayal süreç izler (eksitasyon dalgası), kas lifi eskite olur ve kas lifi aksiyon potansiyeli oluşur. Böylece o motor ünite ait bütün kas liflerinde aksiyon potansiyeli ortaya çıkar. İnsanda istirahat halinde membran potansiyeli 70-80 milivolt (mV)'dur ve membran iç yüzü negatif yüklüdür. Tek kas lifi iki türlü elektriksel aktivite yaratır, bunlar motor son plak potansiyeli ve aksiyon potansiyelidir. Motor son plak potansiyeli, kasa bağlantılı motor sinir terminalinden serbest kalan düşük miktarlardaki asetilkolin ile postsinaptik bölge reseptörleri ve civarındaki kas membranında lokal bir depolarizasyon oluşmasına bağlıdır. Kak lifi aksiyon potansiyeli de yine motor son plak bölgesinde, motor sinir terminallerinden asetilkolin salgılanması ile başlamaktadır. Eğer possinaptik membranda var olan motor son plak potansiyeli yayılan bir depolarizasyon yaratabilecek eşik değere ulaşmamış ise bu lokalize kalıp, minyatür son plak potansiyellerini yaratacaktır. Bunlar 4-8 milisaniye (msn) sürelidir, amplitüdları salgılanan asetilkolin miktarına bağlıdır, kuşkusuz postsinaptik reseptörlerin duyarlılığı ile de ilgilidir. Motor son plak bölgesindeki postsinaptik lokal depolarizasyon eşik değeri aşacak yoğunlukta ise lokal depolarizasyon kas membranı üzerinde her iki yöne doğru yayılır, yayılma hızı 3-5 m/sn'dir ve minyatür son plak potansiyeline göre daha büyük amplitüdlüdür, amplitüdü 80 mV veya üzerindedir,

süresi 3-5 msn'dir. Depolarizasyon ile birlikte kas lifinin içi pozitif olur (Ertekin, 2006).

2.13. TEK SİNİR LİFİNDE EKSİTASYON VE AKSİYON POTANSİYELİ

Kas hücresi ve sinir hücresi gibi uyarılabilen yapıların en önemli özellikleri hücre içi ve dışında bir elektriksel gerilim farkı olması ve hücre membranı boyunca bu gerilim farklarındaki özel değişimlerle eksitabilite ve iletim dediğimiz olayların oluşmasıdır (Ertekin, 2006).

Sinir ve kas lifleri membranlarının iç yüzeyi negatif, dış yüzeyi pozitif elektrik yük taşırlar. Yani membranın içi ve dışı arasında bir elektriksel gerilim farkı vardır. Kas lifinde, istirahat halinde gerilim farkı -90 mV civarındadır. Sinir lifi membranında ise 50-70 mV civarındadır. Membran iç ve dış yüzeyleri arasındaki bu polarizasyon ve gerilim farkına istirahat potansiyeli denir. Ektisabl olmayan diğer hücrelerin membranlarında, örneğin eritrositte de böyle bir polarizasyon ya da gerilim farkı olmakla beraber, bu hücreler elektriksel gerilim ve polarizasyon değişimleri ile sıkı ilişkili olan aksiyon potansiyeli yaratmazlar. Bu hücre membranlarındaki gerilim farkını tanımlamak için transmembran potansiyeli terimi kullanmak daha doğrudur. İstirahat potansiyeli terimi daha çok kas ve sinir membranları için kullanılır (Ertekin, 2006).

Sinir lifi membranının iç yüzünün negatif, dış yüzünün pozitif yüklü olmasında hangi etmenler rol oynamaktadır.

a) Sinir hücresinin içinde Potasyum (K) iyonları ile protein yapılı ve büyük moleküllü anyonlar yüksek konsantrasyonda bulunurlar. Buna karşılık, potasyum (K+) ve adı geçen anyonların hücre dışındaki konsantrasyonları düşüktür.

b) Na⁺ iyonları ise hücre dışında yüksek, hücre için de düşük konsantrasyondadırlar.

c) Hücre zarı delikli bir yapıdır, istirahat halinde ve aksiyon potansiyeli sırasında çeşitli iyonlara karşı geçirgenliği farklılıklar gösterebilir.

Ayrıca Na^+ ve K^+ iyonlarının kendilerine özgü kanalları olduğunu, bunlardan Na^+ kanallarının Ranvier boğumlarında çok daha yoğun olduğunu, K^+ iyon kanallarının ise internodal segmentler altındaki akson membranında daha çok bulunduğu bilinmektedir. Bu iyon kanallarının dağılışı yanı sıra, iyonları geçirir hızı (*Conductance*), yavaş veya hızlı açılmaları, akımı içeri veya dışarıya doğru çevirmeleri gibi farklı özellikleri de vardır. Şu halde sinir hücresi membranı boyunca, özellikle Ranvier nodüllerinde, akson membranında dışarıda Na^+ 'un hücre içinde anyonların yüksek konsantrasyonda olması, Na^+ kanallarının kapalı olması ve potasyum kanallarının çok az sayıda olması istirahat membran potansiyelinin oluşumunu sağlar. Bu işin temelinde hücre membranının yapısı ve seçici geçirgenliği yatmaktadır. Normal hücre zarı iki yaprak halindedir. Her iki yaprak arasında birbiri ile paketler yapmış lipid molekülleri bulunur. Dış yaprak intersitisiyel sıvı ile karşı karşıya gelen protein molekülleri tabakasından oluşur. İyonize olmuş bir maddenin hücre içine geçebilmesi iki şekilde olur (Ertekin, 2006).

a) Pasif geçiş

b) Aktif transport

İyonize maddenin ya da iyonların membranı pasif olarak geçmelerinde 3 temel ilke söz konusudur:

1. Hücre membranı ile ayrılmış, hücre içi ve dışında bulunan maddenin (ya da iyonun) "Konsantrasyon Gradyan"ı zar geçişinde önemlidir. Buna "Difüzyon Gradyanı" adı da verilebilir. Eğer İyonize madde bir yanda yüksek konsantrasyonda ise, düşük konsantrasyonlu yana doğru bir pasif itilme meydana gelir. Örneğin hücre içi potasyumu yüksek konsantrasyonda olduğu için difüzyon gücü ile hücre dışına ve sodyum ise tersine hücre içine doğru itilmeğe çalışılır (Ertekin, 2006).

2. Hücre membranı boyunca meydana gelmiş olan polarizasyon yada diğer bir deyiş ile gerilim farkı; daima katyonları hücre içine ve anyonları hücre dışına

taşıma eğilimi gösterir. Buna da "Elektrokompulsif Güç" veya "Voltaj Gradyanı" adı verilir. Örneğin Na^+ pozitif yüklü olduğu için hücre içine çekilme eğilimindedir (Ertekin, 2006).

3. Membran permeabilitesi: Pasif bir olay olarak, bir maddenin, zarı geçebilme kolaylığı birim zaman içinde membranı aşan partikül sayısına bağlıdır. Burada bazı iyonların kendi kanallarının özellikleri önem taşır. Kanalın çapı kadar iyonun genişliği de önemlidir. Örneğin sodyum iyonu, potasyum ve klorür iyonlarına göre daha büyüktür. Buna göre potasyumun geçişi sodyuma göre 50 kez daha yüksektir. Eğer diffüzyon yolu ile birim zamanda 4 sodyum iyonu hücre içine girerse, 200 potasyum iyonu aynı zamanda hücre dışına çıkar. Kuşkusuz böyle bir olayda membran polarizasyonunu korumak için dışarı çıkan (+) yüklü potasyum iyonu kadar (-) yüklü klorür iyonu da dışarı çıkacaktır (Ertekin, 2006).

Buradan anlaşıyor ki, hücre zarının selektif geçirgenlik göstermesi, iyonların diffüzyon ve voltaj gradyanlarının yarattığı itici güçler; membran boyunca her bir iyonun belirli bir denge içinde olmalarını gerektirir. Bu denge hali belirli bir denklem ile ifade edilir ki buna *Nernst denklemi* adı verilmektedir. Her bir iyon için ayrı bir denge potansiyeli vardır. Örneğin K^+ için ;

$$E_K = \frac{RT}{FZ_K} \log e \frac{(\text{K}^+) \text{ hücre dışı konsantrasyonu}}{(\text{K}^+) \text{ hücre içi konsantrasyonu}}$$

E_K = Potasyum denge potansiyeli

R = Ünlversal gaz sabitesi

T = Absolüt ısı

F = Faraday sabitesi

Z_K = Potasyum iyon valansı'dır.

Bazı değerler yerine konursa denklem aşağıdaki hale gelir:

$$E_K = 61 \log_{10} \frac{(K^+)_{dış}}{(K^+)_{iç}} = -90 \text{ mV}$$

2.14. MOTOR ÜNİTE AKSİYON POTANSİYELİ

Kayıt elektrotun kayıt alanına girebilen bir tek motor üniteye ait tüm kas liflerinin birleşik aksiyon potansiyeli. İstemli kasılmada kararlı görünüm ve kasılmanın gücü ile düzenli ilişkisiyle karakterizedir. Kayıt elektrotu yansız olarak kasa yerleştirildiğinde aşağıdaki ölçümlerle tanımlanabilirler: 1.Biçim: (a) Genlik, tepeden tepeye (μV veya mV), (b) süre, toplam süre (msn), (c) faz sayısı (monofazik, bifazik, trifazik, tetrafazik, polifazik), (d) her fazın polaritesi (negatif, pozitif), (e) dönüşlerin sayısı, (f) şekildeki değişim (jiggle), varsa ardışık boşalım, (g) uydu (satellit) potansiyel varlığı, (h) uyduları da içeren dikenlerin süresi. 2. Tam kasılma özellikleri: (a) aktivasyon eşiği (ilk ateşleme, düşük ve yüksek eşiğ), (b) başlangıç frekansı, (c) tam kasılma frekansı (Hz) veya her bir potansiyelin tam kasılma aralığı (Kaya, 2004).

2.15. YÜZEYSEL ELEKTROMİYOGRAFİ

Yüzeysel elektromiyografi (sEMG) nörofizyoloji, kinesiyojji ve biyomekanik alanlarında kullanılan çok önemli bir araçtır. Biyomekanik ve kinesiyojji alanlarında sEMG sıklıkla sinyallerin amplitudlerinden faydalanarak hareket, kuvvet ve kas aktivasyonlarını tahmin etmek için kullanılır. Nörofizyolojide sEMG sıklıkla kas dokusunun anatomik özelliklerini, kasların uyarılma alanlarını veya fibril uzunluğunu, tek bir motor ünite aksiyon potansiyelinin iletim hızı gibi nörolojik özelliklerini analiz etmek için kullanılır (Staudenmann ve ark., 2005;

Olliver ve ark., 2005; Rahnema ve ark., 2005; Lloyd ve Besier, 2003; Potvin ve ark., 1996).

2.15.1. Yüzeysel EMG Sinyallerinin Kayıt Tekniği

EMG sinyal kaydetme işlemi ilk zamanlar, ölçüm yapılacak olan kasa ince iğnelerin sokulması ve bu iğnelere bağlı kabloların sinyalleri iletmesiyle yapılmaktaydı. Elektrot kullanılan yüzeysel ölçüm yöntemine oranla daha doğru ve net sonuçlar vermesine rağmen bu yöntem, ölçüm yapılan insanlara acı vermekte ve bu özelliğiyle sinyal kayıt işlemlerini zor duruma sokmaktadır. Biyomedikal çalışmalar üzerine son yıllarda yapılan yoğun çalışmalar neticesinde, elektrotların kullanıldığı yüzeysel EMG sinyal ölçümlerinde elde edilen sonuçların doğruluğu neredeyse iğne kullanılanların ki kadar iyileştirilmiştir.

Yaklaşık olarak 0-10 MV arasında değişen EMG sinyal genişliği, rastgele (stochastic) bir dağılım gösterir ve Gauss dağılım formülüyle gösterilebilir. Sinyalin kullanılabilir enerji aralığı, 0-500 Hz frekans değerleri arasındadır. Kullanılabilir enerjiden kastedilen, genliği elektriksel gürültü seviyesinin yukarısında bulunan sinyallerdir. 0-150 Hz arası ise sinyal genliğinin en büyük olduğu frekans değerleridir. EMG ölçümlerinde kullanılan elektrotların, sinyalin özelliklerini etkileme konusunda önemli rolleri vardır. EMG sinyali kaydedilirken, ölçüm yapılan kasa yakın kaslardaki elektrik aktivasyonu, gerçek sinyale karışabilir ve bundan ötürü sinyalin özelliğini bozabilir. Yan ses olarak adlandırılan bu durumun ortaya çıkmasında, büyük yüzeye sahip elektrotların da etkisi vardır. Dolayısıyla elektrot yüzeyinin olabildiğince küçük tutulması, sağlıklı EMG sinyal ölçümü için uygulanan yöntemlerden biridir.

Sinyalin doğru kaydedilmesi için dikkat edilmesi gereken hususlardan bir tanesi de, kas yüzeylerine yerleştirilen elektrotların, kas yüzeyine temas yerlerinin doğru belirlenmesidir. Elektrotların, kasta oluşan elektriksel aktivasyonu tam olarak algılayabilmesi için, kasın tam orta noktalarına yerleştirilmeleri gerekir (Arslan, 2005).

2.15.2. Elektromiyografik Sinyallerin Verdiği Bilgiler

EMG ile elde edilen veriler genel olarak 3 kategori ayrılarak bizlere bu kategoriler hakkında bilgi verirler. EMG genel olarak; Anatomi ile ilişkili hareketler ve EMG'nin zamana ait görünüşü arasındaki ilişki, kas yorgunluğu ile EMG arasındaki ilişki ve son olarak da kuvvet üretimi ile EMG arasındaki ilişki hakkında bize bilgi verir (Soderberg, 1992).

2.15.2.1. Elektromiyografik Sinyallerin Zaman ile İlişkisi

Belirli bir zaman diliminde veya aktivite sırasında kasın üzerinden ya da kas kasılı olmadığı bir zaman diliminde kayıt edilen EMG'den elde edilebilen en temel bilgidir. Kas kasılı olmadığı zaman alınan kayıtlar genel olarak çok zordur çünkü kas tam gevşeme veya rahatlama safhasında oldukça seyrek sinyaller verir (Soderberg, 1992).

2.15.2.2. Elektromiyografik Sinyallerin Kuvvet ile İlişkisi

EMG sinyali-kuvvet ilişkisinin tayinini yapmak, oldukça karmaşık ve zor bir işlemdir. Çünkü EMG sinyalinin davranışı birçok etkenden dolayı kolaylıkla değişebilmektedir. Bununla birlikte, EMG sinyali ve kuvvet genişliği normalize edilerek, ilişkiyi olumsuz etkileyen faktörlerin büyük kısmı ortadan kaldırılabilir. Ancak bunun için, elektrot yerlerinin ve aktif kas lifleri ile elektrot arası mesafenin sabit kaldığı kasılmalar gerçekleşmelidir. Eğer sinyal kuvvet ilişkisi farklı denekler arasında karşılaştırma yapmak için belirlenmeye çalışılıyorsa, vücuttaki yağ tabakası ile elektrot yüzeyleri arasındaki mesafe farklılıklarından dolayı bu işlem daha da zor olacaktır.

Kasların oluşturduğu kuvvet ile EMG sinyalleri arasındaki ilişkinin belirlenebilmesi için hala bilgi gereksinimi mevcuttur. Son elli yıllık bilimsel çalışmalar bu konu üzerine yapılan tartışmaların hala devam ettiğini göstermektedir (Arslan, 2005). Motor ünite ateşlenme oranlarının büyük bir dinamik dağılıma sahip

olduğu ve düşük kuvvet uygulamalarında motor ünitelerin bir araya gelmelerinin (recruitment) sınırlı olduğu küçük kaslardaki ilişki, göreceli olarak lineerdir. Oysa büyük kuvvet etkimesinde motor ünitelerin geniş zaman aralığında toplandığı ve ateşlenme oranlarının küçük bir dinamik dağılıma sahip olduğu büyük kaslardaki ilişki, göreceli olarak non-lineerdir. Yan ses olayı, yüzeysel EMG sinyallerinin kaydedilmesi esnasında sıkça karşılaşılan bir durumdur. Diğer etkenlerde olduğu gibi, yan ses olayının da engellenemese de en azından etkisinin azaltılması gerekmektedir. Anizometrik bir kasılmada, çeşitli mekanik, fizyolojik, anatomik ve elektriksel değişimler meydana gelir. Örneğin, kas liflerindeki kuvvet- kas uzunluğu ilişkisi non lineerdir. Çünkü kasılan kas liflerine göre deri tabakasına sabitlenmiş elektrotların yerleri değiştikçe, EMG sinyalini oluşturan motor ünite potansiyelinin şekilleri değişmektedir. Eğer anizometrik halde EMG kaydedilmesi gerekli ise, EMG sinyallerini küçük dilimlere (pencere) bölüp, sinyal analizinin bu dilimler içerisinde yapılması gerekmektedir. İzometrik halde bile EMG sinyali-kuvvet ilişkisi kurmak problemliyken, anizometrik halde böylesi bir ilişkinin elde edilmesi çok güçtür. Genel kabul gören bir görüşe göre, EMG sinyali yeterli derece yumuşatıldığı zaman ilişki monotondur, ancak lineerlik kaslar arasında değişim göstermektedir (De Luca 1997).

Bir EMG kuvvet ölçümü kas kasılmasında devreye giren motor ünitelerin oranı ve ortalama sayılarının miktarı ve aslında kuvvet üretim miktarını anlamak için kullanılır (Soderberg, 1992).

2.15.2.3. Elektromiyografik Sinyallerin Yorgunluk ile İlişkisi

Lokelize kas yorgunluğun meydana gelişini tanımlamak için EMG sinyallerinden elde edilen bilgiler ise üçüncü ve son kategoriyi oluşturur. Bir çok araştırmacı çalışmalarında yorgun kasılmalar süresince düşük frekans alanının arttığını ve EMG sinyallerinin yüksek frekans alanlarında güç yoğunluğunun azaldığını göstermişlerdir (Soderberg, 1992).

Tablo 2.1. EMG'nin sinyal içeriğini etkileyen faktörler. Soderberg (1992)'den alınmıştır.

Faktör	Etki
Nöroaktivasyon	• Motor ünite aksiyon potansiyellerinin ateşlenme oranı • Devreye giren motor ünitelerin sayısı • Motor ünite ateşlenmesinin aynı anda oluşması
Kas Fibril Fizyolojisi	• Kas fibrillerinin iletme hızı
Kas Anatomisi	• Motor ünitelerdeki kas fibrillerinin dağıtımı ve yönlendirilmesi • Kas fibrillerinin çapı • Motor ünite sayısının toplamı
Elektrotların büyüklüğü ve yönlendirilmesi	• Elektrotların veri toplama alanı içindeki kas fibril sayısı • Elektrotların veri toplama alanı içindeki motor ünite sayısı
Elektrot-Elektrolit Ara Yüzeyi.	• Elektrot yeri ve elektrotun malzemesi ve hazırlanması • Elektrot impedance'nın azalması ile frekansın artması (Yüksek geçiş filtresi)
Bipolar Elektrot Konfigurasyonu	• Band aralığı(bandpass fitler) ve elektrotların sinyali bulma yeri arasındaki uzaklığın etkisi • Kas fibrillerinin eksenine göre elektrotların yönlendirilmesi

2.15.3. Elektromiyografide Power Spectrum Analizi

Power spectrum analizi (PSA) az bilinen az kullanılan ve gerçekte klinik yararı tartışmalı olan bir yöntemdir. EMG’de PSA aşağıdaki etmenlere bağlı olarak çıkar.

1.Bireysel MÜP’lerin özellikleri. Buna potansiyel süresi ve polifazik potansiyeller de dahildir.

2.Yorgun kas liflerinde iletim hızında azalma.

3.MÜP’lerin ateşlenme oranı.

4.Kayıtlanan bölgede bulunan MÜP’lerin toplanma derecesi. Toplanma derecesi muhtemelen verilen bir kas gücünde kayıtlanan bölgedeki MÜP’lerin sayısına çok bağlıdır.

5.Elektrot ve civarındaki dokunma özellikleri.

PSA’nın son yıllarda nöromusküler hastalıklardaki değeri tartışılmaya başlanmıştır. Bugünkü EMG aygıtlarının bazıları PSA elde edebilecek şekilde ayarlanmıştır. Bu nedenle güç-spectrum analizi’nin normalde ve hastalık halinde ne olduğu tartışılmaktadır. 1950’li yıllarda analog frekans band filtreleri kullanılarak yapılan çalışmalarda iğne EMG’nin frekans dağılışının, kas gücünden bağımsız olduğu sonucuna varılmıştır. Sonraki yıllarda yapılan IP analizlerinde; PSA’nın iğne EMG ile yüksekten düşük frekanslara doğru kaydığı, bununla beraber maksimum kas gücünün %10’dan %80’e arttığı gösterilmiştir. Bu durum muhtemelen MÜP sayısı arttıkça bunların toplanması veya superpose olmasının, küçük hızlı sivri uçlardan bazısının iptaline yol açması nedeni ileidir. Bu hipoteze göre power spektrumu yüksekten düşük frekansa doğru bir itilim yapar. Bu birim saniye içindeki potansiyel sayısında azalma ile birlikte (Ertekin, 2006).

2.16. ROOT MEAN SQUARE

Root mean square (RMS) değerini belirlemek için bir balistik galvonometre, güçlü bir voltmetre ya da bir bilgisayar kullanılır. Power spectrum analizi kullanılarak ta ölçülebilir. Myoelektrik uyarıların gerçek RMS değeri uyarılardaki elektriksel gücü ölçer. RMS kaç motor ünite uyarıldığına, motor uyarılma hızına, motor ünite alanına,

süresine ve elektriksel uyarıların ilerleme hızına, elektrotların konma yerine ve ölçüm aletinin özelliklerine bağlıdır. Zaman içerisinde akımların ortalama değerini verir ve bu nedenle linear envelope'a benzer. Pozitif veya zaman göstergesi ile kombinasyon içinde, elektriksel uyarıların güç çıkışının anlık ölçümlerini verir (Soderberg, 1992).

Myoelektriksel aktivitenin bir göstergesi olarak kullanılan RMS değerleri, elektriksel uyarıların etkisine bağlı olarak, kas dokusunun fonksiyonel durumunun fizyolojik ölçümünü verir. Lawrence ve De Luca birçok çalışmanın temeli olarak antrenman ve kuvvet üretim oranına bağlı ilişkisi ile değişen farklı insan kaslarını normalize edilmiş kuvvet ilişkisini incelemek için yüzeysel EMG uygulamışlardır. RMS değerlerini kullanmışlardır çünkü RMS kas kasılması sırasında motor ünite davranışlarını daha iyi temsil etmektedir. RMS ortaya konan kuvvetle doğrusal olarak ilişkilidir. Eğer kuvvet uygulaması azalırsa myoelektriksel amplitudelerde azalır (Soderberg, 1992).

LİTERATÜR

Bu bölümde germe egzersizlerinin etkileri üzerine yapılan geçmişteki araştırmalar ve bu araştırmaların bulguları üzerinde durulacaktır.

Germe Egzersizlerinin Dikey Sıçrama Performansı (Maksimal Anaerobik Güç) üzerindeki akut etkileri ile ilgili yapılan çalışmalar:

Antrenmanların ve sportif müsabakaların başlangıcında ısınma amaçlı yapılan germe egzersizlerinin akut etkileri farklı araştırmacılar tarafından, farklı şekillerde araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarında da farklı görüşler ortaya çıkmıştır. Bazı araştırmacılar çalışmalarında germe çalışmalarının negatif etkilerinin olmadığı sonucunu bulurken; bazıları da bu sonucun aksine germe egzersizlerinin negatif etkilerinin olduğu sonucunu çıkaran birçok çalışma yapmışlardır.

Biçer ve ark. (2005) iki farklı kombine egzersizin drop sıçrama performansı ve hareket genişliği üzerindeki etkilerini incelemişler. Araştırmaya yaş ortalaması 22.75 ± 3.01 yıl olan 8 bayan voleybolcu katılmıştır. Denekler iki gruba ayrılmıştır. Birinci gruba 12 tekrar 4 set dinamik ve 30 saniye süreli 4 set statik germe egzersizleri, ikinci gruba ise 12 tekrar 4 set dinamik ve 30 saniye süreli 4 set tut-gevşe PNF germe egzersizlerini yaptırmışlardır. Yaptıkları çalışmanın sonucunda grupların ön test – son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını bulmuşlardır. Bu çalışmayla paralel sonuçlara sahip olan başka bir çalışmada, Aydoğ ve ark. (2001), ulusal düzeyde yarışan, yaşları 12–16 arasında toplam 10 erkek üzerinde yaptığı diz ve kalçaya uygulanan fleksiyon ve ekstansiyon germe egzersizlerinin, dizin ekstansiyon ve fleksiyon maksimal kuvvetleri üzerine etkisi araştırmıştır. Sporcular sağ kalça ve dizlerine daha önce belirlenen 6 fleksiyon ve ekstansiyon aktif-statik germe egzersizini 30’ar saniyeden 3’er kez uygulamışlar, sol bacak ise kontrol olarak kullanılıp germe egzersizi uygulanmamıştır. Çalışmanın sonucunda, germe egzersizlerinin maksimal kuvvete etkisi olmadığı saptanmıştır. Benzer bir çalışmada, Unick ve ark. (2005) çalışmalarında statik germe ve balistik germe egzersizlerinin dikey sıçrama performansı üzerine akut etkilerini ve germe egzersizlerinden 15 ve 30 dakika sonra güç değişimlerini incelemişlerdir. Sonuçlarda

statik germe veya balistik germe esneklik öncesinde ve sonrasındaki esneklik skorları ve dikey sıçrama performanslarında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar göstermemiştir. Bu bulgular antrenmanlı bayanlarda yarışma öncesinde yapılan germe egzersizlerinin performansa negatif etki etmediğini göstermiştir. Diğer bir çalışmada ise Knudson ve ark. (2001), 20 genç yetişkin üzerinde esnekliğin akut etkilerinin dikey sıçrama kinematikleri üzerinde etkilerini incelemişler. Çalışmanın sonunda, dikey sıçrama gibi, gerilme-kısalma döngülü aktivitelerden önce yapılan germe egzersizleri bazı deneklerde küçük performans düşüklüğüne sebep olduğunu, fakat genel olarak anlamlı değişiklikler gözlenmediğini bulmuşlardır.

Yukarıda verilen araştırmalarda germe egzersizlerinin performansı negatif yönde etkilemediği sonuçları bulunmuştur. Literatürde bu sonuçlara paralel olmayan farklı çalışma sonuçları da mevcuttur. Germe egzersizlerinin performansı negatif yönde etkilediğini gösteren çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Marek ve ark. (2005) yaptıkları çalışmalarında, yaş ortalaması 23 ± 3 yıl olan 10 bayan, 21 ± 3 yıl olan 9 erkek toplam 19 bireyde, statik ve PNF germenin kas kuvveti ve güç çıkışına olan akut etkilerini araştırmışlardır. Çalışmanın sonunda hem statik hem de PNF germenin, vastus lateralis ve rectus femoris kaslarının EMG genişliğinde düşüşe neden olduğunu bulmuşlardır. Başka bir çalışmada Vetter (2007), germe uygulanarak ve germe uygulanmadan yapılan 6 farklı ısınma protokolünün, 30m. sprint koşusu ve dikey sıçrama (vertical countermovement jump) üzerine etkilerinin karşılaştırılması amacıyla yaptıkları çalışma sonunda, statik germe içeren ısınmaların, sıçrama performansında negatif bir etki oluşturabileceğini söylemişlerdir. Young ve Eliot (2001) yaş ortalaması 22 ± 3 yıl olan 14 erkek sporcuya 4 farklı prosedür uygulayıp sıçrama performanslarını değerlendirmişlerdir. Denekler beş dakikalık ısınmadan sonra statik germe, PNF germe, maksimum istemli kontraksiyon ve kontrol grubu olarak almışlardır. Gluteal, quadriceps femoris ve baldır kas gruplarına 15 saniye 3 tekrarlı statik germe egzersizleri, 3 tekrarlı 5 saniye kontraksiyon 15 saniye PNF germe egzersizleri ve 5 saniye 3 tekrarlı maksimal izometrik kontraksiyonu içeren uygulama yapmışlar ve sonuç olarak diğer prosedürlere göre statik ve PNF germe prosedüründe drop sıçrama performansında azalmanın olduğunu bildirmişlerdir. Drop sıçrama performansındaki azalmanın ters miyotatik refleks gibi inhibitör nöral mekanizmayla ve muskulotendinöz

kompliansındaki artışla ilişkili olabileceği sonucuna ulaşmışlardır. Benzer bir çalışmada, Bradley ve ark. (2007), yaş ortalaması $24,3 \pm 3,2$ olan 18 erkek üniversite öğrencisi üzerinde farklı germe türlerinin dikey sıçrama performansı üzerine akut etkilerini araştırmışlardır. Çalışmalarının sonucunda dikey sıçrama performansının; statik ve PNF germeler sonrası 15 dakika süresince düşmesine rağmen, balistik germenin, sıçrama performansında çok az bir etkisi olduğu sonucunu bulmuşlardır. Sonuç olarak; PNF ya da statik germelerin; patlayıcı güç performansı gerektiren durumlar öncesinde kullanılmamasını önermişlerdir. Başka bir çalışmada McNeal ve Sands (2003) yaş ortalaması 13.3 yıl olan 13 bayan cimnastikçinin alt ekstremitelerine 2 tekrarlı 30 saniye süreli germe egzersizleri uygulamışlar ve germe egzersizleri yapılmadan ve germe egzersizleri yapıldıktan sonra drop sıçrama testi yapmışlar, bunun sonucunda statik germenin performansı % 9.6 oranında azalttığını rapor etmişlerdir. Faigenbaum ve ark (2006) Yaş ortalamaları 15.5 ± 0.9 olan 30 sağlıklı sporcu üzerinde farklı ısınma protokollerinin (statik esneklik, dinamik egzersiz ve statik esneklik ile dinamik egzersizin kombinasyonu), anaerobik performans üzerindeki akut etkileri inceledikleri çalışmalarının sonucunda dikey sıçrama, oturarak sağlık topu fırlatma ve 10 yard sprint performanslarında dinamik egzersiz(DY) ve statik esneklik ve dinamik egzersiz (SDY) gruplarında statik germe grubuna(SG) oranla anlamlı bir artış görmüşlerdir. Isınma amaçlı yapılan dinamik egzersizler ve dinamik egzersizlerle birlikte yapılan statik esneklik, güç gerektiren aktiviteleri yapan sporcular için tek başına yapılan statik esneklikten daha yararlı bulunmuştur. Bu çalışmaya benzer olmayan başka bir çalışmada Wright ve ark. (2006) 18–30 arasında olan 36 sporcu üzerinde statik germe, dinamik germe ve ısınmanın dikey sıçrama üzerine etkisini araştırmışlar. Çalışmalarının sonucunda, ısınma ($2.93 + 2.31$ cm) ve dinamik germe ($1.80 + 2.39$ cm) yapıldığında dikey sıçrama değerlerinin arttığını ancak statik germenin dikey sıçrama performansını azalttığını rapor etmişlerdir ($-1.27 + 2.63$ cm). Bu çalışmaya benzer başka bir çalışmada Church ve ark. (2001), Tenis, kürek, voleybol ve atletizm (atma, atlama ve sprinter) branşı ile ilgilenen 40 bayan katılımcı üzerinde uyguladıkları farklı ısınma ve germe egzersizlerinin dikey sıçrama performansını ne derece etkilediğini belirlemek amaçlı bir çalışma yapmışlardır. Çalışmalarının sonunda, PNF germenin dikey sıçrama performansında anlamlı derecede düşürdüğünü bulmuşlardır. Fowles

ve ark. (2000) yaptığı başka bir çalışma incelendiğinde 10 genç yetişkin genç üzerinde uygulanan pasif germeler motor ünite aktivasyonu ve EMG değerlerinin durağanlaşmasına sebep olmuştur. Fakat 15 dk. sonra normale dönmüştür. Power ve ark. (2004) statik germenin, hareket genişliğini geliştirirken; isometrik kuvveti, kas aktivesini ve sıçrama gücünü azaltıp azaltmadığını belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Araştırmaya, yaşları 20 ile 44 arasında değişen 20 erkek birey gönüllü olarak katılmıştır. Çalışmanın sonucunda; ön testten sonra ve 120 dakika germe sonrası quadricepsin EMG aktivitesinde % 15,1 ve %16,5'lik oranda istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir düşüş gözlenmiştir. Drop jump yüksekliklerinde son test periyotları sonrasında % 6,5 oranında ve istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir düşüş bulunmuştur. Test periyodu sonrasında, konsantrik sıçrama yükseklikleri ise %2 ile %5,4 oranında anlamlı olmayan bir düşüş göstermiştir. Başka bir çalışmada, Brill ve ark. (2005) yaş aralığı 18–22 olan 14 erkek sporcu üzerinde 30 saniye 3 tekrarlı statik germenin alt gövde kuvvet performansına ve fonksiyonel güç performansına etkisini araştırdıkları çalışmanın sonunda statik germenin dikey sıçramayı anlamlı bir şekilde azalttığını bulmuşlardır. Diğer bir çalışmada ise Zakas ve ark. (2006) futbolcular üzerinde uygulanan statik esnetme sürelerinin zirve güç üretimlerine etkilerini incelemişler. Çalışmaya yaş ortalaması 18.5 olan 14 futbolcu katılmış. Denekler üç farklı protokolü üç farklı günde uygulamışlar. Birinci protokolde 30 saniye germe x 1 tekrar, ikinci protokolde 30 saniye germe x 10 tekrar ve üçüncü protokolde de 30 saniye x 16 tekrarlı germeler uygulamış. Germeler uygulandıktan sonra izokinetik dinamometre ile zirve güç ölçümleri yapılmışlardır. Değerlendirmelerinin sonucunda birinci protokol (30 saniye x 1 tekrarlı germe) zirve güçte azalmaya neden olmazken; ikinci (30 saniye x 10 tekrarlı germe) ve üçüncü (30 saniye x 16 tekrarlı germe) protokoller zirve gücü anlamlı derecede düşürmüştür. Benzer başka bir çalışmada Kokkonen ve ark. (1998) statik akut esnekliğin kuvvet üzerindeki etkilerini incelemişler. Çalışmaya yaş ortalamaları 22 olan 15 bayan kolej öğrencisi katılmış. Bütün denekler peş peşe gelen 2 günde bir maksimum tekrarlı yüzüstü diz fleksiyonu ve bir maksimum tekrarlı oturarak diz ekstansiyonu yapmışlar. Denekler iki guruba ayrılmışlar. Birinci grup hareketsiz 10 dakika oturmuş. İkinci grup ise alt ekstremitelere 20 dakika iki tekrarlı 15 saniyelik germeler ve 15 saniyelik dinlenmelerden oluşan pasif statik esneklik uygulamıştır. Bu iki uygulamadan önce

ve sonra otur uzan esneklik testi ve 1 maksimum tekrarlı fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri yapılmıştır. Sonuçlar ışığında birinci grubun ön test – son test sonuçlarında bir değişiklik olmamış. İkinci grubun otur uzan esneklik değerlerinde artış olurken 1 maksimum tekrarlı diz ekstansiyonu ve 1 maksimum tekrarlı diz fleksiyonunda anlamlı düşüşler görülmüştür. Cornwell ve ark. (2001) diğer bir çalışmada, yaş ortalaması 20.6 ± 2.2 yıl olan 10 erkek bireyde 30 saniye süreli germe egzersizleri ya da 10 dakika dinlenmeden sonra dikey sıçrama ya da countermovement sıçrama testlerini uygulamışlar. Çalışmalarının sonucunda, germe egzersizlerinden sonra dikey sıçrama ve countermovement sıçrama yüksekliklerinde azalmanın olduğunu bildirmişlerdir. Dikey sıçramadaki azalmanın, kuvvetin iskelet sistemine geçişinin azalmasında daha kompliant tendonlar yoluyla olmasından kaynaklanabileceği görüşünü ortaya çıkarmışlardır. Evetovich ve ark. (2003) statik germelerin kassal performansı negatif yönde etkilediğini gösterdiği çalışmasında, statik germenin konsantrik izokinetik kas hareketleri sırasında mekanomiyografi, elektromiyografi ve tonus üzerindeki akut etkilerini incelemiştir. Deneklerin EMG ve MMG değerleri kaydedilirken 2 durumda maksimal izokinetik ön kol fleksiyon kuvvet testi yapılmıştır. Denekler, kuvvet testi öncesinde germe ve kontrol grubu olarak ikiye ayrılmıştır. Kontrol ve germe grubundaki tonus ve MMG değerleri arasındaki farkın anlamlı, EMG değerlerindeki farkın anlamlı olmadığı görülmüştür. Diğer bir çalışmada Wallman ve ark. (2005) yaş aralığı 18–34 yıl olan 14 bireyde gastroknemius kasına 30 saniye 3 tekrarlı statik germe uygulayıp dikey sıçrama performanslarını değerlendirmişler ve elde edilen bulgular ışığında, gastroknemius kasına uygulanan statik germenin maksimal sıçrama performansını negatif olarak etkilediğini bulmuşlardır. Değişik bir çalışmada, Dauty ve ark. (1999) quadriceps femoris ve hamstringlerin esnekliği ve kuvvet arasındaki korelasyonu belirlemek için 22 Fransız voleybolcu üzerinde çalışmıştır. Sporcuları underwent jump testini uygulamış ve böylelikle quadriceps ve hamstring esnekliği ve izokinetik kuvveti bir Cybex 6000 dinanometresi kullanarak ölçmüştür. Dikey sıçramayı ölçmek için Sargent Jump testi kullanılmıştır. Quadriceps femoris değerleri 6 sn'lik 10, 60 ve 90 derecelik fleksiyonlar süresine ölçülmüştür. Konsantrik kuvvet 90, 180 ve 240 derecelik açısız hızlarda ölçülmüştür. Yapılan çalışma bulgularında; yaş ile sıçrama arasında negatif korelasyon var iken 240 derecelik açısız hızla yapılan konsantrik

izokinetik kasılma sırasında hamstringlerin dönme hızındaki artış enerjisi ve diz esnekliği ile yaş ve sıçrama arasında pozitif korelasyon bulunmuştur. Buna rağmen quadriceps femoris konsantrik zirve torku ile eksantrik zirve torku arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Sonuç olarak sıçrama hem esnekliği hem de nöromotor özelliklerin her ikisini de gerektirmektedir. Bu hareketin daha iyi anlaşılması voleybolun gerçek karakteristiğini anlaşılmasına izin verir. Benzer sonuçlar göstermiştir ki sıçrama bacağı ve savurma bacağına da antrenman uygulamalarında çalıştırarak performans artmasını ve kas-tendon sakatlığını önleyici olabileceği bildirilmiştir. Bu sonuçlar rehabilitasyon uygulamaları ile birlikte çeşitli travma sonrası hastalıkların düzeltilmesinde de rehberlik yapabilir. Feland ve ark. (2001) yapmış oldukları çalışmalarında, dünya veteranlar oyunlarına katılan 55 ve 79 yaşları arasında 97 denek (yaş ort; 65) üzerinde PNF germe ve statik germe egzersizlerinin hamstring esnekliğini üzerindeki akut etkilerini karşılaştırmıştır. Çalışmalarının sonucunda, kas-gevşet PNF ve statik germeler esnekliği anlamlı olarak geliştirmiştir. Araştırmacılar; erkekler ve 65 yaşından küçük katılımcılar için, kas-gevşet PNF germelerin, statik germelerden daha yararlı olduğunu; bayanlar ve 65 yaşından büyük katılımcılar içinse de; kas-gevşet PNF ve statik germelerin esneklik için benzer yararlar gösterdiğini bulmuşlardır. Farklı bir germe yönteminin kullanıldığı başka bir çalışmada, Nelson ve Kokkonen (2001), beden eğitimi sınıflarında öğrenim gören, yaş ortalaması 21,6 olan 11 bayan ve 23,3 olan 11 erkek toplam 22 kolej öğrencisi üzerinde akut balistik germe aktivitesinin maksimal kuvvet performansına etkisini araştırmışlardır. Bulgulara göre; akut balistik germe yapılan grubun bir maksimum tekrarlı diz fleksiyonu ve ekstansiyonu, germe yapılmayan grubunkinden anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur. Balistik germe programı; bir maksimum tekrarlı diz fleksiyonu ve ekstansiyonunda negatif etki göstermiştir. Akut balistik germe, diz fleksör ve ekstansörlerinin maksimal kuvvetini engelleyebileceği bu araştırma sonucunda ortaya çıkmıştır. Araştırmacılara göre, kuvvetteki azalma germe egzersiz çeşitlerinden bağımsızdır ve başarının maksimal kuvvet çıkışıyla ilişkili olduğu aktiviteler öncesinde, yoğun germe egzersizlerinin uygulanmaması gerekir.

Germe Egzersizlerinin EMG değerleri üzerindeki akut etkileri ile ilgili yapılan çalışmalar :

Hanten ve Schulthies (1990); kalça addüksiyonu ve medial tibial rotasyon egzersizleri uygulanırken, *vastus medialis oblique* kasının *vastus lateralis* kasına oranla daha yüksek elektriksel aktiviteye sahip olup olmadığını belirlemek amaçlı bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. *Vastus medialis oblique* ve *vastus lateralis* kaslarının elektriksel aktivitesi, 25 sağlıklı denek üzerinde, kalça addüksiyonu ve *medial tibial* rotasyonun maksimal güçle izometrik kasılmaları süresince ölçülmüştür. Bulgulara göre kalça addüksiyonu egzersizi sırasında, *vastus medialis oblique* kasının EMG aktivitesi, *vastus lateralis* kasından anlamlı bir şekilde yüksek çıkmıştır. *Medial tibial* rotasyonunda anlamlı bir farklılığa rastlanamamıştır. *Vastus medialis oblique* kası, kalça addüksiyon egzersizlerinde aktif olarak harekete katılmıştır. Başka bir çalışmada, Osternig ve ark. (1987), yaşları 23-36 arasında olan bayan ve erkek toplam 10 denek üzerinde bilinen üç farklı PNF tekniğinin, *hamstring* kas aktivitesine ve diz ekstansiyonuna etkilerini araştırmak amaçlı bir çalışma yapmışlardır. Bulgularda *hamstring* EMG aktivitesi sırasıyla agonist kas-gevşet ve kas-gevşet PNF tekniklerinde % 8-43 artmıştır. Ger-gevşet PNF tekniği, *hamstring* EMG aktivitesinde % 11'lik bir düşüşe neden olmuştur. Agonist kas-gevşet PNF germe tekniği sırasıyla kas-gevşet ve ger-gevşet tekniklerine oranla, %3-6 daha fazla diz ekstansiyonu değerleri üretmesine rağmen agonist kas-gevşet PNF egzersizleri sırasında % 71-155 daha fazla *hamstring* aktivitesi görülmüştür. Kas-gevşet ve agonist kas-gevşet teknikleri, diz ekstansiyonu sırasında kasta oluşan gerimin üstesinden gelebilmek için gereken gevşemeyi yeterli oranda sağlayamamıştır. Bununla birlikte *hamstring* önemli bir gerim altındayken, hareket genişliğinde bir artış başarılmıştır. Germe devam ederse, bu tür gerimler ağrıya ve zorlanmalara karşı kas dayanabilirliğini geliştirebilir. Ger-gevşet germe tekniği ile sağlanan diz ekstansiyon derecesi, kas-gevşet ve agonist kas-gevşet germe tekniklerinden % 3-6 oranında daha azdır ve aynı zamanda da ger-gevşet germe tekniği *hamstring* aktivitesinde azalmaya neden olmuştur. Ama yine de sakatlık riskine karşı uygulanan teknikler içinde en güvenlisi olabilir. Mohr ve ark. (1998) yaptığı başka bir çalışmada, hem ısınma öncesinde hem de ısınma sonrasında biceps femoris, soleus ve gastrocnemius kaslarından statik germe esnasında alınan elektromyografik (EMG) değerleri karşılaştırılmıştır.

Çalışmaya gönüllü olarak yaşları 23 ile 36 arasında olan ve geçmişte alt ekstremitte sakatlığı geçirmemiş 16 sağlıklı denek katılmıştır. Denekler 90 saniyelik bir kez hamstringleri gerdirmiş ve 4 kezde calf kasını gerdirildikten sonra 30 dakika boyunca bisikletle ısıdırılmış ve ardından da tekrar germe egzersizlerine tabi tutulmuşlardır. EMG değerleri ısınma öncesinde ve sonrasında, germenin 0, 30, 60 ve 90'ıncı saniyelerinde kayıt edilmiştir. Maksimum Manuel Muscle Testing (MMT) süresinde kayıt edilen değerler EMG'e göre normalize edilmiştir. Bütün kaslarda düşük EMG aktivitesi görülmüştür (< %20 MMT). Bütün kaslarda germe süresinin devam ettiği noktalarda da EMG aktivitesi değişmemiştir. Fakat dizin bükülmesi esnasındaki germe sırasında soleus kasındaki EMG aktivitesinde artış gözlenmemiştir. Isınma sonrasında ise gastrocnemius kasının EMG aktivitelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma görülmüştür. Sonuçta statik germe esnasında EMG aktivitesi azalmıştır. Belirlenen germe pozisyonunun zamanı ile EMG aktivitesi olduğu gibi kalarak değişmemiştir. Bazı germeler için ısınma sonrasında soleus ve gastrocnemius kaslarının EMG aktivitesi anlamlı olarak azalmıştır. Bununla birlikte biceps femoris kasının EMG aktivitesinde de ısınma öncesinde ve sonrasında farklılıklar gözlenmemiştir. Diğer bir çalışmada Power ve ark. (2004) statik germenin, hareket genişliğini geliştirirken; isometrik kuvveti, kas aktivesini ve sıçrama gücünü azaltıp azaltmadığını belirlemek amaçlı bir çalışma yapmışlardır. Sonuç olarak; ön testten sonra ve 120 dakika germe sonrası quadricepsin EMG aktivitesinde % 15,1 ve %16,5'lik oranda istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir düşüş gözlenmiştir. Osternig ve ark. (1990), statik germe (sustained stretch) ve iki yaygın PNF germe tekniğinin *hamstring* kas aktivasyonu ve diz ekstansiyonu hareket genişliğine etkisini farklı fiziksel özelliklere sahip denekler üzerinde araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, agonist kas-gevşet PNF germe tekniği ile; ger-gevşet ve kas-gevşet PNF germe tekniklerine oranla sırasıyla % 89-110 daha yüksek *hamstring* EMG aktivitesi üretilmiştir. Bu bulgular göre; kas aktivitesindeki düşüşler, eklemlerin hareket genişliğindeki artış ile ilişkili olmayabilir ve kas gevşemesinin dışındaki faktörler, hareket genişliğinin artışında önemlidir. Başka bir çalışmada Ferber ve ark. (2002) yaşları 55 ile 75 arasında değişen 26 erkek yaşlıda diz fleksör kasının EMG aktivitesi üzerinde, PNF germe tekniklerinin etkisini araştırmışlardır. Deneklere; statik germe, kas-gevşet PNF germe ve agonist kas-gevşet PNF germe olmak üzere üç farklı germe

egzersizi uygulatılmıştır. Tüm germe teknikleri deneklere toplam 80 saniye boyunca uygulatılmıştır. Sonuç olarak bütün germe teknikleri, hareket genişliğinin ve *hamstring* ve *gastrocnemius* EMG aktivitesinin artmasında etkili olmuştur. Agonist kas-gevşet PNF germe tekniği, diğer iki teknik ile karşılaştırıldığında, diz eklemi ekstansiyonu ve diz fleksör kaslarının EMG aktivitesi üzerinde daha etkili olduğu görülmüştür. Bulgulara göre, agonist kas-gevşet germe tekniği; kas-gevşet PNF germe ve statik germeye oranla sırasıyla %29-34 daha fazla hareket genişliği ve %65-119 daha fazla EMG aktivitesi üretmiştir. Bu sonuçlar, PNF germe tekniklerinin yaşlılarda hareket genişliğini arttırdığını destekler niteliktedir. Yaşlılarda PNF germe teknikleri uygulanırken yaş ile ilgili olarak kas elastikiyetindeki değişiklikler dikkat edilmelidir. Başka bir çalışmada Marek ve ark. (2005) yaptıkları çalışmalarında, yaş ortalaması 23 ± 3 yıl olan 10 bayan, 21 ± 3 yıl olan 9 erkek toplam 19 bireyde, statik ve PNF germenin kas kuvveti ve güç çıkışına olan akut etkilerini araştırmışlardır. Vastus lateralis ve rectus femoris kaslarında, statik ve PNF germe egzersizlerinin; elektromiyografik (Emg) genişlik ve mekhanomiyografik (Mmg) genişlik üzerine akut etkilerini incelemiştir. Çalışma bulgularına göre; EMG değerlerine bakıldığında, ön testten son testte bir düşüş gözlenmiştir. Vastus lateralis ve rectus femoris kaslarının EMG değerleri karşılaştırıldığında, rectus femoris kasının EMG genişliğinin vastus lateralis kasınınkinden daha fazla olduğu bulunmuştur. Bu bulgular, hem statik hem de PNF germenin, vastus lateralis ve rectus femoris kaslarının EMG genişliğinde düşüşe neden olduğunu göstermektedir.

Tsiokanos ve ark. nın (2002), yetişkin erkeklerde dikey sıçrama performansı ile diz ekstansörleri, kalça ekstansörleri ve ayak bileği plantar fleksörlerinin izokinetik hareket gücü arasındaki ilişkiyi belirlemek amacı ile yaptığı çalışmaya, yaş ortalaması 22.1 ± 2.2 olan 29 erkek denek katılmıştır. Çalışma iki gün sürmüştür. Birinci gün dikey sıçrama, ikinci gün ise izokinetik test ölçümleri yapılmıştır. Her iki gün, test bölümlerinden önce denekler bisiklette 15 dakika ısınmışlar ve daha sonra deneklerin bacak kas gruplarına esnetme uygulanmıştır. Tüm sıçramalar Ergojump platformunda uygulanmıştır. Her denekten squat jump ve counter-movement jump test durumlarında, 3 maksimal dikey sıçrama değeri alınmıştır. En yüksek (zirve) sıçrama yüksekliği ve toplam iş (yükseklik x vücut kütlesi), dikey sıçrama performansının göstergesi olarak kabul edilmiştir. İzokinetik kalça ekstansiyonu, diz

ekstansiyonu ve ayak bileği plantar fleksiyonu boyunca moment gelişimi ölçümü için Cybex Norm izometrik dinamometre kullanılmıştır. Denekler; test aletlerine alışmaları ve ısınmaları için, izokinetik kalça ekstansiyonu, diz ekstansiyonu ve ayak bileği plantar fleksiyonu testlerinin her birinde 60, 120 ve 180 derecelik açısal hızlarda olmak üzere 3 deneme yapmışlardır. Daha sonra deneklere; aynı açısal hızlarda diz ekstansörleri, kalça ekstansörleri ve ayak bileği plantar fleksörlerine yönelik, 3 submaksimal ve 3 maksimal izokinetik deneme uygulatılmıştır. Açısal hız denemeleri arasında 5'er dakika, tekrarlar arasında ise 30 saniye dinlenme aralığı verilmiştir. Bulgulara bakıldığında, dikey sıçrama yüksekliği ve toplam iş ile kalça ve diz ekstansiyon hareketleri arasında anlamlı pozitif bir ilişki bulunurken; diz plantar fleksörlerinin izokinetik hareketi ve dikey sıçrama performansı arasında düşük korelasyon katsayısı bulunmuştur. Mitchell ve ark. (2007) ise çalışmalarında, akut germe algılamasındaki değişimin PNF kas-gevşet germenin başarısı üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Yaş ortalaması 26.3 ± 5.9 olan 16 erkek ve 2 bayan olmak üzere 18 deneğe rasgele yöntemle, yavaş germe (slow stretch) ve kas-gevşet (contract-relax) germe olmak üzere iki çeşit germe uygulanmıştır. Sonuçlar, birbirini takip eden dört tekrar süresince kas-gevşet prosedürü ile germe toleransında dereceli bir şekilde artan yükselme göstermiştir. Germe öncesi yapılan kasılma, germe toleransını arttırmıştır. Başka bir çalışmada, Zakas (2005); germe sürecinin, genç futbolcuların alt ekstremité esnekliğine etkisini incelemiştir. Yaş ortalamaları 16.0 ± 0.5 olan 15 futbolcu çalışmaya katılmıştır. Denekler her biri 30 saniye süren 3 farklı statik germe protokolüne tabi tutulmuştur. Ölçümler her germe protokolünde; germe öncesi ve germenin hemen sonrasında alınmıştır. Araştırma bulgularına göre, vücudun her iki tarafı için yapılan tüm ölçümlerde, benzer hareket genişliği değerleri elde edilmiştir. Germe protokolleri arasında anlamlı bir farklılığa rastlanamamıştır. Bunun yanı sıra, germe egzersizlerinden sonra, germe protokollerinin hepsinde son test lehine anlamlı bir gelişim kaydedilmiştir. Sonuç olarak, genç futbolcuların katıldığı esneklik antrenmanlarında, alt ekstremité kaslarına uygulanan 30 saniyelik bir statik germe; iki tekrarlı 15 saniye ya da altı tekrarlı 5 saniye statik germe ile aynı etkiyi göstermiştir. Zakas ve ark. (2005), yaşlılar üzerinde statik germenin alt ekstremité kasları hareket genişliğine akut etkisini belirlemek amacı ile başka bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Deneklere birbirini takip etmeyen antrenman

bölümlerinde, her biri 60 saniye süren 3 statik germe protokolü uygulanmıştır. Çalışma bulguları; tüm ölçümlerde vücudun her iki yanından alınan hareket genişliği değerlerinin benzer olduğunu göstermektedir. Germe protokolleri arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Ancak; istatistiksel analizler, tüm germe protokollerinde germe egzersizlerinden sonra, son testler lehine anlamlı gelişimler göstermektedir. Araştırma bulguları; sedanter yaşlı bayanlarda, alt ekstremitelere uygulanan 1x60 saniyelik statik germenin, 2x30 ve 4x15 saniye yapılan statik germeler ile aynı etkiyi sağladığını göstermektedir. Bir başka çalışmada ise, Cramer ve ark. (2003) statik germenin bacak ekstansiyonu sırasında gerilen (dominant) ve gerilmeyen (kontralateral) vastus lateralis kasının tonus ve EMG aktivitesi üzerindeki akut etkilerini incelemişler. Gerilen ve gerilmeyen bölümlerin her ikisi üzerinde de etkili olan iki yönlü bir merkezi sinir sistemi inhibisyon mekanizmasının olabileceği, ayrıca elde edilen bulguların, germenin neden olduğu güç açığının altında yatan nöral komponent hakkında bilgi verebileceği bildirilmiştir. Fowles ve ark. (2000) pasif germelerin izometrik kuvvet üzerindeki akut etkilerini inceledikleri çalışmalarına 10 genç yetişkin katılmış ve ayak bileği plantar fleksörlerine yönelik 30 dakikadan oluşan (her biri 135 sn.x13 germe) germe yapılmıştır. İzometrik kuvvet ölçümleri (maksimal istemli kasılma) çalışmanın öncesinde, hemen sonunda, ve 5, 15, 30, 45, 60 dk. sonrasında yapılmıştır. Maksimal istemli kasılma ilk değerlerle karşılaştırıldığında son testte (%28) ve 5 (%21), 15 (%13), 30 (%12), 45 (%10) ve 60. dakikalar sonrasında (%9) azalmıştır. Motor ünite aktivasyonu ve EMG değerleri pasif germe sonrası durağanlaşmıştır. Fakat 15 dk. sonra normale dönmüştür. Diğer testler, eklem açısı-tonus ilişkisinin geçici olarak değiştiğini göstermiştir. Fakat sadece bu son testte oluşmuştur. Bu veri, yalnız bir kasa yönelik yapılan devam eden germelerin, azalma periyodunun başından sonuna dek kasılabilir gücün zayıflamasına ve azalmanın erken fazındaki kasılabilir gücün ve aktivasyonun zayıflamasına yol açan germe sonrası istemli kuvveti azalttığını (1 saatin üzerinde) göstermiştir. Statik germelerin kassal performansı negatif yönde etkilediğini gösterdiği başka bir çalışmada Evetovich ve ark. (2003), statik germenin konsantrik izokinetik kas hareketleri sırasında mekanomiyografi, elektromiyografi ve tonus üzerindeki akut etkilerini incelemiştir. Deneklerin EMG ve MMG değerleri kaydedilirken 2 durumda maksimal izokinetik ön kol fleksiyon kuvvet testi yapılmıştır. Denekler, kuvvet testi

öncesinde germe ve kontrol grubu olarak ikiye ayrılmıştır. Kontrol ve germe grubundaki tonus ve MMG değerleri arasındaki farkın anlamlı, EMG değerlerindeki farkın anlamlı olmadığı görülmüştür. Diğer bir çalışmada Wallman ve ark. (2005) yaş aralığı 18–34 yıl olan 14 bireyde gastroknemius kasına 30 saniye 3 tekrarlı statik germe uygulayıp dikey sıçrama performanslarını değerlendirmişler ve çalışmalarının sonucunda, gastroknemius kasının statik germesinin maksimal sıçrama performansını negatif olarak etkilediğini bulmuşlardır. Dikey sıçrama yüksekliğinin son testi ön testiyle karşılaştırıldığında % 5.6 oranında azalma olduğunu rapor etmişlerdir. Statik germe egzersizlerinden hemen sonra yapılan dikey sıçrama sırasında kas aktivitesinde artış olduğunu belirtmişlerdir. Aktivitedeki bu artışın kas sertliğindeki azalmayı kompanse etmek için olabileceğini ve eğer bu kompensasyon oluyorsa akut germe egzersizlerinden sonra ayak bileği stabilitesinin sağlanıp sağlanmadığı konusunda bir fikre sahip olmadıklarını belirtmişlerdir.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde araştırma modeli, araştırma grubu, verilerin toplanması ve veri toplama araçları tanıtılmaktadır. Ayrıca bu çalışmada elde edilen verilerin analizi sunulmaktadır.

3.1. Araştırma Modeli:

Futbolcular üzerinde uygulanan iki farklı germe tekniğinin EMG değerleri ve sıçrama performansı üzerindeki etkilerinin incelendiği bu araştırma, deneme modellerinden ön-test son-test kontrol gruplu model şeklinde planlanmıştır. Araştırma için, kas-gevşet PNF ve statik germe tekniklerinin uygulama protokolü belirlenmiştir. Araştırmaya katılan denekler statik germe grubu, pnf germe grubu ve kontrol grubu olarak ele alınmışlardır.

G ₁	O _{1, 1}	X ₁	O _{1, 2}
G ₂	O _{2,1}	X ₂	O _{2, 2}
G ₃	O _{3,1}		O _{3, 2}

G₁: 1.Grup X₁: Kas-gevşet Pnf germe O₁: 1. Ölçüm

G₂: 2.Grup X₂: Statik germe O₂: 2. Ölçüm

G₃: 3.Grup O₃: 3. Ölçüm

3.2. Araştırma Grubu:

Bu araştırmanın çalışma evrenini, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulunda öğrenim gören (2007- 2008 öğretim yılı) ve okulun futbol takımında olan 21 sağlıklı erkek öğrenci oluşturmuştur. Normal olarak yaptıkları sportif aktiviteler ve ders içi etkinliklerin dışında ekstra sportif faaliyetler yapmıyor olmaları kendilerine sorulmak suretiyle kontrol edilmiştir. Araştırmaya katılan öğrenciler ile bir toplantı yapılmış ve yapılacak olan araştırma hakkında bilgi sahibi olmaları sağlanmıştır. Daha sonra çalışmaya katılan deneklerden gönüllü olduklarını belirten formu okuyarak imzalamaları istenmiştir. Araştırmaya katılan 21 erkek öğrenci, rasgele yöntemle Kas-gevşet PNF germe grubu (n= 7) , Statik germe grubu (n= 7) ve Kontrol grubu olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır. Çalışma evreni aynı zamanda örnekleme de oluşturmaktadır. Çalışmaya katılan deneklerin yaş ortalaması 23.26 ± 1.76 yıl, boy ortalaması 174.33 ± 5.65 cm, vücut ağırlıkları 69.50 ± 7.06 kg'dır. Bu araştırma Abant İzzet Baysal Üniversitesi Tıp Fakültesi, Tıbbi Etik Kurulu 2008-80 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

3.3. Veri Toplama Araçları ve Verilerin Toplanması:

Bu çalışmada, deneklere ait ön test ve son test verileri birbirini takip eden iki ayrı oturumda (aynı gün içerisinde) elde edilmiştir. İlk oturumdan önce deneklerin boy ve ağırlık değerleri kaydedilmiştir. Daha sonra aynı oturumda deneklere ait *vastus lateralis* ve *vastus medialis* kaslarına ait *root mean square* değerleri ile birlikte aynı anda dikey sıçrama değerleri de kaydedilmiştir. Germe egzersizlerinden sonra ikinci oturumda deneklere ait *vastus lateralis* ve *vastus medialis* kaslarına ait *root mean square* değerleri ile birlikte aynı anda dikey sıçrama değerleri tekrardan kaydedilmiştir. Grupların ölçümlerinin hangi sırada alınacağı kura ile rast gele belirlenmiştir. Bu kapsamda birinci ölçümde kontrol grubunun, ikinci ölçümde PNF grubunun ve üçüncü ölçümde statik germe grubunun ölçümleri alınmıştır. Ayrıca ölçümler yapılmadan önce farklı bir günde deneklere test aletlerini tanımları için familirizasyon verilmiştir. Bu kapsamda deneklere test aletleri tanıtılmış ve germe egzersizleri hakkında bilgi verilmiştir. Deneklerin boy, ağırlık, dikey sıçrama ve *root mean square* değerlerine ait ön test ve son test ölçümleri

laboratuvar ortamında yapılmıştır. Aşağıda çalışmada kullanılan veri toplama araçları ve test protokolleri ayrıntılı olarak tanıtılmaktadır.

3.3.1. Boy ve Vücut Ağırlığı Ölçümü:

Araştırmada katılımcıların boyları; çıplak ayakla, duvara sabitlenen boy skalası ile vücut ağırlıkları ise 0.1 kg duyarlılığında olan Tefal marka dijital baskülle ölçülmüştür.

Katılımcıların boy uzunlukları; topuktan başın en üst noktasına doğru olan vücut yüksekliği olarak ölçülmüştür. Ölçüm esnasında katılımcıların; çıplak ayakla, ayakları kapalı, başlarının arkası, sırt ve topuklarının ölçüm aletine bitişik durumda tutulmasına, derin bir nefes aldıktan sonra yüksek boya ulaşma esnasında ölçümün yapılmasına dikkat edilmiştir. Vücut ağırlığı ölçümlerinde ise; katılımcıların üzerinde yalnız şort ve tişört varken çıplak ayakla ölçüm yapılmıştır.

3.3.2. Dikey Sıçrama Ölçümü:

Sporcuların dikey sıçrama performansları Newtest 1000 marka sıçrama platformu kullanılarak platform üzerinde havada kalma süreleri ölçülmüştür. Deneklerin dikey sıçrama mesafelerinin belirlenmesi için “*counter movement sıçrama*” test protokolü uygulanmıştır. Sporculardan penye ve şort giymesi; ayakkabılarını çıkartmaları istenmiştir.

Sıçramalar, eller kalça üzerinde olmak üzere iki ayağın birlikte kullanılması ile yapılmıştır. Test, kontak matının üzerinde ve vücut dik bir pozisyonunda başlamıştır. Sıçramalar, eller belde ve bu pozisyonda dizlerin açısı 90 derecenin altına inmeyecek şekilde deneğin çömelmesi ve ardından hızlıca mümkün olan en yükseğe doğru her iki ayak üzerinde sıçraması ile gerçekleşmiştir. Yere inişte de pozisyon korunmuştur. Havada kalma süresi aşağıdaki formülde yerine konulmuş ve metre cinsinden hesaplanmıştır.

$$h = g \times t^2 / 8$$

h = yerden yükselme mesafesi (m)

g = yerçekimi ivmelenmesi (9.81m/s²)

t = havada kalma süresi (sn)

Şıçrama yüksekliği bulunduktan sonra aşağıdaki formül kullanılarak denekleri maksimal anaerobik güç değerleri hesaplanmıştır.

$PAPw \text{ (Watts)} = 60.7 \cdot \text{sıçrama yüksekliği(cm)} + 45.3 \cdot \text{vücut kütlesi(kg)} - 2055$
(Sayers ve ark., 1999)

Ön testte ve son testte dikey sıçrama performans değerleri, Root Mean Square değerleri ile birlikte ve esneklik uygulamasından hemen önce ve hemen sonra kaydedilmiştir.

3.3.3. Root Mean Square Değerlerinin Ölçümü

Root mean square değerlerine ait ön test ve son test ölçümleri, laboratuvar ortamında Nicolet Viking Select 4 kanallı EMG-EP aleti kullanılarak aynı uzman doktor ve teknisyen tarafından yapılmıştır. *Vastus lateralis* ve *vastus medialis* kaslarına ait root mean square değerleri yüzeysel elektrot yöntemi ile dominant bacdktan kaydedilmiştir.

Çalışmanın başlangıcında denekler sedyeye oturtularak sırasıyla vastus lateralis ve vastus medialis kaslarına izometrik bir kasılma yapmaları istenmiş ve ilgili kasın izometrik kasılma sırasındaki en geniş kesiti belirlenerek işaretlenmiştir. Belirlenen kesitte bulunan tüy ve kıllar yardımcı tarafından temizlendikten sonra *silver cup* marka elektrotlar ilgili kaslara 2 cm aralıklarla (yere dikey pozisyonda) konulmuş ve *artefact*'ın oluşmaması için gazlı beze sürülmüş özel bir yapıştırıcı olan *Coilodion* yardımıyla deri üzerine yapıştırılmıştır. Ayrıca yapışmanın daha sağlam olması için üzerlerine bantla da tutturulmuştur. Ayrıca topraklama için dominant bacak tarafında bulunan elin bileğine başka bir adet daha elektrot yerleştirilmiştir. Filtrasyon aralığı 150 Hz – 1k Hz, stimulus süresi ise 200 ms olarak belirlenmiştir. Daha sonra deneklerden standardizasyon için maksimal izometrik kasılma yapmaları istenmiştir. Her iki kastan alınan değerler kaydedildikten sonra maksimal *countermovement sıçrama* yapmaları istenmiş ve bu sıçrama sırasında *vastus lateralis* ve *vastus medialis* kaslarına ait root mean square değerleri konsantrik kasılma fazında alınmış ve (milivolt) mV cinsinden kayıt edilmiştir. Her kas için 1'er dakika ara ile 5 sıçrama yapılmış ve 5 denemeden elde edilen maksimum skor değerlendirmeye alınmıştır (Soderberg, 1992).

3.4. Antrenman Protokolleri:

Çalışmaya katılan deneklere kas-gevşet PNF germe ve statik germe teknikleri hakkında açıklamalar yapılmıştır. Daha sonra bu alıştırmaları nasıl uygulayacakları konusunda bilgilendirilmişlerdir.

Daha sonra deney grubu kapalı salon ortamında kas-gevşet PNF germe ve statik germe egzersizlerini uygulamadan önce ve sonra EMG ve dikey sıçrama ölçümlerine tabi tutulmuşlardır. Germe egzersizleri aynı kapsamda yürütülmüş ve her iki alt ekstremitenin *Gastrocnemius*, *gluteus maximus*, , *hamstring* ve *quadriceps* kas gruplarına yönelik uygulanmıştır.

3.4.1 Germe Egzersizlerin Uygulanması

Aşağıda her kas grubuna ait kas-gevşet PNF ve statik germe uygulamaları detaylı olarak anlatılmıştır. Deney grubundaki germe egzersizleri aynı kapsamda yürütülmüştür. Germe çalışmalarında her kas grubu toplam 30 saniyelik bir gerime maruz bırakılmış ve her bir antrenman oturumunda her iki alt ekstremiteye 4 kez uygulamıştır. Her bir denek, bir antrenman oturumu boyunca toplam kapsamda 16 dakikalık germe egzersizine tabi tutulmuştur. Tekrarlar arasında deneklere 30 saniyelik dinlenmeler verilmiştir. Denekler germe egzersizinden önce ve hemen sonra EMG ve dikey sıçrama (AS) ölçümlerine katılmışlardır. Yapılan germenin etkisin daha iyi ölçülebilmesi için EMG ölçümlerinin alındığı kas grubu (Quadriceps) en son olarak germeye tabi tutulmuştur.

3.4.1.1. Kas-Gevşet PNF Germe Tekniğinin Uygulanışı:

Bu teknik uzman bir fizyoterapist tarafından her bir antrenman oturumunda ilgili kas gruplarına 4 kez uygulamıştır. Tekrarlar arasında deneklere 30 saniyelik dinlenmeler verilmiştir (Guissard ve Duchateau, 2003; Bradley ve ark., 2007) . Üç aşamadan oluşan bu tekniğin ilk aşaması 10 sn.'lik ağırlı eşik noktasına kadar yapılan pasif bir germeden oluşmuştur. İkinci aşamada, denekten gerdirilen kas grubuna 6 sn. boyunca konsantrik bir kasılma yapmaları istenmiş, bu sırada da uygulayıcı deneğin

konsantrik kasılma yapmasına izin verirken direnç uygulamıştır. Bu direnç uygulamasından sonra kasın gevşemesine izin verilmiş; üçüncü ve son aşamada ise uygulayıcı tarafından ilgili kasa daha fazla germe gücü uygulanmış ve 14 saniye süresince bu şekilde tutulmuştur (Grecio, 2002; Bieze ve ark., 2006; Mitchell ve ark., 2007). Böylece son germede, otojenik inhibisyon sayesinde daha fazla hareket genişliğine ulaşılmıştır. Aşağıda ise dört ayrı kas grubuna yapılan PNF uygulamaları anlatılmıştır. Anlatılan kas grupları tek bacak (sağ) için anlatılmış olup aynı uygulama diğer bacakta da kas grupları içinde yapılmıştır.

3.4.1.1.1. *Gastrocnemius* Kas Grubu:



Gastrocnemius kas grubu, denek supine (yerde sırt üstü) pozisyonda, yardımcı denegin dizdeki istenmeyen hareketi önleyip diğer eliyle de sağ ayak bileğine dorsal fleksiyon yaptırarak *Gastrocnemius* kas grubuna direnç uygular ve denegin ulaşabileceği maksimum ayak bileği dorsal fleksiyonuna gelmesine yardımcı olur. Denek bu noktada 10 saniye boyunca bekletilir. İkinci aşamada; Denek 6 sn boyunca ayak bileği plantar fleksiyonu yapmaya çalışır. Bu sırada uygulayıcı, deneye ayak bileği plantar fleksiyonu yapmasına izin verirken direnç uygular. Bu direnç uygulamasından sonra kasın gevşemesine izin verilir; üçüncü ve son aşamada ise uygulayıcı daha fazla germe gücü uygulayarak, ilgili kası 14 saniye süresince gerer.

3.4.1.1.2. *Gluteus Maximus* Kası:



Gluteus maximus kası, denek supine (yerde sırt üstü) pozisyonda, sağ bacak kalçadan içe pasif rotasyon ve dizden de pasif fleksiyon yaptırılarak, sağ ayak bileğinin dış kısmı sol *femur* kemiğinin alt (dize yakın bölümü) kısmının üzerine koyulur. Bu esnada da sol bacak kalça ve diz ekleminde pasif fleksiyon hareketi yapılmaktadır. Uygulayıcı deneğin sol diz ekleminin alt kısmından ve ayak bileğinden tutarak direnç uygular, deneğin ulaşabileceği maksimum kalça fleksiyonuna gelmesine yardımcı olur ve denek bu noktada 10 saniye boyunca bekletilir. İkinci aşamada; Denek 6 sn boyunca kalça ekstansiyonu yapmaya çalışır. Bu sırada ise uygulayıcı, deneğin kalça ekstansiyonu yapmasına izin verirken direnç uygular. Bu direnç uygulamasından sonra kasın gevşemesine izin verilir; üçüncü ve son aşamada uygulayıcı daha fazla germe gücü uygulayarak, ilgili kası 14 saniye süresince gerer.

3.4.1.1.3. *Hamstring* Kas Grubu:



Hamstring kas grubu, denek supine (yerde sırt üstü) pozisyonda, uygulayıcı her iki eliyle deneğin sağ ayak bileği ve dizinden tutarak sağ bacağı kalça fleksiyonu yaptırmak için direnç uygular. Bu esnada uygulayıcı deneğin sağ ayağıyla sol kalça ve diz ekleminde fleksiyon meydana gelmesini engelleyerek deneğin ulaşabileceği maksimum kalça fleksiyonuna gelmesine yardımcı olur. Denek bu noktada 10 saniye boyunca bekler. İkinci aşamada; denek 6 sn boyunca kalça ekstansiyonu ve diz fleksiyonu yapmaya çalışır. Uygulayıcı, deneğin kalça ekstansiyonu ve diz fleksiyonu yapmasına izin verirken direnç uygular. Bu direnç uygulamasından sonra kasın gevşemesine izin verilir; üçüncü ve son aşamada uygulayıcı daha fazla germe gücü uygulayarak, ilgili kası 14 saniye süresince gerer.

3.4.1.1.4. *Quadriceps* Kas Grubu:



Quadriceps kas grubunu germek için, vücudun sol dış kısmı yere gelecek pozisyonda, sağ kalçada pasif abdüksiyon ve dizde pasif fleksiyon hareketi yaptırılır. Sonra, uygulayıcı sağ eliyle deneğin sağ ayak bileğini tutarak sağ bacağı kalça hiperekstansiyonu yaptırmak için direnç uygular ve bu esnada *ilium* kemiğinin biraz üzerine sol elini koyarak deneğin geriye doğru hareket etmesini engelleyerek deneğin ulaşabileceği maksimum kalça hiperekstansiyonuna gelmesini sağlar. Denek bu noktada 10 saniye boyunca bekler. İkinci aşamada; denek 6 sn boyunca kalça fleksiyonu yapmaya çalışır. Bu sırada ise uygulayıcı, deneğin kalça fleksiyonu yapmasına izin verirken direnç uygular. Bu direnç uygulamasından sonra kasın gevşemesine izin verilir; üçüncü ve son aşamada uygulayıcı daha fazla germe gücü uygulayarak, ilgili kası 14 saniye süresince gerer.

3.4.1.2. Statik Germe Tekniğinin Uygulanışı:

Statik germeler, Gastrocnemius, Gluteus Maximus, hamstring ve quadriceps kaslarının pasif olarak (yardımlı) ağrı sınırına kadar gerilmesi ve 30 saniye süre ile bekletilmesi ile yapılmıştır (Guissard ve Duchateau, 2003; Bradley ve ark. 2007). Uygulayıcı bu tekniği her bir antrenman oturumunda deneklerin ilgili kas gruplarına 4

kez uygulamıştır (Johansson ve ark., 1999; Marek ve ark., 2005; Zakas ve ark., 2005; Sands ve ark., 2006; Bradley ve ark., 2007) . Tekrarlar arasında 30 saniyelik dinlenme süresi verilmiştir (Guissard ve Duchateau, 2003; Bradley ve ark., 2007). Aşağıda ise dört ayrı kas grubuna yapılan statik germe uygulamaları anlatılmıştır. Anlatılan kas grupları sağ bacak için anlatılmış olup aynı uygulama sol bacakdaki kas grupları içinde yapılmıştır.

3.4.1.2.1. *Gastrocnemius* Kas Grubu:

Gastrocnemius kas grubu, denek supine (yerde sırt üstü) pozisyonda, kalçanın pasif fleksiyonunda ve diz ekleminin pasif ekstansiyonunda, yardımcı her iki eliyle deneğin sağ ayak bileğine dorsal fleksiyon yaptırarak *Gastrocnemius* kas grubun direnç uygular ve deneğin ulaşabileceği maksimum ayak bileği dorsal fleksiyonuna gelmesine yardımcı olur ve denek bu noktada 30 saniye boyunca bekler.

3.4.1.2.2. *Gluteus Maximus* Kası:

Gluteus maximus kası, denek supine (yerde sırt üstü) pozisyonda, sağ bacak kalçadan içe pasif rotasyon ve dizden de pasif fleksiyon yaptırılarak, sağ ayak bileğinin dış kısmı, femur kemiğinin alt (dize yakın bölümü) kısmının üzerine koyulur. Bu esnada da sol bacak kalça ve diz ekleminde pasif fleksiyon hareketi yapılmaktadır. Uygulayıcı deneğe sol diz ekleminin alt kısmında ve ayak bileğinden tutarak direnç uygular, deneğin ulaşabileceği maksimum kalça fleksiyonuna gelmesine yardımcı olur ve denek bu noktada 30 saniye boyunca bekler.

3.4.1.2.3. *Hamstring* Kas Grubu:

Hamstring kas grubu, denek supine (yerde sırt üstü) pozisyonda, yardımcı her iki eliyle deneğin sağ ayak bileği ve dizinden tutarak sağ bacağına kalça fleksiyonu yaptırmak için direnç uygular ve bu esnada yardımcı deneğin sağ ayağıyla sol kalça ve diz ekleminde fleksiyon meydana gelmesini engelleyerek deneğin ulaşabileceği maksimum kalça fleksiyonuna gelmesine yardımcı olur ve denek bu noktada 30 saniye boyunca bekler.

3.4.1.2.4. *Quadriceps* Kas Grubu:

Quadriceps kas grubu, vücudun sol dış kısmı yere gelecek pozisyonda, sağ kalçada pasif abdüksiyon ve dizde pasif fleksiyon hareketi yaptırıldıktan sonra, uygulayıcı sağ eliyle deneğin sağ ayak bileğini tutarak sağ bacağına kalça hiperekstansiyonu yaptırmak için direnç uygular. Bu esnada yardımcı ilium kemiğinin biraz üzerine sol elini koyarak deneğin geriye doğru hareket etmesini engeller. Deneğin ulaşabileceği maksimum kalça hiperekstansiyonuna gelmesine yardımcı olur ve denek bu noktada 30 saniye boyunca bekler.

3.5. Veri Analizi:

Araştırmada verilerin analizinde betimsel istatistik, grupların ön test ve son test değerleri arasındaki farklarda Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi, gruplar arası karşılaştırmalarda ikiden fazla grup olduğu için Kruskal-Wallis testi uygulanmış olup, hangi gruplar arasında farkın olduğunu belirlemek amacıyla Mann-Whitney U istatistiksel test teknikleri kullanılmıştır.

Bu çalışmada anlamlılık düzeyi çalışmanın başında $p < 0.05$ olarak belirlenmiş ve analizler Windows için SPSS 11,5 paket programında yapılmıştır.

BÖLÜM IV

BULGULAR

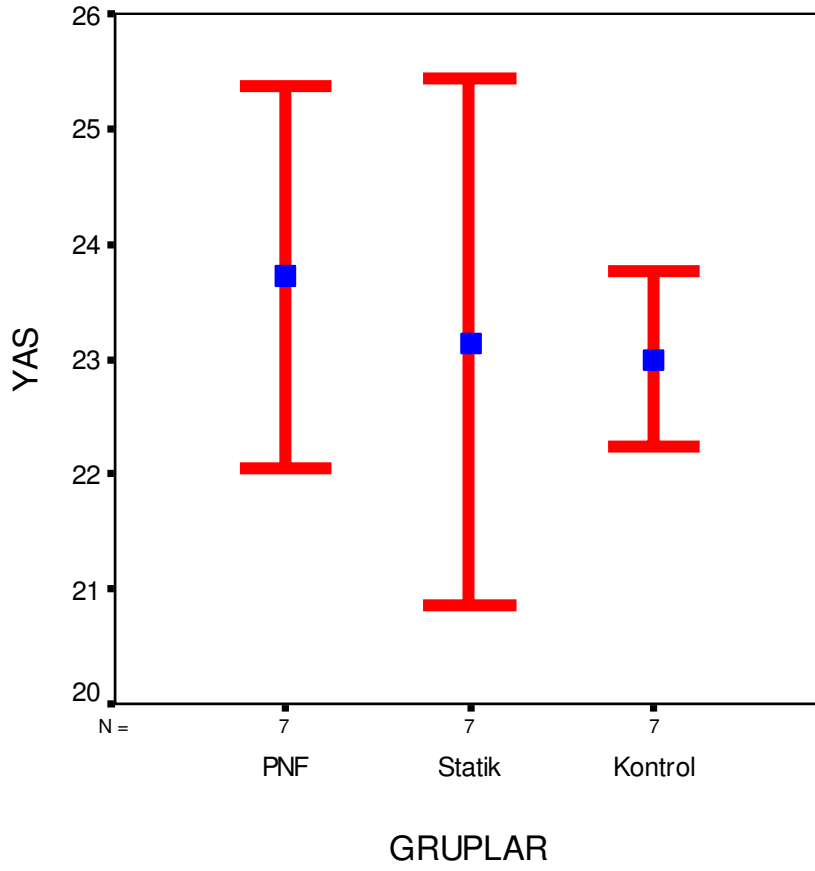
Bu bölümde, çalışma kapsamında elde edilen veriler sunulmuştur. EMG ölçümleri ve dikey sıçrama performansına ait elde edilen veriler ayrı olarak ele alınmış ve değerlendirilmiştir.

Aşağıda çalışmaya katılan grupların fiziksel özelliklerinden yaş, boy ve vücut ağırlıklarının aritmetik ortalamaları ($\bar{X}$) ve standart sapmaları (SS) verilmiştir (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Deneklerin fiziksel özellikleri (yaş, boy, ağırlık).

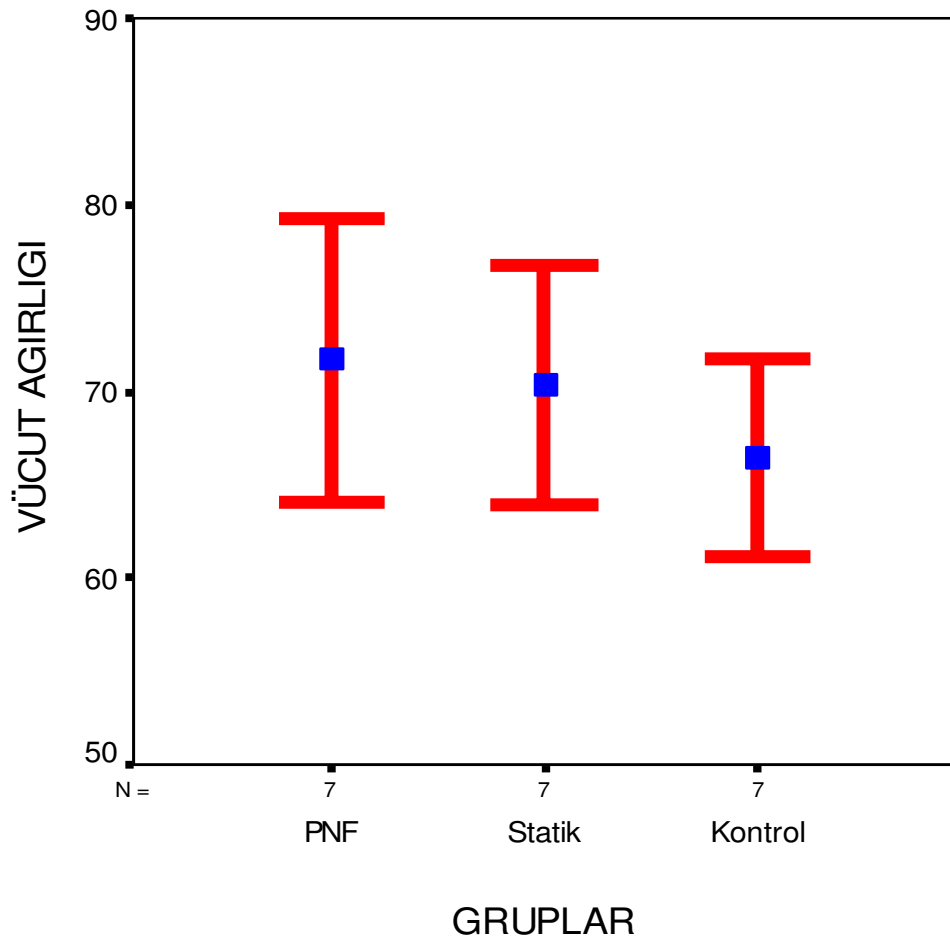
Gruplar	Yaş (yıl) $\bar{X} \pm SS$	Boy (cm.) $\bar{X} \pm SS$	Vücut ağırlığı (kg.) $\bar{X} \pm SS$
PNF Grubu n= 7	23,71 $\pm$ 1,80	172,71 $\pm$ 7,78	71,70 $\pm$ 8,18
SG Grubu n= 7	23,14 $\pm$ 2,48	176,00 $\pm$ 4,12	70,36 $\pm$ 6,98
Kontrol Grubu n= 7	23,00 $\pm$ 0,82	174,29 $\pm$ 4,75	66,46 $\pm$ 5,74
Çalışma Evreni n= 21	23,26 $\pm$ 1,76	174,33 $\pm$ 5,65	69,50 $\pm$ 7,06

Tabloda 4.1 de Kas-gevşet PNF germe, statik germe ve kontrol grubunun yaş, boy ve vücut ağırlıklarının ortalamaları ve standart sapmaları verilmiştir. Bu değerler aşağıda şekil 4.1, şekil 4.2 ve şekil 4.3 te değerlendirilmiştir.



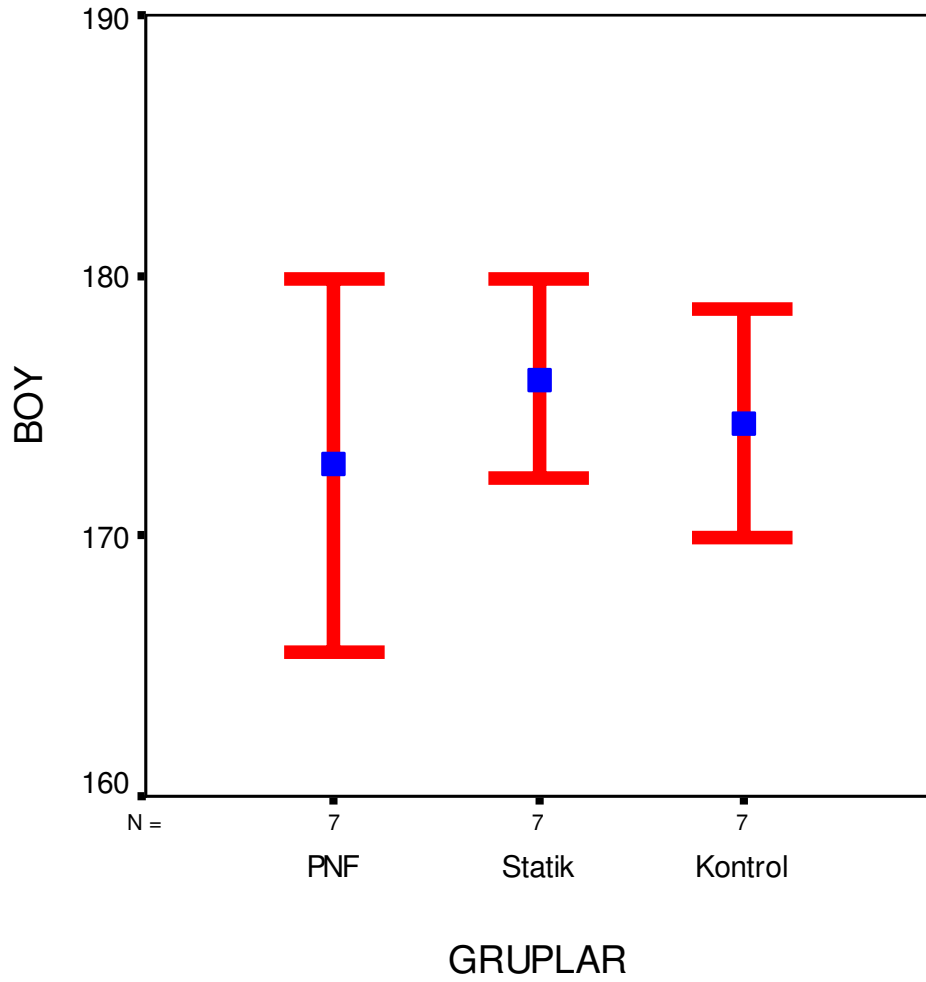
Şekil 4.1. Grupların yaş ortalamaları ve standart sapmaları

Yukarıda şekil 4.1’ de görüldüğü gibi PNF germe grubunun yaş ortalaması $23,71 \pm 1,80$ yıl, statik germe grubunun yaş ortalaması $23,14 \pm 2,48$ yıl ve kontrol grubunun yaş ortalaması $23,00 \pm 0,82$ yıl olarak verilmiştir.



Şekil 4.2. Grupların vücut ağırlık ortalamaları ve standart sapmaları

Şekil 4.2’ de görüldüğü gibi PNF germe grubunun vücut ağırlık ortalaması $71,70 \pm 8,18$ kg, statik germe grubunun vücut ağırlık ortalaması $70,36 \pm 6,98$ kg ve kontrol grubunun vücut ağırlık ortalaması $66,46 \pm 5,74$ kg olarak verilmiştir.



Şekil 4.3. Grupların boy ortalamaları ve standart sapmaları

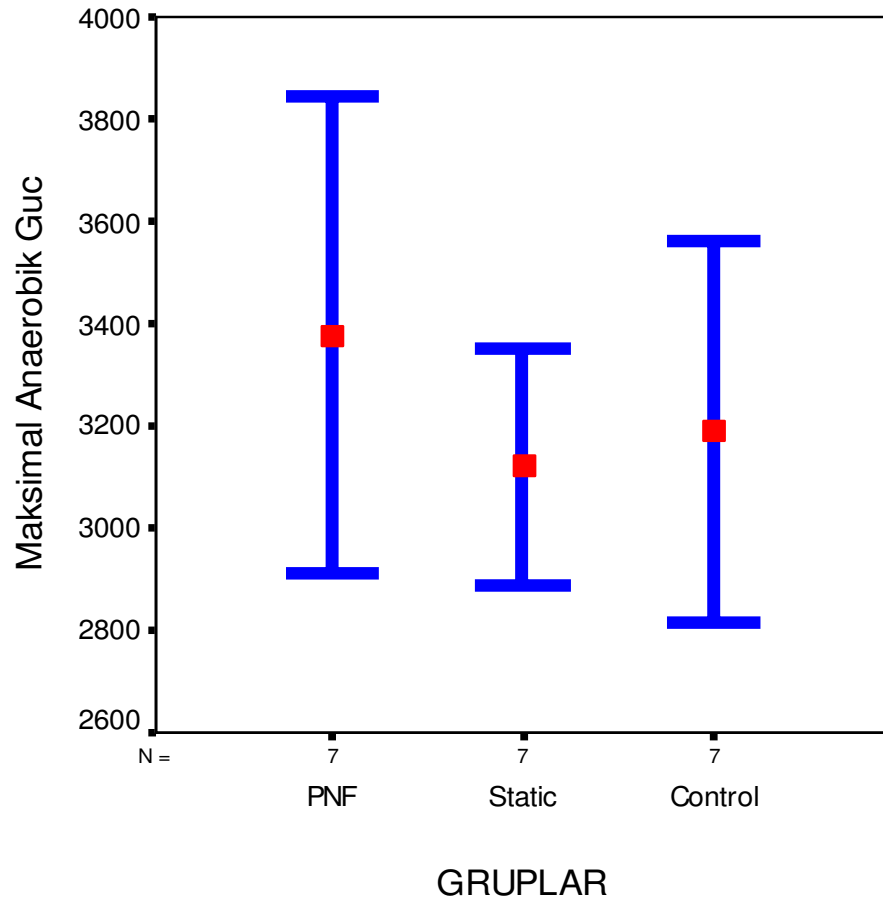
Şekil 4.3’ de ise PNF germe grubunun boy ortalaması $172,71 \pm 7,78$ cm, statik germe grubunun boy ortalaması $176,00 \pm 4,12$ cm ve kontrol grubunun boy ortalaması $174,29 \pm 4,75$ cm olarak görülmektedir.

Çalışmaya katılan grupların maksimal anaerobik güç, vastus medialis ve vastus lateralis kaslarına ait root mean square değerlerinin aritmetik ortalaması ($\bar{X}$) ve standart sapması (SS) Tablo 4.2’ de verilmiştir.

Tablo 4.2. Deneklerin ön-test anaerobik güç ve RMS değerleri

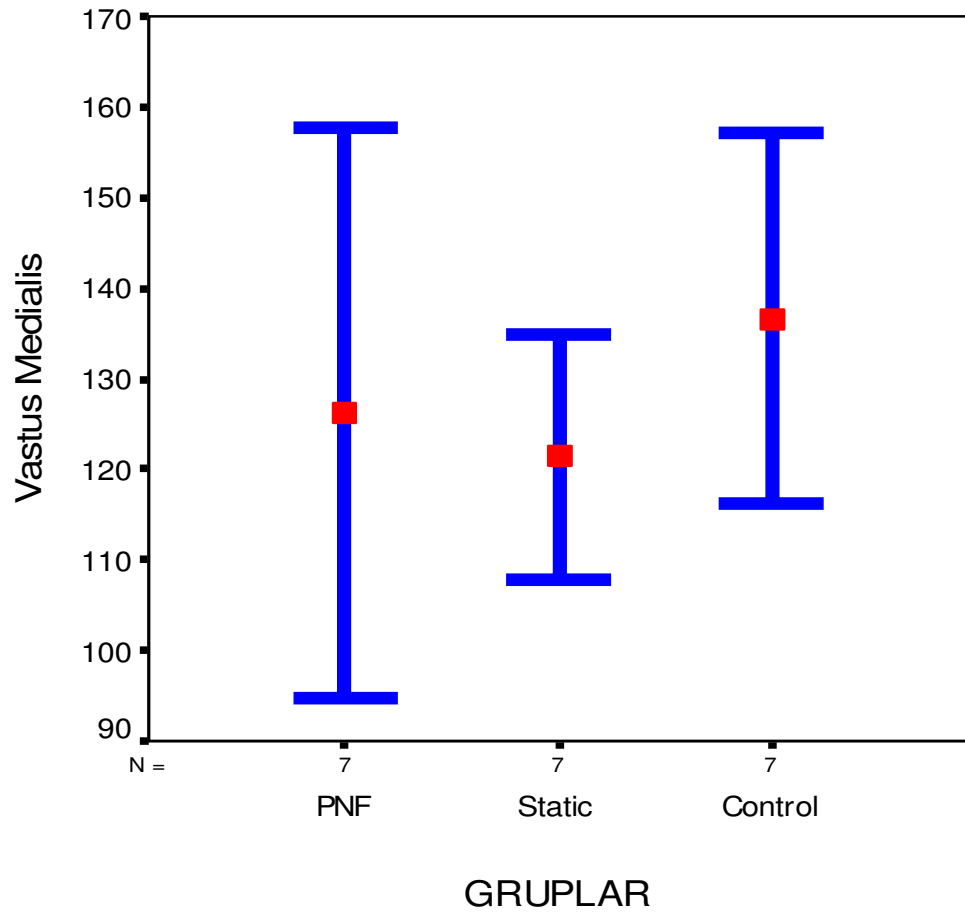
Gruplar	Maksimal Anaerobik Güç (Watt) $\bar{X} \pm SS$	Vastus Medialis (%) $\bar{X} \pm SS$	Vastus Lateralis (%) $\bar{X} \pm SS$
PNF Grubu n= 7	3377,81 $\pm$ 502,25	126,20 $\pm$ 41,67	122,81 $\pm$ 25,64
SG Grubu n= 7	3120,46 $\pm$ 250,07	121,41 $\pm$ 17,83	110,90 $\pm$ 30,87
Kontrol Grubu n= 7	3188,00 $\pm$ 403,15	136,68 $\pm$ 27,13	128,08 $\pm$ 36,05
Çalışma Evreni n= 21	3228,75 $\pm$ 394,54	128,09 $\pm$ 29,66	120,59 $\pm$ 30,45

Yukarıdaki tabloda kas-gevşet PNF germe, statik germe ve kontrol grubunun anaerobik güç, vastus medialis ve vastus lateralis kaslarına ait root mean square (RMS) değerlerinin aritmetik ortalaması ($\bar{X}$) ve standart sapması (SS) verilmiştir (Tablo 4.2). Bu değerler aşağıda şekillerle birlikte anlatılmıştır (şekil 4.4, şekil 4.5, şekil 4.6).



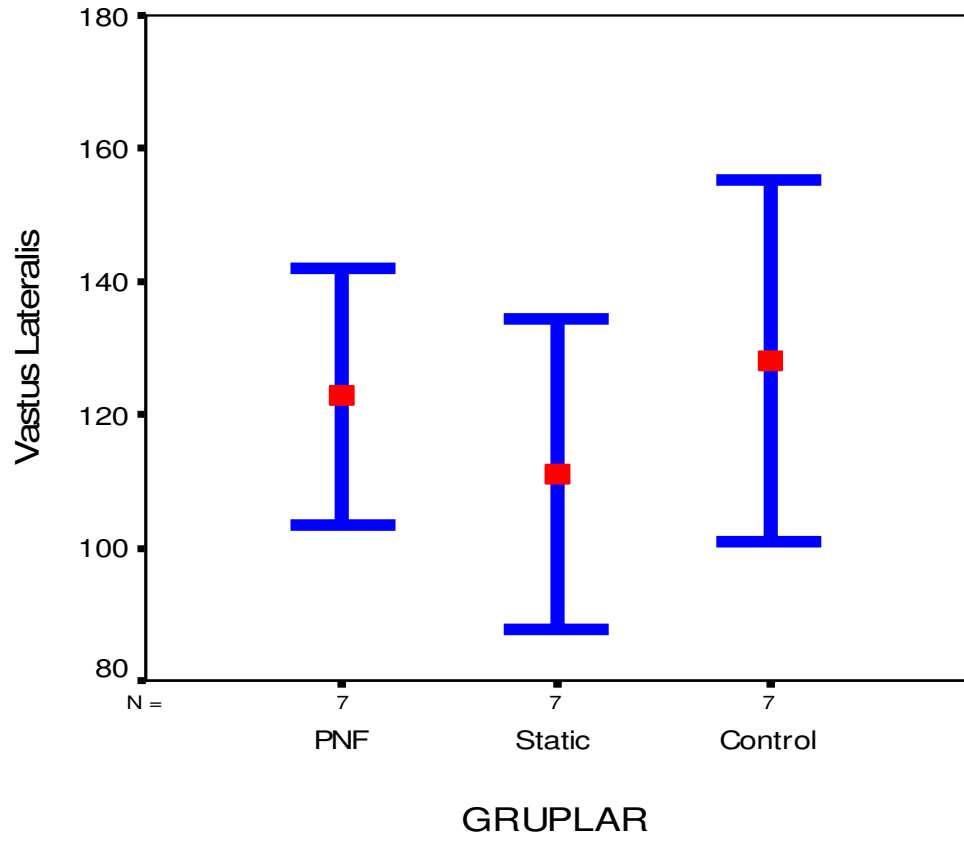
Şekil 4.4. Grupların ön-test maksimal anaerobik güç ortalamaları ve standart sapmaları

Yukarıdaki şekil 4.4’ de görüldüğü gibi PNF germe grubunun maksimal anaerobik güç ortalaması $3377,81 \pm 502,25$ watt, statik germe grubunun maksimal anaerobik güç ortalaması $3120,46 \pm 250,07$ watt ve kontrol grubunun maksimal anaerobik güç ortalaması $3188,00 \pm 403,15$ watt ‘dır.



Şekil 4.5. Grupların ön-test VM kasına ait RMS ortalamaları ve standart sapmaları

Şekil 4.5’ de ise PNF germe grubunun VM kasına ait RMS değerleri $126,20 \pm 41,67$, statik germe grubunun VM kasına ait RMS değerleri $121,41 \pm 17,83$ ve kontrol grubunun VM kasına ait RMS değerleri $136,68 \pm 27,13$ ‘dir.



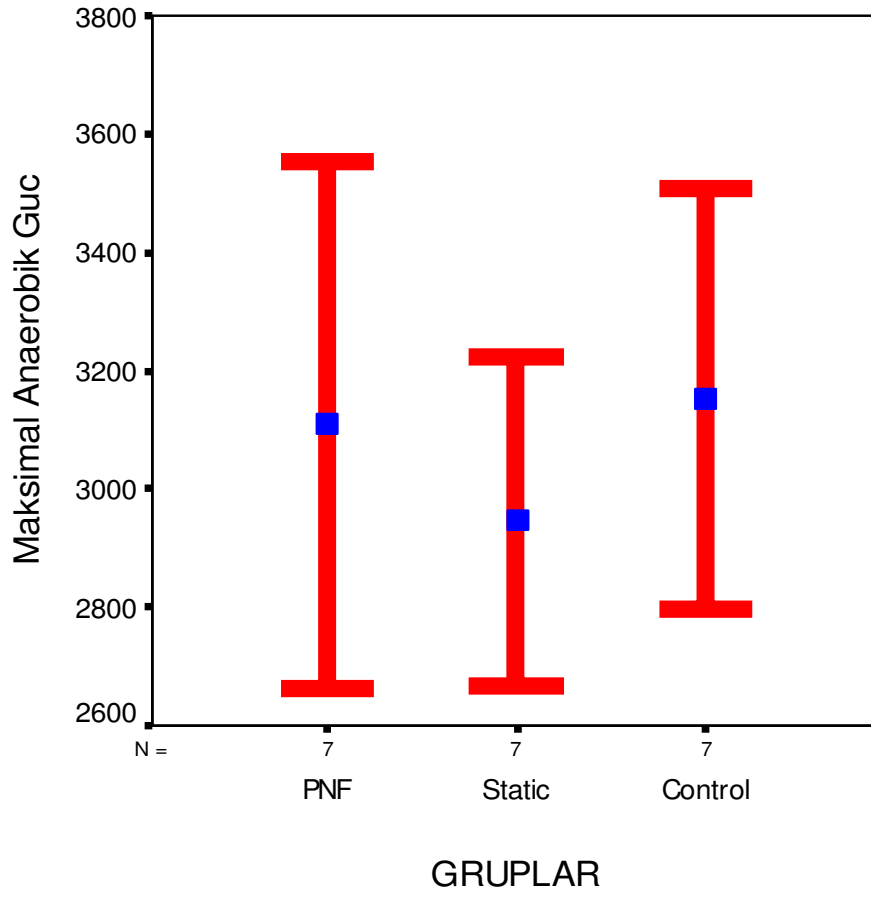
Şekil 4.6. Grupların ön-test VL kasına ait RMS ortalamaları ve standart sapmaları

Şekil 4.6.' incelendiğinde PNF germe grubunun VL kasına ait RMS değerleri $122,81 \pm 25,64$, statik germe grubunun VM kasına ait RMS değerleri $110,90 \pm 30,87$ ve kontrol grubunun VM kasına ait RMS değerleri $128,08 \pm 36,05$ olarak görülmektedir.

Tablo 4.3. Deneklerin son-test anaerobik güç ve RMS değerleri

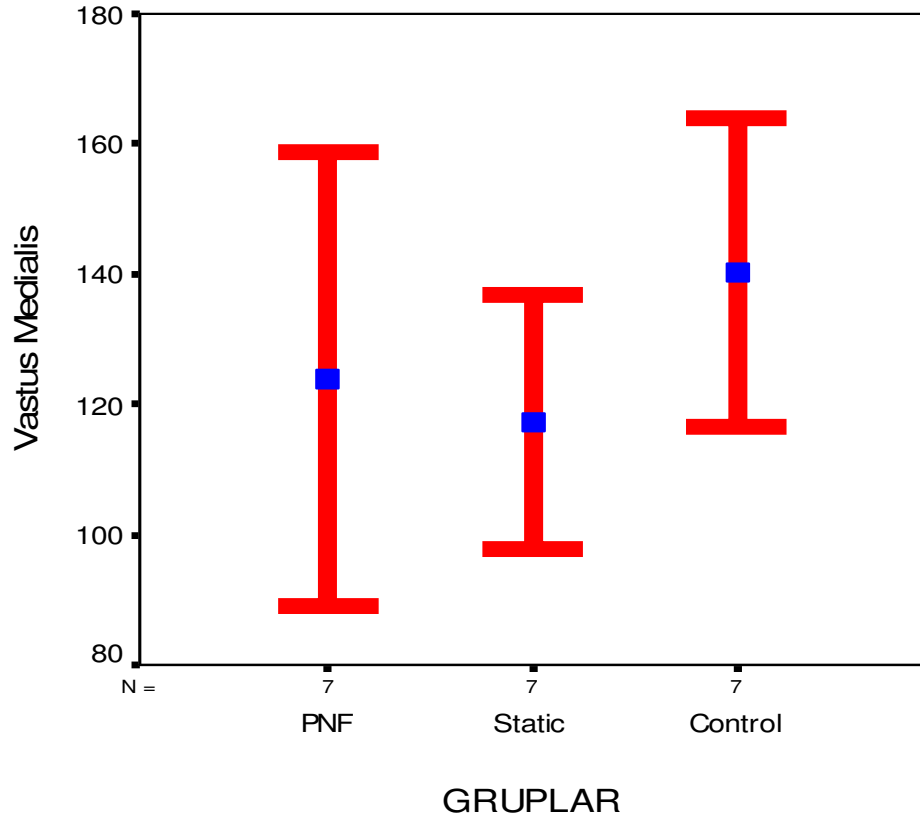
Gruplar	Maksimal Anaerobik Güç (Watt)	Vastus Medialis (%) $\bar{X} \pm SS$	Vastus Lateralis (%) $\bar{X} \pm SS$
PNF Grubu n= 7	3108,84 $\pm$ 480,31	124,02 $\pm$ 37,69	117,98 $\pm$ 24,68
SG Grubu n= 7	2946,41 $\pm$ 300,60	117,33 $\pm$ 20,99	101,46 $\pm$ 25,32
Kontrol Grubu n= 7	3152,03 $\pm$ 383,62	140,34 $\pm$ 25,65	133,72 $\pm$ 33,79
Çalışma Evreni n= 21	3069,09 $\pm$ 385,61	127,23 $\pm$ 29,22	117,72 $\pm$ 30,00

Yukarıdaki tabloda kas-gevşet PNF germe, statik germe ve kontrol grubunun ait son-test anaerobik güç, vastus medialis ve vastus lateralis kaslarına ait root mean square (RMS) değerlerinin aritmetik ortalaması ($\bar{X}$) ve standart sapması (SS) verilmiştir (Tablo 4.3). Bu değerler aşağıda şekillerle birlikte anlatılmıştır (şekil 4.7, şekil 4.8, şekil 4.9).



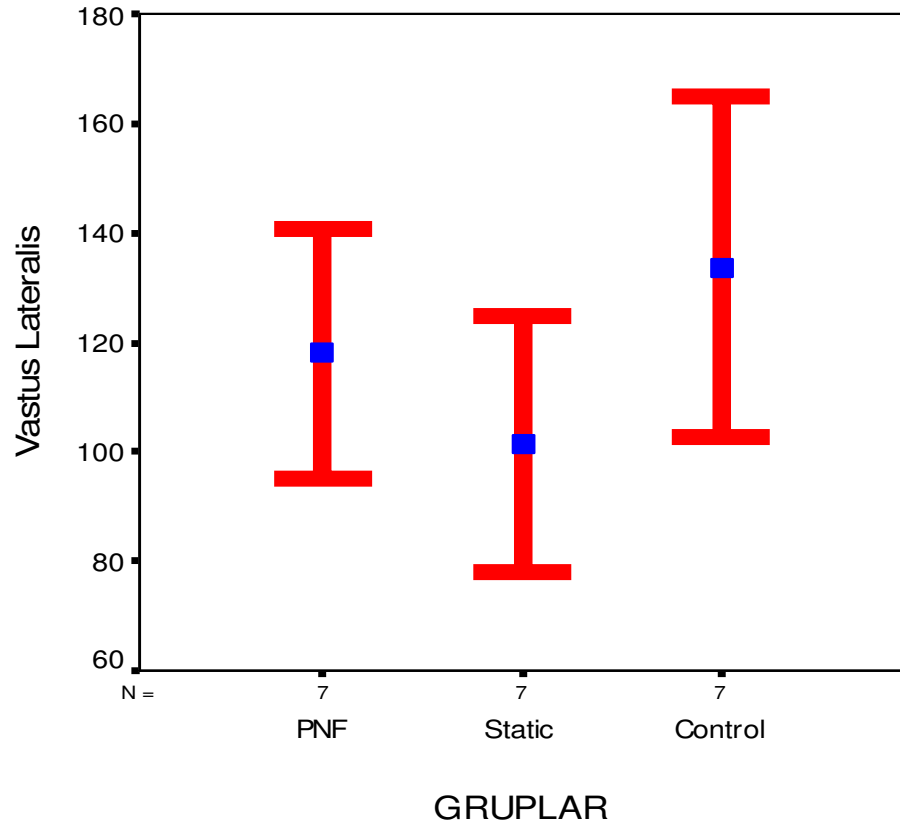
Şekil 4.7. Grupların son-test maksimal anaerobik güç ortalamaları ve standart sapmaları

Yukarıdaki şekil 4.7’ de görüldüğü gibi PNF germe grubunun maksimal anaerobik güç ortalaması $3108,84 \pm 480,31$ watt, statik germe grubunun maksimal anaerobik güç ortalaması $2946,41 \pm 300,60$ watt ve kontrol grubunun maksimal anaerobik güç ortalaması $3152,03 \pm 383,62$ watt olarak verilmiştir



Şekil 4.8. Grupların son-test VM kasına ait RMS ortalamaları ve standart sapmaları

Yukarıdaki şekil 4.8’ de görüldüğü gibi PNF germe grubunun VM kasına ait RMS değerleri $124,02 \pm 37,69$, statik germe grubunun VM kasına ait RMS değerleri $117,33 \pm 20,99$ ve kontrol grubunun VM kasına ait RMS değerleri $140,34 \pm 25,65$ olarak verilmiştir.



Şekil 4.9. Grupların son-test VL kasına ait RMS ortalamaları ve standart sapmaları

Yukarıdaki şekil 4.9’ da görüldüğü gibi PNF germe grubunun VL kasına ait RMS değerleri $117,98 \pm 24,68$, statik germe grubunun VL kasına ait RMS değerleri $101,46 \pm 25,32$ ve kontrol grubunun VL kasına ait RMS değerleri $133,72 \pm 33,79$ olarak verilmiştir.

Tablo 4.4. Grupların ön-test değerlerinin karşılaştırılması

Değişkenler	Grup	$\bar{X} \pm SS$	n	Sıra ort.	χ^2	df	p
Maksimal Anaerobik Güç (Watt)	PNF	3377,81 $\pm$ 502,25	7	12,86	1,032	2	0,60
	Statik	3120,46 $\pm$ 250,07	7	9,57			
	Kontrol	3188,00 $\pm$ 403,15	7	10,57			
Vastus Medialis (%)	PNF	126,20 $\pm$ 41,67	7	11,43	1,210	2	0,55
	Statik	121,41 $\pm$ 17,83	7	9,00			
	Kontrol	136,68 $\pm$ 27,13	7	12,57			
Vastus Lateralis (%)	PNF	122,81 $\pm$ 25,64	7	11,29	0,764	2	0,68
	Statik	110,90 $\pm$ 30,87	7	9,43			
	Kontrol	128,08 $\pm$ 36,05	7	12,29			

p<0,05

Üç grubun ön-test verileri arasındaki farka bakmak için yapılan Kruskal Wallis istatistiksel analiz sonucu üç gruba ait maksimal anaerobik güç, vastus medialis ve vastus lateralis kaslarına ait root mean square değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır. [Maksimal Anaerobik Güç.; $\chi^2 = 1,032$; p<0,05, Vastus Medialis; $\chi^2 = 1,210$; p<0,05, Vastus Lateralis; $\chi^2 = 0,764$; p>0,05].

Her üç grubun maksimal anaerobik güç, vastus medialis ve vastus lateralis kaslarına ait root mean square ön test verileri arasında anlamlı bir farkın bulunmayışı, çalışmanın başlangıcında grupların benzer özelliklere sahip olduklarını göstermektedir.

Uygulanan egzersiz programının maksimal anaerobik güç, vastus medialis ve vastus lateralis kaslarına ait root mean square değerlerine etkilerini görmek için grupların ön-test son-test değerleri arasındaki farklara istatistiksel olarak Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi yapılarak bakılmış ve bu farklar aşağıda tablo 4.5’ de gösterilmiştir.

Tablo 4.5. Grupların maksimal anaerobik güç ön-test son-test değerlerinin karşılaştırılması

GRUP		Maksimal Anaerobik Güç (Watt) $\bar{X} \pm SS$	n	Sıra ort.	Z	p
PNF n=7	ön-test	3377,81 $\pm$ 502,25	7 ^a	4,00	-2,366 ^a	0,02*
	son-test	3108,84 $\pm$ 480,31	0 ^b	0,00		
SG n=7	ön-test	3120,46 $\pm$ 250,07	7 ^a	4,00	-2,366 ^a	0,02*
	son-test	2946,41 $\pm$ 300,60	0 ^b	0,00		
Kontrol n=7	ön-test	3188,00 $\pm$ 403,15	4 ^a	4,50	-0,676 ^a	0,50
	son-test	3152,03 $\pm$ 383,62	3 ^b	3,33		

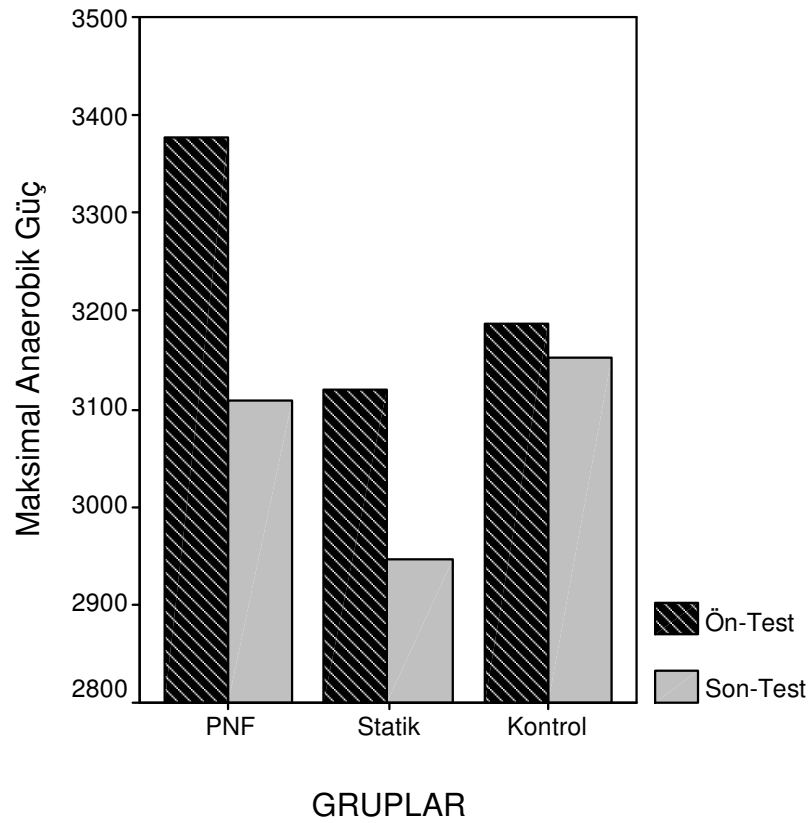
a.son test $\leq$ ön test

p< 0,05*

b.son test > ön test

Yapılan istatistiksel analizler sonucu her iki deney grubunun ön-test son-test maksimal anaerobik güç değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklar bulunurken (PNF; Z= -2,366, p<0,05 ve SG; Z= -2,366, p<0,05), kontrol grubunun ön-test son-test değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (kontrol; Z= -0,676, p>0,05).

Tablo 4.5 incelendiğinde; her iki deney grubundaki maksimal anaerobik güç değerlerinin ön testten son testte değiştiği ve bu değişim PNF germe grubunda ve statik germe grubunda bütün deneklerin tamamında ortaya çıktığı görülmektedir. Bu değişimler; PNF germe grubu ve statik germe grubu deneklerinin tamamında düşüş yönünde geliştiği görülmektedir. Kontrol grubunda ise 4 denekte maksimal anaerobik güç değerlerinde düşüş var iken 2 denekte bu değişim artış yönündedir. Ortalama farklara bakıldığında ise en fazla düşüşün PNF germe grubunda ortaya çıktığı görülmektedir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Grupların ön-test son-test maksimal anaerobik güç farkları

Tablo 4.6. Grupların VM kasına ait RMS ön-test son-test değerlerinin karşılaştırılması

GRUP		Vastus Medialis (%) $\bar{X} \pm SS$	n	Sıra ort.	Z	p
PNF n=7	ön-test	126,20 $\pm$ 41,67	5 ^a	3,80	-0,845 ^a	0,40
	son-test	124,02 $\pm$ 37,69	2 ^b	4,50		
SG n=7	ön-test	121,41 $\pm$ 17,83	5 ^a	4,60	-1,521 ^a	0,13
	son-test	117,33 $\pm$ 20,99	2 ^b	2,50		
Kontrol n=7	ön-test	136,67 $\pm$ 27,13	2 ^a	3,00	-1,352 ^a	0,18
	son-test	140,34 $\pm$ 25,65	5 ^b	4,40		

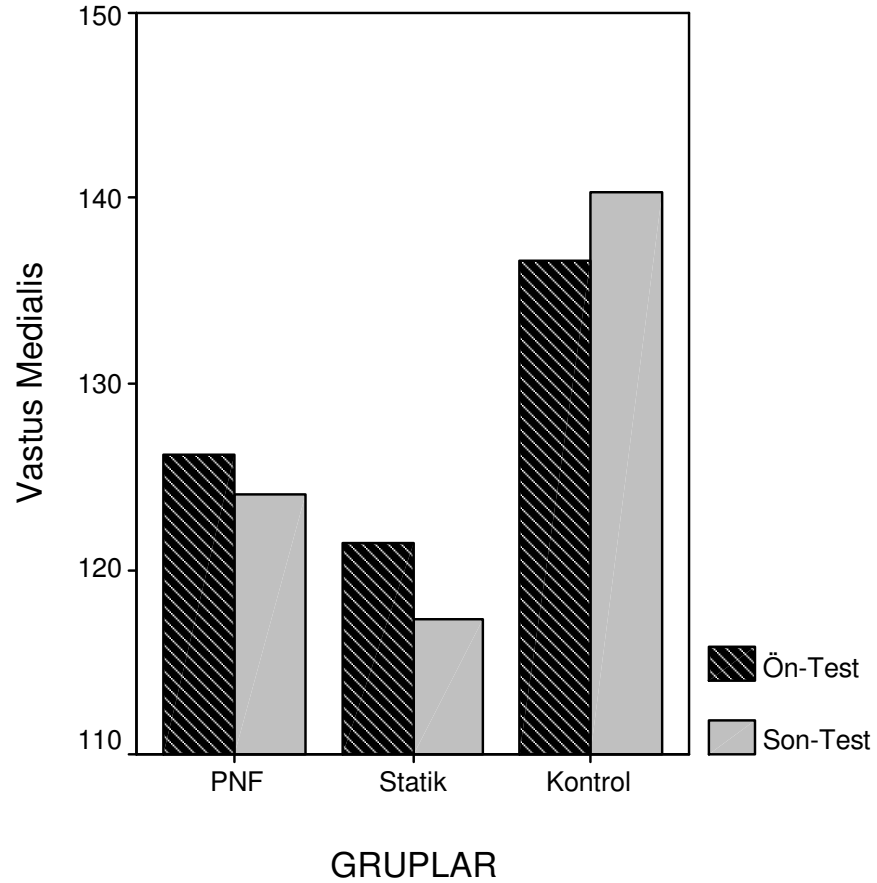
a.son test $\leq$ ön test

p< 0.05

b.son test > ön test

Yapılan istatistiksel analizler sonucu tablo 4.6 ‘de görüldüğü gibi PNF germe grubu, statik germe grubu ve kontrol grubunun ön-test ve son-test Vastus Medialis kasına ait RMS değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (Z = - 0,845, p>0,05, Z= -1,521, p>0,05 ve Z= -1,352, p>0,05).

Tablo 4,6’da görülebileceği gibi her iki deney grubundaki VM kasına ait RMS değerleri ön testten son testte değiştiği ve bu değişim deneklerin tamamında ortaya çıktığı görülmektedir. Bu değişimler; PNF germe grubunda 5 denekte düşüş yönünde iken 2 denekte artış yönündedir. Statik germe grubunda 5 deneğin VM kasına ait RMS değerinde düşüş var iken, geriye kalan 2 deneğin VM kasına ait RMS değerlerinde artış vardır. Kontrol grubunda ise 2 denekte VM kasına ait RMS değerinde düşüş var iken 5 denekte bu değişim artış yönündedir. Ortalama farklara bakıldığında ise en fazla düşüşün statik germe grubunda ortaya çıktığı görülmektedir (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Grupların ön-test son-test VM kasına ait RMS değerleri

Tablo 4.7. Grupların VL kasına ait RMS ön-test son-test değerlerinin karşılaştırılması

GRUP		Vastus Lateralis (%) $\bar{X} \pm SS$ (Kg)	n	Sıra ort.	Z	p
PNF n=7	ön-test	122,81 $\pm$ 25,64	6 ^a	3,50	-1,183 ^a	0,24
	son-test	117,98 $\pm$ 24,68	1 ^b	7,00		
SG n=7	ön-test	110,89 $\pm$ 30,87	5 ^a	4,20	-1,183 ^a	0,24
	son-test	101,46 $\pm$ 25,32	2 ^b	3,50		
Kontrol n=7	ön-test	128,08 $\pm$ 36,05	3 ^a	2,00	-1,352 ^a	0,18
	son-test	133,72 $\pm$ 33,79	4 ^b	5,50		

a.son test $\leq$ ön test

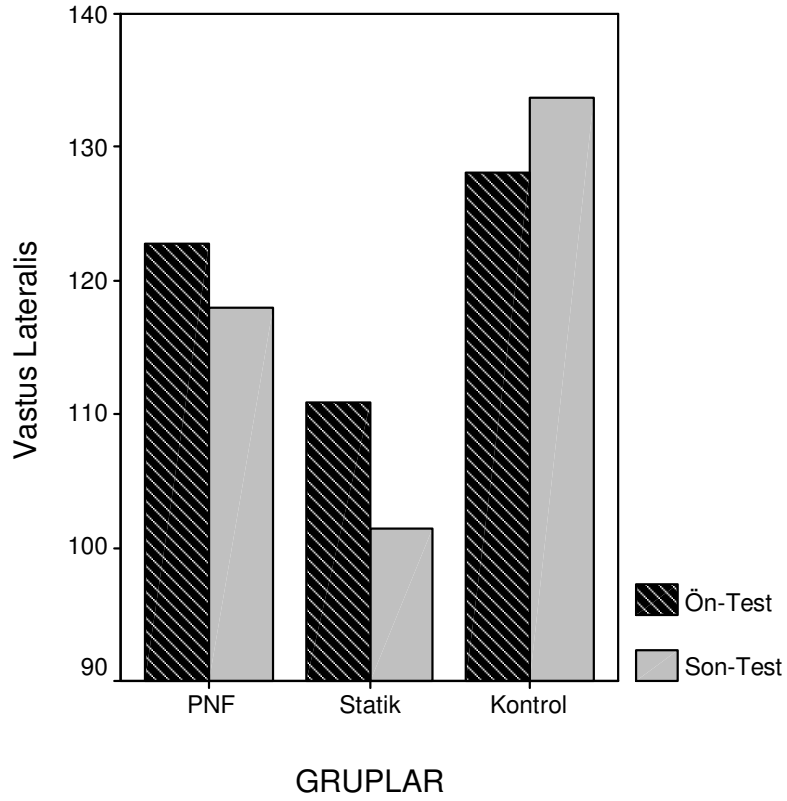
p< 0,05

b.son test > ön test

Tablo 4.7 incelendiğinde PNF germe grubu, statik germe grubu ve kontrol grubunun ön-test ve son-test Vastus Lateralis kasına ait RMS değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (Z = -1,183, p>0,05, Z= -1,183, p>0,05 ve Z= -1,352, p>0,05).

Tablo 4,7' de görülebileceği gibi her iki deney grubundaki VL kasına ait RMS değerleri ön testten son testte değiştiği ve bu değişim deneklerin tamamında ortaya çıktığı görülmektedir. Bu değişimler; PNF germe grubunda 6 denekte düşüş yönünde iken 1 denekte artış yönündedir. Statik germe grubunda 5 deneğin VL kasına ait RMS değerinde düşüş var iken, geriye kalan 2 deneğin VL kasına ait RMS değerlerinde artış vardır. Kontrol grubunda ise 3 denekte VL kasına ait RMS

değerinde düşüş var iken 4 denekte bu değişim artış yönündedir. Ortalama farklara bakıldığında ise en fazla düşüşün statik germe grubunda ortaya çıktığı görülmektedir (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. Grupların ön-test son-test VL kasına ait RMS değerleri

Daha önce yapılan analizlerde PNF germe ve statik germe gruplarının maksimal anaerobik güç ön-test son-test değerleri arasında fark bulunmuştur (Tablo 4.5). Bundan dolayı grupların son test ile ön test değerlerinin arasındaki fark alınmış ve bu farkların gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığına bakılmıştır. Gruplar arası farkların farkı tablo 4.8.'de incelenmiştir.

Tablo 4.8. Grupların son test ve ön-test farklarının karşılaştırılması

Değişkenler	Grup	$\bar{X} \pm SS$	n	Sıra ort.	χ^2	df	p
Maksimal Anaerobik Güç (Watt)	PNF	-268,97 $\pm$ 213,40	7	7,14	9,670	2	0,01*
	Statik	-174,05 $\pm$ 105,19	7	9,00			
	Kontrol	-35,97 $\pm$ 85,25	7	16,86			
Vastus Medialis (%)	PNF	-2,18 $\pm$ 12,95	7	9,71	1,803	2	0,41
	Statik	-4,08 $\pm$ 6,35	7	9,71			
	Kontrol	3,67 $\pm$ 12,46	7	13,57			
Vastus Lateralis (%)	PNF	-4,83 $\pm$ 21,50	7	8,43	5,729	2	0,06
	Statik	-9,43 $\pm$ 20,22	7	9,00			
	Kontrol	5,64 $\pm$ 7,53	7	15,57			

p<0,05 *

Üç grubun son test ile ön test değerlerinin arasındaki farkların farkına bakmak için yapılan Kruskal Wallis istatistiksel analiz sonucuna göre; üç gruba ait maksimal anaerobik güç değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunurken, vastus medialis ve vastus lateralis kaslarına ait RMS değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır. (maksimal anaerobik güç; $\chi^2 = 9,670$; p<0,05, Vastus Medialis; $\chi^2 = 1,803$; p>0,05, Vastus Lateralis; $\chi^2 = 5,729$; p>0,05).

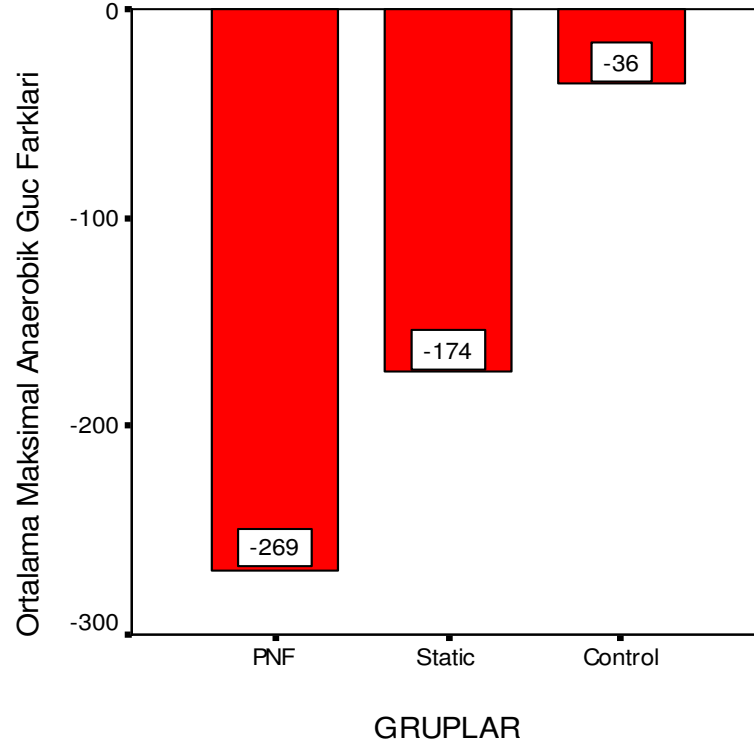
Bu farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için gruplar ikili olarak karşılaştırılmış ve bu karşılaştırmalar aşağıda sunulmuştur (Tablo 4.9).

Tablo 4.9. Grupların maksimal anaerobik güç son test ve ön-test farklarının karşılaştırması

		N	$\bar{X} \pm SS$ (watt)	Ortalama Sırası	Sıralamaların Toplamı	Z	p
Maksimal Anaerobik Güç	PNF Grubu	7	-268,97 ± 213,40	6,71	47,00	-0,703	0,48
	Statik Germe	7	-174,05 ± 105,19	8,29	58,00		
	PNF Grubu	7	-268,97 ± 213,40	4,43	31,00	-2,747	0,013*
	Kontrol Grubu	7	-35,97 ± 85,25	10,57	74,00		
	Statik Germe	7	-174,05 ± 105,19	4,71	33,00	-2,492	0,013*
	Kontrol Grubu	7	-35,97 ± 85,25	10,29	72,00		
P< 0,016 *							

Tablo 4.9'da gruplar arasında maksimal anaerobik güç farklarının farkı incelendiğinde; PNF germe grubu ve statik germe grubu maksimal anaerobik güç değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemektedir (Z= -0,703; p>0,05). Aritmetik ortalamalarına bakıldığında ise PNF germe grubunun (-268,97 $\pm$ 213,40 watt), statik germe grubuna göre (-174,05 $\pm$ 105,19 watt) daha düşük maksimal anaerobik güç farkı değerlerine sahip oldukları görülmektedir. PNF germe grubu ve kontrol grubu maksimal anaerobik güç değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmektedir (Z= -2,747); p< 0,05). Aritmetik ortalamalarına bakıldığında ise PNF germe grubunun (-268,97 $\pm$ 213,40 watt), kontrol grubuna göre (-35,97 $\pm$ 85,25 watt) daha düşük maksimal anaerobik güç farkı değerlerine sahip oldukları görülmektedir. Statik germe grubu ve kontrol grubu maksimal anaerobik

güç farkı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmektedir ($Z = -2,492$; $p < 0,05$). Aritmetik ortalamalarına bakıldığında ise statik germe grubunun ($-174,05 \pm 105,19$ watt), kontrol grubuna göre ($-35,97 \pm 85,25$ watt) daha düşük maksimal anaerobik güç farkı değerlerine sahip oldukları görülmektedir.



Şekil 4.13 Grupların maksimal anaerobik güç son-test ön-test farkları skorları

BÖLÜM V

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde futbolcular üzerinde uygulanan iki farklı germe tekniğinin dikey sıçrama performansı (maksimal anaerobik güç) ile EMG (root mean square) değerlerine olan etkilerine ait bulgulara bağlı olarak tartışılmış ve erişilen sonuçlar ve öneriler ile birlikte sunulmuştur.

5.1. Statik Germe egzersizlerinin dikey sıçrama performansı (maksimal anaerobik güç) üzerindeki akut etkileri:

Dikey sıçrama açısından bakıldığında, deneklerin ön-test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmamıştır ($\chi^2 = 1,032$; $p>0,05$). Deneklerin çalışmaya başlamadan önce dikey sıçrama değerleri açısından benzer özelliklere sahip oldukları belirlenmiştir. Deneklerin maksimal anaerobik güç ön-test ve son-test değerleri karşılaştırılmış ve istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş olduğu saptanmıştır (SG; $Z = -2,366$, $p>0,05$). Ancak deneklerin ön-test ve son-test gelişimsel farklarına bakmak için farkların farkı değerlendirilmiştir (Tablo 4.9). Üç grubun son test ile ön test değerlerinin arasındaki farkların farkına bakıldığında; üç gruba ait dikey sıçrama değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmuştur ($Z = -0,703$; $p<0,05$). Yapılan statik germe egzersizlerinin deneklerin dikey sıçrama performansını (maksimal anaerobik gücü) ön testten son teste düşürdüğü görülmüştür.

Literatürde statik germe egzersizlerinin akut olarak dikey sıçrama performansı (maksimal anaerobik güç) üzerinde olumsuz etkilerinin olmadığı görüşünü savunan çalışmaların yanında; çalışmamızda bulduğumuz sonuçlara paralel olarak etkisinin negatif etkilerinin olduğu ile ilgili birçok araştırma mevcuttur.

Biçer ve ark. (2005) iki farklı kombine egzersizin (12 tekrar 4 set dinamik ve 30 saniye süreli 4 set statik germe egzersizleri ve 12 tekrar 4 set dinamik ve 30 saniye süreli 4 set tut-gevşe PNF) drop sıçrama performansı ve hareket genişliği üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmalarında, grupların ön test-son test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını bulmuşlardır. Başka bir çalışmada Unick ve ark. (2005) statik germe ve balistik germe egzersizlerinin dikey sıçrama performansı üzerine akut etkilerini ve germe egzersizlerinden 15 ve 30 dakika sonra güç değişimlerini incelemiştir. 16 antrenmanlı bayan germe egzersizlerinden önce dikey sıçrama (*countermovement jump* ve derinlik sıçraması) serilerini uygulamışlar. Daha sonra aynı grup balistik ve statik germe egzersizlerinden hemen sonra dikey sıçrama aktivitelerini tamamlamışlardır. Sonuçlarda statik germe veya balistik germe esneklik öncesinde ve sonrasındaki esneklik skorları ve dikey sıçrama performanslarında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar göstermemiştir. Bu bulgular antrenmanlı bayanlarda yarışma öncesinde yapılan germe egzersizlerinin performansa negatif etki etmediğini göstermiştir. Benzer bir şekilde, Aydoğ ve ark. (2001), çalışmalarında, diz ve kalçaya uygulanan fleksiyon ve ekstansiyon germe egzersizlerinin, dizin ekstansiyon ve fleksiyon maksimal kuvvetleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Biri germe egzersizleri öncesi, üçü germe egzersizleri sonrasında Cybex II (+) izokinetik dinanometre (0° , 30° ve 180°/sn'lik açısal hızlardaki diz ekstansiyon ve fleksiyon maksimal kuvvetleri) ile alınan, dört diz ekstansiyon ve fleksiyon maksimal kuvvet değerlerinin değerlendirilmesi sonucunda, germe egzersizlerinin maksimal kuvvete etkisi olmadığı saptanmıştır. Germanin akut etkilerinin incelendiği Knudson ve ark. (2001) çalışmasında ise esnekliğin akut etkilerinin dikey sıçrama kinematikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Kontrol ve deney (germe) grubunun dikey sıçrama kinematiklerinin ölçümü için 2 ısınma rutininin sonra, yan eksenden videograf (60 Hz) ile ölçümler alınmıştır. Bulgularda; dikey hız (vertical velocity), diz açısı, eksantrik ve konsantrik safların sürelerinde anlamlı bir değişikliğe rastlanamamıştır. Dikey sıçrama gibi, gerilme-kısalma döngülü aktivitelerden önce yapılan germe egzersizleri bazı deneklerde küçük performans düşüklüğüne sebep olmuş, fakat genel olarak anlamlı değişiklikler gözlenmemiştir.

Yukarıda vermiş olduğumuz çalışmaların sonuçlarında, statik germe egzersizlerinin dikey sıçrama performansı (Maksimal anaerobik güç) üzerinde olumsuz etkilerinin olmadığı ortaya çıkmıştır. Bu sonuçların çalışmamızın bulgularından farklı çıkması; esneklik sürelerinin farklılığından, tekrar sayılarından ve deney gruplarının özelliğinden kaynaklanmış olabilir. Bizim yaptığımız çalışma sonucunda dikey sıçrama performansı (Maksimal anaerobik güç) 4 tekrarlı 30 sn germeli ve 30 sn dinlenmeli statik germe egzersizinden olumsuz bir şekilde etkilenmiştir. Aşağıda bizim çalışmamız bulguları ile paralel sonuçlara ulaşılmış çalışmalar yer almaktadır.

Marek ve ark. (2005) yaptıkları çalışmalarında, vastus lateralis ve rectus femoris kaslarında, statik germe egzersizlerinin; zirve momenti güç çıkışı ortalaması, aktif hareket genişliği, pasif hareket genişliği, elektromiyografik (EMG) genişlik ve mekhanomiyografik (MMG) genişlik üzerine akut etkilerini incelemişlerdir. 4 tekrar 30 saniye süreli germe egzersizlerinden (statik) önce ve sonra aktif ve pasif hareket genişliği değerlendirilmiştir. Çalışma bulgularına göre; Statik germe egzersizlerinden sonra hem aktif hem de pasif hareket genişliği artmıştır. Bir başka çalışmada ise Vetter (2007), germe uygulanarak ve germe uygulanmadan yapılan 6 farklı ısınma protokolünün, 30m. sprint koşusu ve dikey sıçrama (vertical countermovement jump) üzerine etkilerini karşılaştırmış ve sprint koşusu performansında 6 protokol arasında anlamlı bir değişiklik olmadığını göstermiştir. I. protokolün ısınma uygulaması ise 6. protokole oranla daha yüksek sıçrama yükseklikleri ortaya çıkardığını göstermiştir. Yine benzer şekilde, 3. protokol ısınma uygulaması ile 6. protokole oranla daha yüksek sıçrama yükseklikleri elde edilmiştir. Bu bulgulara göre, statik germe içeren ısınmalar, sıçrama performansında negatif bir etki yarattığını ortaya çıkarmıştır. Başka bir çalışmada Young ve Eliot (2001) gluteal, quadriceps femoris ve baldır kas gruplarına 15 saniye 3 tekrarlı statik germe egzersizleri yaptırmışlar ve sonuç olarak diğer prosedürlere göre statik germe prosedüründe drop sıçrama performansında azalmanın olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışma sonunda drop sıçrama performansındaki azalmanın ters miyotatik refleks gibi inhibitör nöral mekanizmayla ve muskulotendinöz kompliansındaki artışla ilişkili olabileceği sonucuna varmışlardır. Bradley ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada, farklı germe türlerinin dikey sıçrama performansı üzerine akut etkilerini araştırmışlardır. Araştırma

bulgularına göre; statik germe sonrasında, dikey sıçrama yüksekliği anlamlı bir şekilde düşmüştür (% 4 ve % 5,1;). Fakat sıçramalardan 15 dakika sonra, tüm germe durumlarında, sıçrama yükseklikleri tamamıyla tekrar yenilenmiştir. Dikey sıçrama performansı; statik germeler sonrası 15 dakika süresince düşmesine rağmen, balistik germenin, sıçrama performansında çok az bir etkisi olduğu gözlenmiştir. Benzer bir çalışmada ise McNeal ve Sands (2003) yaş ortalaması 13.3 yıl olan 13 bayan cimnastikçinin alt ekstremitelerine 2 tekrarlı 30 saniye süreli germe egzersizleri uygulamışlar. Germe egzersizleri yapılmadan ve germe egzersizleri yapıldıktan sonraki drop sıçrama testi değerlerinin sonucunda statik germenin performansı % 9.6 oranında azalttığını rapor etmişlerdir. Faigenbaum ve ark. (2006) ise farklı ısınma protokollerinin (statik esneklik, dinamik egzersiz ve statik esneklik ile dinamik egzersizin kombinasyonu), genç sporcuların anaerobik performansı üzerindeki akut etkilerini inceledikleri çalışmanın sonucunda: dikey sıçrama, oturarak sağlık topu fırlatma ve 10 yard sprint performanslarında dinamik egzersiz(DY) ve statik esneklik ve dinamik egzersiz (SDY) gruplarında statik germe grubuna (SG) oranla anlamlı bir artış görülmüştür. Fakat çabukluk mekik koşusunda üç grupta da anlamlı bir fark görülmemiştir. Sonuç olarak, ısınma amaçlı yapılan dinamik egzersizler ve dinamik egzersizlerle birlikte yapılan statik esneklik, güç gerektiren aktiviteleri yapan sporcular için tek başına yapılan statik esneklikten daha yararlı bulunmuştur. Benzer çalışmalardan birinde ise, Wright ve ark (2006) statik germe, dinamik germe ve ısınmanın dikey sıçrama üzerine etkisini araştırmışlar. Sporculara farklı günlerde statik germe, dinamik germe ve 10 dakika ısınma yaptırıp dikey sıçrama değerlendirmesi yapılmış. Ölçümler denemelerden önce ve hemen sonra yapılmış. Çalışmalarının sonucunda, ısınma (2.93 + 2.31 cm) ve dinamik germe (1.80 + 2.39 cm) yapıldığında dikey sıçrama değerlerinin arttığını ancak statik germenin (-1.27 + 2.63 cm) dikey sıçrama performansını azalttığını rapor etmişlerdir. Diğer bir çalışmada Fowles ve ark. (2000) pasif germelerin izometrik kuvvet üzerindeki akut etkilerini incelemiş ve ayak bileği plantar fleksörlerine yönelik 30 dakikadan oluşan (her biri 135 sn.x13 germe) germe yaptırmışlardır. İzometrik kuvvet ölçümleri (maksimal istemli kasılma) çalışmanın öncesinde, hemen sonunda, ve 5, 15, 30, 45, 60 dk. sonrasında yapılmıştır. Maksimal istemli kasılma ilk değerlerle karşılaştırıldığında son testte (%28) ve 5 (%21), 15 (%13), 30 (%12), 45 (%10) ve

60. dakikalar sonrasında (%9) azalmıştır. Motor ünite aktivasyonu ve EMG değerleri pasif germe sonrası durağanlaşmıştır. Fakat 15 dk. sonra normale dönmüştür. Diğer testler, eklem açısı-tonus ilişkisinin geçici olarak değiştiğini göstermiştir. Fakat sadece bu son testte oluşmuştur. Bu veri, yalnız bir kasa yönelik yapılan devam eden germelerin, azalma periyodunun başından sonuna dek kasılabilir gücün zayıflamasına ve azalmanın erken fazındaki kasılabilir gücün ve aktivasyonun zayıflamasına yol açan germe sonrası istemli kuvveti azalttığını (1 saatin üzerinde) göstermiştir.

Power ve ark. (2004) ise statik germenin, isometrik kuvvet, kas aktivesi ve sıçrama gücü üzerindeki etkilerini belirlemek için yaptıkları çalışma deneysel protokol; ön test, ısınma, 3 kas grubuna (quadriceps femoris, plantar fleksör ve hamstring kas grupları) 45 saniye süreli 2 farklı germe uygulaması ve son testleri (30, 60, 90 ve 120 dakika sonra) içermektedir. Kontrol protokolünde ise deneklere, deneysel protokolden farklı olarak germe uygulanmamış, bu süreyi denekler 18 dakika dinlenerek geçirmişlerdir. Dominant bacağın üç kas grubu (quadriceps, hamstrings ve plantar fleksör) birbirini takip eden ve her biri üç tekrardan oluşan iki statik germeye tabi tutulmuştur. Her germe 45 sn. süre uygulanmış ve 15 sn. dinlenme verilmiştir. Her kas grubu için toplamda 270 sn. süre harcanmıştır. Sonuç olarak; Drop jump yüksekliklerinde son test periyotları sonrasında % 6,5 oranında ve istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir düşüş bulunmuştur. Test periyodu sonrasında, konsantrik sıçrama (concentric jump) yükseklikleri ise %2 ile %5,4 oranında anlamlı olmayan bir düşüş göstermiştir. Brill ve ark. 'nın (2005) statik germenin alt gövde kuvvet performansına ve fonksiyonel güç performansına etkilerini araştırdıkları çalışmalarının sonucunda statik germe yaptırılan grubun dikey sıçramalarında anlamlı bir azalma olduğunu bulmuşlardır. Zakas ve ark. 'nın (2006) futbolcular üzerinde uygulanan statik esnetme sürelerinin zirve güç üretimlerine etkilerini inceledikleri çalışmalarının sonucunda 30 saniye x 1 tekrarlı germelerin zirve güçte azalmaya neden olmadığı; 30 saniye x 10 tekrarlı germe ve 30 saniye x 16 tekrarlı germeler zirve gücü anlamlı derecede düşürdüğü bulunmuştur. Cornwell ve ark. (2001) 30 saniye süreli germe egzersizleri sonrası dikey sıçrama ve countermovement sıçrama yüksekliklerinde azalmanın olduğunu bildirmişlerdir. Dikey sıçramadaki azalmanın, kuvvetin iskelet sistemine geçişinin azalmasından ya

da kompliant tendonlar yoluyla olmasından kaynaklanabileceği görüşüne varmışlardır. Kokkonen ve ark. (1998) ise statik akut esnekliğin kuvvet üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmalarının sonucunda, 20 dakika iki tekrarlı 15 saniyelik germeler ve 15 saniyelik dinlenmelerden oluşan pasif statik esneklik 1 maksimum tekrarlı diz ekstansiyonu ve 1 maksimum tekrarlı diz fleksiyonunda anlamlı düşüşlere neden olduğunu bulmuşlardır. Evetovich ve ark. (2003) ise yaptıkları araştırmada statik germelerin kassal performansı negatif yönde etkilediğini bulmuşlardır. Wallman ve ark. (2005) gastroknemius kasına 30 saniye 3 tekrarlı statik germe uygulayıp dikey sıçrama performanslarını değerlendirmişler ve çalışmalarının sonucunda, statik germenin gastroknemius kasının maksimal sıçrama performansını negatif olarak etkilediğini bulmuşlardır. Dikey sıçrama yüksekliğinin son testi ön testiyle karşılaştırıldığında % 5.6 oranında azalma olduğunu rapor etmişlerdir. Statik germe egzersizlerinden hemen sonra yapılan dikey sıçrama sırasında kas aktivitesinde artış olduğunu belirtmişlerdir. Aktivitedeki bu artışın kas sertliğindeki azalmayı kompanse etmek için olabileceğini belirtmişlerdir.

Yukarıda verilen araştırmaların sonuçları ve literatürdeki başka bilgiler çalışmamız bulguları ile paralellik göstermektedir. Genel olarak bakıldığında, dikey sıçrama performansındaki düşüş çeşitli nedenlere dayandırılmıştır. Bu düşüşlerin; ters miyotatik refleks gibi inhibitör nöral mekanizmayla ve muskulotendinöz komplansındaki artışla ilişkili olabileceği gibi (Young ve Eliot, 2001) , kuvvetin iskelet sistemine geçişinin azalmasında daha kompliant tendonlar yoluyla olmasından kaynaklanabileceği düşünülebilir (Cornwell ve ark., 2001) . Kuvvetteki azalmanın muskulotendinöz sertliğin azalmasından kaynaklandığı düşüncesinin yanında (Kokkonen ve ark., 1998), statik germelerin kas aktivasyonunu azaltması (hücre bazında kasların kasılma yeteneklerindeki uyuşma) sonucu kuvvet performansının azaldığı da düşünülebilir (Fowles ve Sale, 1997). Bununla birlikte dikey sıçrama performansındaki azalmanın kas vizkositesindeki azalmadan daha ziyade, nöromüsküler inhibisyon mekanizmalarından kaynaklanabileceği (Knutson, 2001; Evetovich, 2003), ayrıca dikey sıçrama performansındaki azalmanın değişik germelerin otojenik inhibisyon ile sonuçlanabileceği ve kasılmaya katılan mevcut motor ünitenin yetersiz oluşu buna bağlı olarak ta kas aktivasyonunu azaltması ile ilgili olmasından kaynaklanabileceği (Church ve ark., 2001) düşünülmektedir.

5.2. Statik Germe egzersizlerinin EMG (Root Mean Square) değerleri üzerindeki akut etkileri:

Yapılan istatistiksel analizler sonucu statik germe grubunun ön-test ve son-test Vastus Medialis kasına ait RMS değerleri anlamlı bir fark bulunmamıştır ($Z = -1,521$, $p > 0.05$). Ayrıca Vastus Lateralis kasına ait RMS ön-test ve son-test değerleri arasında da anlamlı bir fark bulunmamıştır ($Z = -1,183$, $p > 0.05$). Germe egzersizlerinin EMG değerleri üzerine akut etkileriyle ilgili literatürde pek fazla çalışma bulunmamaktadır. Bulunan bu çalışmalarda da root mean square değerine bakılmamıştır. Literatürdeki çalışmalara baktığımızda çelişkili sonuçlarla karşılaşmıştır. Bazı çalışmalar EMG aktivitesinin arttığını savunurken bazıları da düştüğünü savunmaktadır. Bizim çalışmamızda Her iki deney grubunda da sayısal olarak düşmeler görülmüştür. Fakat bu düşüşler istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Evetovich ve ark. (2003) statik germelerin kassal performansı negatif yönde etkilediğini gösterdiği çalışmasında, statik germenin konsantrik izokinetik kas hareketleri sırasında mekanomiyografi, elektromiyografi ve tonus üzerindeki akut etkilerini incelemiştir. Deneklerin EMG ve MMG değerleri kaydedilirken 2 durumda maksimal izokinetik ön kol fleksiyon kuvvet testi yapılmıştır. Denekler, kuvvet testi öncesinde germe ve kontrol grubu olarak ikiye ayrılmıştır. Sonuçlar kontrol ve germe grubundaki tonus ve MMG değerleri arasındaki farkın anlamlı, EMG değerlerindeki farkın anlamlı olmadığını göstermiştir. Bu sonuçlar, germesiz daha büyük tonus üretme yeteneğinin, motor ünite sayısının aktive olmasından daha ziyade kasların kas-tendon vizkositesi ile ilişkili olduğunu sonucuna varmıştır.

Başka bir çalışmada ise Wallman ve ark. (2005) gastroknemius kasına 30 saniye 3 tekrarlı statik germe uygulayıp dikey sıçrama performanslarını değerlendirmişler ve çalışmalarının sonucunda, gastroknemius kasının statik germesinin maksimal sıçrama performansını negatif olarak etkilediğini bulmuşlardır. Statik germe egzersizlerinden hemen sonra yapılan dikey sıçrama sırasında kas aktivitesinde artış olduğunu belirtmişlerdir. Aktivitedeki bu artışın kas sertliğindeki azalmayı kompanse etmek için olabileceğini fikrini öne sürmüşlerdir. Yukarıdaki çalışmalarda akut germenin EMG değerleri üzerine herhangi bir negatif etkisinin olmadığı görüşleri ortaya çıkmıştır. Literatürdeki statik germenin kas EMG aktivitesi

ile ilgili bulgular çelişkilidir. Bunun nedeni birçok çalışmada germe egzersizlerinin kas kuvveti üzerine olan etkilerinin farklı olmalarından kaynaklandığını söyleyebiliriz. Çünkü bazı araştırmacılar germe egzersizinden sonra bacak kuvvetinde artış kaydederken, bazı araştırmacılar da bacak kuvvetinde azalma kaydetmişlerdir. Bacak kuvvetindeki bu değişimler elektromyografik değerleride doğrudan etkilemektedir.

Aşağıda bizim çalışmamızdaki sonuçlarla benzer sonuçları olan bazı çalışmalar verilmiştir.

Mohr ve ark. (1998) hem ısınma öncesinde hem de ısınma sonrasında biceps femoris, soleus ve gastrocnemius kaslarından statik germe esnasında alınan elektromyografik (EMG) değerleri karşılaştırmıştır. Denekler 90 saniyelik bir kez hamstringleri gerdirmiş ve 4 kezde calf kasını gerdirildikten sonra 30 dakika boyunca bisikletle ısındırılmış ve ardından da tekrar germe egzersizlerine tabi tutulmuşlardır. EMG değerleri ısınma öncesinde ve sonrasında, germenin 0, 30, 60 ve 90'ncı saniyelerinde kayıt edilmiştir. Çalışmanın sonucunda bütün kaslarda düşük EMG aktivitesi görülmüştür ($< \%20$ MMT). Isınma sonrasında ise gastrocnemius kasının EMG aktivitelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma görülmüştür. Biceps femoris kasının EMG aktivitesinde ısınma öncesinde ve sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Sonuçta statik germe esnasında EMG aktivitesi azalmıştır. Bazı germeler için ısınma sonrasında soleus ve gastrocnemius kaslarının EMG aktivitesi anlamlı olarak azalmıştır. Bununla birlikte biceps femoris kasının EMG aktivitesinde de ısınma öncesinde ve sonrasında farklılıklar gözlenmemiştir. Diğer yandan Marek ve ark. (2005) 4 tekrar 30 saniye süreli germe egzersizlerinden (PNF ya da statik) önce ve sonra aktif ve pasif hareket genişliği değerlendirdikleri çalışmada, EMG değerlerinde, ön testten son testte bir düşüş gözlenmiştir. Vastus lateralis ve rectus femoris kaslarının EMG değerleri karşılaştırıldığında, rectus femoris kasının EMG genişliğinin vastus lateralis kasınınkinden daha fazla olduğu bulunmuştur. Bu bulgular, hem statik hem de PNF germenin, vastus lateralis ve rectus femoris kaslarının EMG genişliğinde düşüşe neden olduğunu göstermektedir. Benzer bir çalışmada, Power ve ark. (2004) statik germenin, hareket genişliği isometrik kuvvet, kas aktivesi ve sıçrama gücünü azaltıp azaltmadığını belirlemek amaçlı bir

Çalışma yapmışlardır. Dominant bacağın  kas grubu (quadriceps, hamstrings ve plantar fleksör) birbirini takip eden ve her biri üç tekrardan oluşan iki statik germeye tabi tutulmuştur. Sonuç olarak; n testten sonra ve 120 dakika germe sonrası quadricepsin EMG aktivitesinde % 15,1 ve %16,5'lik oranda istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir düşüş gözlenmiştir. Son germenin hemen ardından plantar fleksör kas grubunda ise, % 6,5 oranında istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir artış ve 120. dakikada yine istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir düşüş gözlenmiştir. Fowles ve ark. (2000) ise pasif germelerin izometrik kuvvet üzerindeki akut etkilerini inceledikleri çalışmalarına 10 genç yetişkin katılmış ve ayak bileği plantar fleksörlerine yönelik 30 dakikadan oluşan (her biri 135 sn.x13 germe) germe yapılmıştır. İzometrik kuvvet ölçümleri (maksimal istemli kasılma) alışmanın öncesinde, hemen sonunda, ve 5, 15, 30, 45, 60 dk. sonrasında yapılmıştır. Motor nite aktivasyonu ve EMG değerleri pasif germe sonrası durağanlaşmıştır. Fakat 15 dk. sonra normale dnmştir. Yukarıdaki çalışmalarda görülen EMG aktivitesindeki düşüşün farklı nedenleri olabilir. Bacak kuvvetinde ki artış ya da düşüş elektromyografik değerleri de doğrudan etkilemektedir. Avela ve ark. (1999) buldukları sonuçlara göre, EMG aktivitesindeki düşüşler, refleks duyarlılığındaki ani azalma ile birliktelik göstermesinden kaynaklanmaktadır. Bizim alışmamızda istatistiksel olarak anlamlı olmasa da EMG aktivitesinde bir düşüş gözlenmiştir. Çalışmamızda root mean square değerine göre yorum yapılmıştır. Root mean square değer i ortaya çıkan kuvveti belirlemek için en geçerli yöntemlerden biridir. Yaptığımız çalışmanın sonucunda akut statik germeler maksimal anaerobik gücü anlamlı bir şekilde dşrmştir. EMG root mean square değerlerindeki düşüş bu durumdan kaynaklanmış olabilir.

5.3. Kas-gevşet PNF Germe egzersizlerinin dikey sıçrama performansı (maksimal anaerobik güç) üzerindeki akut etkileri:

Dikey sıçrama açısından bakıldığında, deneklerin ön-test değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmamıştır ($\chi^2 = 1,032$; $p > 0,60$). Deneklerin çalışmaya başlamadan önce dikey sıçrama yetenekleri açısından benzer özelliklere sahip oldukları belirlenmiştir. Deneklerin maksimal anaerobik güç ön-test ve son-test değerleri karşılaştırılmış ve istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş olduğu saptanmıştır (PNF; $Z = -2,366$, $p \leq 0,05$). Bunun yanı sıra deneklerin ön-test ve son-test gelişimsel farklarına bakmak için farkların farkı değerlendirilmiştir (Tablo 4.9). Üç grubun son test ile ön test değerlerinin arasındaki farkların farkına bakıldığında; üç gruba ait dikey sıçrama değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmuştur ($Z = -0,703$; $p < 0,05$). Yapılan PNF Kas-Gevşet germe egzersizlerinin deneklerin dikey sıçrama performansı (maksimal anaerobik güç) üzerinde olumsuz etkileri olduğu görülmüştür.

Literatürde PNF germe egzersizlerinin akut olarak dikey sıçrama performansı (maksimal anaerobik güç) üzerinde olumlu etkilerinin yanında olumsuz etkileri olduğu ile ilgili de birçok çalışma mevcuttur.

Bradley ve ark. (2007), çalışmalarında PNF germe sonrasında, dikey sıçrama yüksekliğinin anlamlı bir şekilde düştüğünü, balistik germe sonrasında ise, sıçrama yüksekliğinde, istatistiksel olarak anlamlı olmayan çok az bir düşüş olduğunu bulmuşlardır. Fakat sıçramalardan 15 dakika sonra, tüm germe durumlarında, sıçrama yüksekliğinin tamamıyla tekrar yenilediği rapor edilmiştir. Dikey sıçrama performansının PNF germeler sonrası 15 dakika süresince düşmesine rağmen, balistik germelerin sıçrama performansına çok az bir etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma bulguları; PNF germenin; patlayıcı güç performansı gerektiren aktivitelerden önce kullanılmasının performansı negatif yönde etkileyebileceği görüşünü ortaya çıkarmıştır. Farklı ısınma ve germe egzersizlerinin dikey sıçrama performansını ne derece etkilediğini belirlemek amacı ile Church ve ark. (2001), tenis, kürek, voleybol ve atletizm (atma, atlama ve sprinter) branşı ile ilgilenen 40 bayan atlet üzerindeki çalışmada birbirini takip etmeyen üç gün boyunca; deneklere, farklı ısınma ve germelerden sonra dikey sıçrama testleri uygulatmıştır.

Bulgulara göre PNF germe uygulanan grubun dikey sıçrama performansları; germe uygulanmadan sadece genel ısınma yapan grup ve genel ısınma + statik germe yapan gruba göre anlamlı derece farklılıklar göstermiştir. PNF germe grubunun dikey sıçrama performansında anlamlı derece düşüş gözlenmiştir. Araştırma bulgularına dayanarak, dikey sıçrama testi öncesinde PNF germe uygulamaları, performansa zarar verebilir sonucuna ulaşılmıştır. Başka bir çalışmada ise Young ve Eliot (2001) 3 tekrarlı 5 saniye kontraksiyon 15 saniye PNF germe egzersizleri yaptırmışlar ve sonuç olarak PNF germe sonrasında drop sıçrama performansında azalmanın olduğunu bildirmişlerdir. Drop sıçrama performansındaki azalmanın ters miyotatik refleks gibi inhibitör nöral mekanizmayla ve muskulotendinöz kompliansındaki artışla ilişkili olabileceği sonucuna varmışlardır. Benzer şekilde Cornwell ve ark. (2001) 30 saniye süreli germe egzersizleri ya da 10 dakika dinlenmeden sonra dikey sıçrama ya da countermovement sıçrama testlerini uygulamışlar. Sonuçlara bakıldığında germe egzersizlerinden sonra dikey sıçrama ve countermovement sıçrama yüksekliklerinde azalmanın olduğunu bildirmişlerdir. Marek ve ark. (2005) yaptıkları çalışmalarında, Vastus lateralis ve rectus femoris kaslarında, PNF germe egzersizlerinin; zirve momenti güç çıkışı ortalaması, aktif hareket genişliği, pasif hareket genişliği, elektromiyografik (EMG) genişlik ve mekhanomiyografik (MMG) genişlik üzerine akut etkilerini incelemişlerdir. Çalışma bulgularına göre; aktif ve pasif hareket genişliğinin ön test ve son test değerleri karşılaştırıldığında, son testler lehine istatistiksel olarak anlamlı bir artış görülmüştür. PNF germe egzersizlerinden sonra hem aktif hem de pasif hareket genişliği artmıştır. EMG değerlerine bakıldığında ise, ön testten son testte bir düşüş gözlenmiştir. Vastus lateralis ve rectus femoris kaslarının EMG değerleri karşılaştırıldığında, rectus femoris kasının EMG genişliğinin vastus lateralis kasınınkinden daha fazla olduğu bulunmuştur. Bu bulgular, hem statik hem de PNF germenin, vastus lateralis ve rectus femoris kaslarının EMG genişliğinde düşüşe neden olduğunu göstermiştir.

Yukarıda verilen çalışmaların sonuçları incelendiğinde, çalışmamızda bulduğumuz sonuçlarla paralel sonuçların ortaya çıktığı görülmektedir. Bizim çalışmamızda kas-gevşet PNF germe egzersizi dikey sıçrama performansı (maksimal anaerobik gücü) olumsuz yönde etkilemiştir. Murray State Üniversitesi'ndeki araştırmacılar genel ısınma rutininde kullanılan PNF'in dikey sıçrama performansı

üzerindeki etkilerini araştırmışlar ve PNF'in dikey sıçrama performansını azalttığını bulmuşlardır. Bu azalmanın; Bu teknik kullanılırken kas dokusundaki aktin-miyozin filamentlerinde geçici bir ayrılma olur ve kas kasılmasındaki “çekilme” ünite sayısı geçici olarak azalmasından kaynaklandığı görüşündedirler. Bir diğer açıklama ise, değişik germelerin otojenik inhibisyon ile sonuçlanabileceği ve kasılmaya katılan mevcut motor ünitenin yetersiz oluşu ile ilgilidir (Church ve ark., 2001). Başka bir açıklamada; germe antrenmanının tendon yapısının viskoelastik özellikleri üzerindeki etkilerini incelemişler ve germe antrenmanının tendon yapısının viskozitesini etkilediğini bulmuşlar. Kuvvetteki bu düşüş bu etkiden kaynaklanabileceği görüşünde birleşmişlerdir. (Kubo ve Kanehisa 2002). Young ve Eliot (2001) bu düşüşün miyotatik refleks gibi inhibitör nöral mekanizmayla ve muskulotendinöz kompliansındaki artışla ilişkili olabileceği kanısındadırlar. Kuvvetteki bu düşüş iki nedenden kaynaklanabilir. Birincisi kas tendon ünitesindeki viskoelastik özelliklerdeki değişimi kapsayan mekaniksel faktörler, ikincisi ise motor ünite aktivasyonunu kapsayan nörolojik faktörlerdir. (Marek ve ark. 2005)

5.4. Kas-gevşet PNF Germe egzersizlerinin EMG (Root Mean Square) değerleri üzerindeki akut etkileri:

Yapılan istatistiksel analizler sonucu statik germe grubunun ön-test ve son-test Vastus Medialis kasına ait RMS değerleri anlamlı bir fark bulunmamıştır ($Z = -0,845$, $p > 0.05$). Ayrıca Vastus Lateralis kasına ait RMS ön-test ve son-test değerleri arasında da anlamlı bir fark bulunmamıştır ($Z = -1,183$, $p > 0.05$). PNF Germe egzersizlerinin EMG değerleri üzerine akut etkileriyle ilgili literatürde pek fazla çalışma bulunmamaktadır. Bulunan bu çalışmalarda da root mean square değerine bakılmamıştır. Literatürdeki çalışmalara baktığımızda çelişkili sonuçlarla karşılaşmıştır. Bazı çalışmalar EMG aktivitesinin arttığını savunurken bazıları da düştüğünü savunmaktadır. Bizim çalışmamızda Her iki deney grubunda da sayısal olarak düşmeler görülmüştür. Fakat bu düşüşler istatistiksel olarak anlamlı olmamıştır. Marek ve ark. (2005) EMG değerlerinde, ön testten son testte bir düşüş gözlemiştir. Vastus lateralis ve rectus femoris kaslarının EMG değerleri karşılaştırıldığında, rectus femoris kasının EMG genişliğinin vastus lateralis kasınıkinden daha fazla olduğu bulmuşlardır. Başka bir çalışmada Osternig ve ark.

(1990), statik germe (sustained stretch) ve iki yaygın PNF germe tekniğinin hamstring kas aktivasyonu ve diz ekstansiyonu hareket genişliğine etkisini farklı fiziksel özelliklere sahip denekler üzerinde araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, agonist kas-gevşet PNF germe tekniği ile; ger-gevşet ve kas-gevşet PNF germe tekniklerine oranla sırasıyla % 89-110 daha yüksek hamstring EMG aktivitesi üretilmiştir. Üç grup kendi arasında kıyaslandığında, dayanıklılık atletleri sırasıyla yüksek şiddette çalışan atletlerden ve kontrol grubunda bulunan atletlerden sırasıyla % 58-113 daha fazla hamstring EMG aktivitesi oluşturmuşlardır. Ayrıca kısa süreli yüksek şiddetteki aktivite antrenmanları, uzun süreli dayanıklılık antrenmanlarına göre diz ekstansiyonunda daha düşük hamstring direnci gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu bulgulara göre; kas aktivitesindeki düşüşler, eklemlerin hareket genişliğindeki artış ile ilişkili olmayabilir ve kas gevşemesinin dışındaki faktörler, hareket genişliğinin artışında önemlidir.

Ferber ve ark. (2002) yaptıkları çalışmada, yaşlılarda diz fleksör kasının EMG aktivitesi üzerinde, PNF germe tekniklerinin etkisini araştırmışlardır. Tüm germe teknikleri deneklere toplam 80 saniye boyunca uygulatılmıştır. Sonuç olarak bütün germe teknikleri, hareket genişliğinin ve hamstring ve gastrocnemius EMG aktivitesinin artmasında etkili olmuştur. Agonist kas-gevşet PNF germe tekniği, diğer iki teknik ile karşılaştırıldığında, diz eklemi ekstansiyonu ve diz fleksör kaslarının EMG aktivitesi üzerinde daha etkili olduğu görülmüştür. Bulgulara göre, agonist kas-gevşet germe tekniği; kas-gevşet PNF germe ve statik germeye oranla %65-119 daha fazla EMG aktivitesi üretmiştir. Diğer bir çalışmada, Osternig ve ark. (1987), bilinen üç farklı PNF tekniğinin, hamstring kas aktivitesine ve diz ekstansiyonuna etkilerini araştırmak amaçlı çalışmada; hamstring EMG aktivitesi sırasıyla agonist kas-gevşet ve kas-gevşet PNF tekniklerinde % 8-43 artmıştır. Ger-gevşet PNF tekniği, hamstring EMG aktivitesinde % 11'lik bir düşüşe neden olmuştur. Agonist kas-gevşet PNF egzersizleri sırasında % 71-155 daha fazla hamstring aktivitesi görülmüştür. Kas-gevşet ve agonist kas-gevşet teknikleri, diz ekstansiyonu sırasında kasta oluşan gerimin üstesinden gelebilmek için gereken gevşemeyi yeterli oranda sağlayamamıştır. Bununla birlikte hamstring önemli bir gerim altındayken, hareket genişliğinde bir artış başarılmıştır. Germe devam ederse, bu tür gerimler ağrıya ve zorlanmalara karşı kas dayanabilirliğini geliştirebilir

Yukarıdaki çalışmalar incelendiğinde akut kas-gevşet PNf germenin EMG değerleri üzerinde negatif bir etkisi olduğu görülmüştür. EMG aktivitesindeki bu düşüş esnekliğin uzama-gerilme ilişkisini etkilemesinden kaynaklanabilir (Marek ve ark., 2005). Bir diğer açıklama ise, değişik germelerin otojenik inhibisyon ile sonuçlanabileceği ve kasılmaya katılan mevcut motor ünitenin yetersiz oluşu ile ilgilidir (Church ve ark., 2001). Sonuç olarak yaptığımız çalışmada uygulanan kas-gevşet PNf germe egzersizi maksimal anaerobik güç değerlerinde düşmeye neden olmuştur. Güçteki bu düşüş root mean square değerlerini de doğrudan etkileyebilir.

5.5. SONUÇLAR

1. 4 tekrarlı 30 saniyelik Statik germe tekniği dikey sıçrama performansını olumsuz yönde etkilemiş ve bu etkileşim istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur.
2. 4 tekrarlı 30 saniyelik Kas-gevşet PNF germe dikey sıçrama performansını olumsuz yönde etkilemiş ve bu etkileşim istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur.
3. Statik germe ve kas-gevşet PNF germe grupları arasında dikey sıçrama performansı bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır.
4. 4 tekrarlı 30 saniyelik Statik germe tekniği *vastus medialis* kasına ait *root mean square* değerlerini olumsuz yönde etkilemiş fakat bu gelişim istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır.
5. 4 tekrarlı 30 saniyelik Kas-gevşet PNF germe tekniği *vastus medialis* kasına ait *root mean square* değerlerini olumsuz yönde etkilemiş fakat bu gelişim istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır.
6. 4 tekrarlı 30 saniyelik Statik germe tekniği *vastus lateralis* kasına ait *root mean square* değerlerini olumsuz yönde etkilemiş fakat bu gelişim istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır.
7. 4 tekrarlı 30 saniyelik Kas-gevşet PNF germe tekniği *vastus lateralis* kasına ait *root mean square* değerlerini olumsuz yönde etkilemiş fakat bu gelişim istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır. 4 tekrarlı 30 saniyelik Statik germe ve kas-gevşet PNF germe grupları arasında *vastus lateralis* kasına ait *root mean square* değerlerini bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır.
8. 4 tekrarlı 30 saniyelik Statik germe ve kas-gevşet PNF germe grupları arasında *vastus medialis* kasına ait *root mean square* değerlerini bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır.

5.6. ÖNERİLER

Araştırmada bulgu ve sonuçlarına dayalı olarak öneriler bu bölümde sunulmuştur.

5.6.1. Antrenör ve Topluma Yönelik Öneriler:

1. PNF germe; patlayıcı güç performansı gerektiren durumların hemen öncesinde kullanılmaması önerilebilir.
2. Statik germe; patlayıcı güç performansı gerektiren durumların hemen öncesinde kullanılmaması önerilebilir.
3. Bu tür germe egzersizleri patlayıcı kuvvet gerektiren antrenman veya müsabakanın başından çok sonunda yapılması önerilebilir.
4. Statik germelerin tek başına yapılabilir olmasına karşın, PNF germelerde bir yardımcıya ihtiyaç duyulması, uygulama açısından statik germelerin daha kullanılabilir olduğu önerilebilir.

5.6.2. Araştırmacılara Yönelik Öneriler:

1. Çalışmada kullanılan denek sayısının artırılması germe egzersizlerinin akut etkilerini daha iyi gösterilebilir.
2. Dikey sıçrama ve root mean square ölçümlerinin yanında esneklik ölçümü ve izokinetik kuvvet ölçümleri de yapılabilir.
3. Aynı araştırma farklı tekrar sayıları, farklı germe süreleri ve Farklı germe teknikleri ile yapılabilir.
4. Root mean square ölçümleri farklı kas gruplarından yapılabilir.
5. Aynı çalışma farklı bir branş için yapılabilir.(özellikle patlayıcı kuvvete dayalı branşlar)

KAYNAKÇA

1. **Abbelaneda S., Guissard N., Duchateau J.** “Changes in muscle – tendon characteristics during stretchin with the contract-relax method” Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering, Supplement 1, **2007**, 153-154
2. **Afyon Y. A., Yaman R., Saygın Ö.** “Bayan Sporcularda Statik ve Dinamik Gerdirme Egzersizlerinin Esnekliklerine Etkisi”. M.Ü. Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Dinamik Spor Bilimleri Dergisi, İstanbul, **1999**; Cilt:1 (1).
3. **Akgün N.** Egzersiz Fizyolojisi. 4. baskı. **1992** İzmir. GSGM No: 113.
4. **Alters S., Schiff W.** Essential Concepts For Healthy Living, USA: Jones and Bartlett Publishers Inc, **2003**.
5. **Appleton B.** “Stretching and Flexibility” (http://www.cmcrossroads.com/bradapp/docs/rec/stretching/stretching_3.html#SEC2) Erişim tarihi: 29.01.2006.
6. **Arınık L.,** “Esnekliğin Geliştirilmesinde Kullanılan farklı Teknikler ve Bunlardan P.N.F Tekniğinin Etkileri”. Atletizm Bilim ve Teknoloji Dergisi, **1995**, Sayı:20, s.32, 35-36 Ankara.
7. **Arslan Y. Z.** “İnsanın iki kolunun ortak hareketi esnasında oluşan eklem momentlerinin elektromyografi sinyalleri yardımıyla analizi” Yüksek lisans tezi İstanbul, **2005**
8. **Avela J., Kyrolainen H., Komi P. V.** “Altered Reflex Sensitivity After Repeated and Prolonged Passive Muscle Stretching”, J. Appl. Physiol., Apr, **1999**; 86(4):1283-1291.
9. **Aydoğ S. T., Hazır M., Hasçelik Z., Çağlar A., Özdoğan M.** The Effect of Stretching Exercise on Maximum Peak Torque. *J. Rheum Med. Rehab.*, **2000**; 11 (4): 278-281.
10. **Baltacı G., Bayrakçı T. V., Tuncer A., Ergun N.** Spor Yaralanmalarında Egzersiz Tedavisi, Ankara, Alp Yayınevi, **2003**.

11. **Bandy W. D., Irion J. M. and Briggler M.** “The Effect Of Time And Frequency Of Static Stretching On Flexibility Of The Hamstring Muscles”, *Phys Ther*, **1997**; 77:1090-1096.
12. **Baylan, V.** Futbol, Bilim Teknoloji Dergisi, Hacettepe Üniversitesi, Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu, Ankara, **1996**, Yıl:3, Sayı:4: 12.
13. **David M. Bazett-Jones** “Effect of Potentiation And Stretching on Maximal Force, Rate of Force Development and Range of Motion” *UW-L Journal of Undergraduate Research VI* **2003**
14. **Biçer B., Çoknaz H., Yüktasır B., Yalçın B., İlhan A., Kaya F.** “Bayan Voleybolcularda İki Farklı Kombine Germe Egzersizlerinin Dikey Sıçrama Performansı ve Hareket Genişliği Üzerine Etkisi” *Sendrom IV*, **2005**; 13 (4): 7–13.
15. **Bieze A., Gnacinski M., Rouse A., Sunderberg S.** “Effects Of A Chronic Pnf Stretching Program On Speed And Explosiveness In Division 3 Collegiate Athletes”, *Journal Of Undergraduate Kinesiology Research, Official Research Journal of The Department of Kinesiology, University of Wisconsin*, **2006**; 2 (1).
16. **Björklund M., Djupsjöbacka M., Crenshaw A.G.** “ Acute Muscle Stretching and Shoulder Position Sense” *Journal of athletic Training* **2006**;41(3):270-274
17. **Bompa, T. O.** Antrenman Kuramı ve Yöntemi, 2. Baskı, Bağırhan Yayınevi, Sporsal Soyapıtlar Dizisi, Ankara, **2000**.
18. **Bompa T. O.** Sporda Çabuk Kuvvet Antrenmanı (Üst Düzeyde Çabuk Kuvvet Gelişimi İçin Plyometrik), Ankara: Bağırhan Yayınevi, **2001**.
19. **Bosco, C.** “Evaluation and Control of Basic and Specific Muscle Behaviour”. *Spor Bilimleri II. Ulusal Sempozyumu Bildirileri*. Ankara: Hacettepe Üniversitesi (**1992**).
20. **Bradley P. S., Olsen P. D, Portas M. D.** “The Effect of Static and Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Streching on Vertical Jump Performance” *J. Strenght Cond. Rse.* Feb; **2007**; 21 (1):223-226.

21. **Brill Y., Rodd D.** “The Effects of Stretching on Lower Body Strength and Functional Power Performanc”, *Medicine & Science in Sports & Exercise*, **2005**; 37 (5): 50.
22. **Can S.** “Samsun ve Erzurum İllerinde I. Amatör Kümede Şampiyon Olan Takımların Seçilmiş Bazı Fiziksel ve Fizyolojik Parametrelerinin Karşılaştırılması”, *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, Erzurum, **2002**; Cilt: IV (2):40-42.
23. **Church J. B., Wiggins M. S., Moode E. M., Crist R.** “Effect of Warm-Up and Flexibility Treatments on Vertical Jump Performance”, *Journal of Strenght and Conditioning Research*, **2001**; 15 (3): 332-336.
24. **Chusid, J. G.** *Corelative Neuroanatomy & Funtionel Neurology*, 18th Ed. Chapter: 17-18, California: Lange Medical Pub., **1982**.
25. **Cornwell A., Nelson A. G., Heise G. D., Sideway B.** “Acute Effects of Passive Muscle Stretching on Vertical Jump Performance”, *Journal of Human Movement Studies*, **2001**; 40: 307–324.
26. **Cramer J. T., Housh T. J., GO J., Miller J. M., Coburn J. W.** “The Acute Effects Of Static Stretching On Peak Torque And Emg Of The Stretched And Unstretched (Contralateral) Vastus Lateralis Muscles”, *Medicine & Science in Sports & Exercise: Supplement 1 May*, **2003**; 35(5): 382.
27. **Csanadi A. (Çev: Yağızaltı T.)** *Futbol Antrenmanı*, TFF Yayını, Ankara, **1973**; s:26-III.
28. **Davranche K., Burle B., Audiffren M.** *Information Processing During Physical Exercise: A Chronometric and Electromyographic Study*, *Exp. Brain Res.*, **2005**; 165: 532-540.
29. **Dauty M, Hamon D, Danion H, Maugars Y, Potiron-Josse M, Ginnet J.** Correlations between spring and quadiceps femoris and hamstrings flexibility and strength. *Science & Sports*, **1999**; 4 March; Volume 14, issue 2, pages:71-76.
30. **De Deyne P. G.** “Application of Passive Stretch and Its Implications for Muscle Fibers”, *Physical Therapy*, **2001**; 81: 819–827.

31. **De Luca, C. J.**, , The use of surface electromyography in biomechanics, *Journal of applied biomechanics*, **1997**;13(2), 135-163.
32. **Donatelle R. J.** Access to Health, USA: Pearson Education, Inc, **2006**.
33. **Enoka R.** Neuromechanics of Human Movement, 3rd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, **2002**: 576.
34. **Enoka, R. M.** Neuromechanical Basis of Kinesiology, Human Kinetics Books, Illionis, **1988**: 131-133.
35. **Ergun N., Baltacı G.** Spor Yaralanmalarında Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Prensipleri. 2. Basım, Ankara; Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu Yayınları:20, **2006**.
36. **Ertekin C.** Sentral ve Periferik EMG Anatomi-Fizyoloji-Klinik. İzmir: Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, **2006**.
37. **Evetovich T. K., Nauman N. J., Conley D. S., Todd J. B.** “The Effects of Static Stretching of the Biceps Brachii on Torque, Elektromiyografi and Mechanomyography”, *Medicine & Science in Sports & Exercise*, **2003**; 35 (5).
38. **Faigenbaum A. D., Kang J., McFarland J., Bloom J. M., Magnatta J., Ratamess N. A., Hoffman J. R.** “Acute Effects of Different Warm-up Protocols on Anaerobic Performance in Teenage Athletes”, *Pediatric Exercise Science*, **2006**; 17: 64–75.
39. **Feland J. B., Myrer J. W., Schulthies S. S., Fellingham G. W., Measom G. W.** “The Effect of Duration of Stretching of The Hamstring Muscle Group for Increasing Range of Motion in People Aged 65 Years or Older”, *Physical Therapy*, May, **2001**; 81 (5): 1110-1117.
40. **Ferah A.** Futbol Eğitim ve Öğretimi, Bağırgan Yayınevi, Ankara, **1992**.

41. **Ferber R., Osternig L. R. and Gravelle D. C.** “Effect of PNF Stretch Techniques On Knee Flexor Muscle Emg Activity in Older Adults”, *Journal of Elektromiyografi and Kinesiology*, October, **2002**; 12 (5): 391-397.
42. **Fowles J. R., Sale D.G., MacDougall J. D.** “Reduced Strength After Passive Stretch of the Human Plantarflexors”, *J. Appl. Physiol.*, **2000**; 89 (3): 1179-1188.
43. **Fox S. I.** *Human Physiology*. 3rd Ed., USA: Wm. C. Brown Publishers, **1990**.
44. **Ganong W. F.** *Tıbbi Fizyoloji*. (Çev. Editörü: Ayşe Doğan). İstanbul: Barış Kitabevi, **1995**.
45. **Grecio C.** PNF Stretching-Tips- Proprioceptive Neuromuscular Facilitation- Brief Article. *American Fitness*, July, **2002**.
46. **Guissard N., Duchateau J.** “Effect of Static Stretch Training on Neural and Mechanical Properties of the Human Plantar-Flexor Muscles”, *Muscle and Nerve*, **2004**; 29: 248–255.
47. **Günay M., Erol A. E. ve Savaş S.** “Futbolculardaki Esneklik-Çabukluk ve Anaerobik Gücün Bazı Antropometrik Parametrelerle İlişkisi”, *Spor Bilimleri Dergisi*, **1994**; 5(4): 3-11.
48. **Hanten W. P. and Schulthies S. S.** “Activity of the Vastus Medialis Oblique and Vastus Lateralis Muscles”, *Physical Therapy*, **1990**; 70 (9): 561-565.
49. **Hartmann, J., Tünnemann, H.** *Fitness and Strength Training*. Germany **1989**
50. **Heyward V. H.** *Advanced Fitness Assessment and Exercise Prescription*. 4th Ed., USA: Human Kinetics, **2002**.
51. **Hoffman J.** *Physiological Aspects of Sport Training and Performance*. USA: Human Kinetics, **2002**.
52. **Holcomb W. R.** *Improved Stretching With Proprioceptive Neuromuscular Facilitation*, National Strength & Conditioning Association, **2000**; 22 (1):59-61

53. **Hole J. W. Jr.** Human Anatomy and Physiology. 5^{ty} Ed., USA: Wm. C. Brown Publishers, **1990**.
54. **Ioannis T., Christos G., Nikolaos Z., Aikaterini V., Efstratios V.** “The Effect of Stretching Duration on The Flexibility of Lower Extremities in Junior Soccer Players”, *Physical Training*, Sep, **2005**.
55. **Johansson P. H., Lindström L., Sundelin G., Lindström B.** “The Effects Of Preexercise Stretching On Muscular Soreness, Tenderness And Force Loss Following Heavy Eccentric Exercise”, *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, **1999**; 9: 219-225.
56. **Kartal R., Günay M.** Sezon Öncesi Yapılan Hazırlık Antrenmanının Futbolcuların Bazı Fizyolojik Parametrelerine Etkisi, *Futbol Bilim ve Teknolojisi Dergisi*, Ankara, **1995**; 11 (1): 24-25.
57. **Kaya F.** İki Farklı Germe Egzersizinin Bazı Fiziksel ve Fizyolojik Parametreler Üzerine Etkisi, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, **2004**.
58. **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*, **2003**; 13: 229-238.
59. **Knudson D., Bennett K., Corn R., Leick D., Smith C.** “Acute Effect of Stretching Are Not Evident in the Kinematik of the Vertical Jump”. *J. Strength Cond. Res.*, Feb, **2001**;15 (1): 98-101.
60. **Kokkonen J., Nelson A. G., Cornwell A.** “Acute Muscle Stretching Inhibits Maksimal Strength Performance”, *Research Quarterly Exercise and Sport*, **1998**; 69 (4): 411-415.
61. **Koz M., Ersöz G.** “Futbol Oyuncularında Spor Yaralanmalarına Etki Eden Faktörler ve Esnekliğin Önemi”, *Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, **2004**; 9(3):13-16.

62. **Kubo K., Kanehisa H., Fukunaga T.** “Effect of Stretching on Viscoelastic Properties of Human Tendon Structures in Vivo”, *Journal of Applied Physiology*, **2002**; 92: 595-601.
63. **Kuvvetli B ve Müniroğlu S** Üç Farklı Ligde Mücadele Eden Profesyonel Futbol Takımlarının 14-16 Yaş Grubu Futbolcularının Sürat, Kuvvet ve Esneklik Özelliklerinin İncelenmesi, *Futbol Bilim ve Teknoloji Dergisi* ,5 (3) 27-31, **1998** Ankara
64. **Liu Y., Peng C. H., Wei S. H., Chi J. C., Tsai F. R., Chen J. Y.** “Active Leg Stiffness And Energy Stored in The Muscles During Maximal Counter Movement Jump in The Aged”, *Journal of Electromyography and Kinesiology*, August, **2006**; 16(4): 342-351.
65. **Lloyd D. G. and Besier T. F.** “An EMG-Driven Musculoskeletal Model to Estimate Muscle Forces And Knee Joint Moments in Vivo. *J. Biomech*, **2003**; 36(6): 765-776.
66. **MacAuley D., Best T. M.** Evidence-Based Sport Medicine. London; BMJ Publishing Group, **2002**.
67. **Magnusson S P.** Passive Properties of Human Skeletal Muscle During Stretch Maneuvers, A Review. *Scand J Med Sci Sports*, **1998**; 8: 65–77.
68. **Marek S. M., Cramer J. T., Fincher A. L., Massey L. L., Dangelmaier S. M., Purkayastma S., Fitz K. A., Culbertson J. Y.** “Acute Effects of Static and Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching on Muscle Strength and Power Output”, *Journal of Athletic Training*, **2005**; 40 (2).
69. **McNeal J. R. and Sands W. A.** “Acute Static Stretching Reduces Lower Extremity Power in Trained Children. *Pediatric Exercise Science*, **2003**; 15:139-145.
70. **Mitchell U. H., Myrer J. W., Hopkins J. T., Hunter I., Feland J. B., Hilton S. C.** “Acute Stretch Perception Alteration Contributes to the Success of the PNF contract-Relax Stretch”, *Journal of Sport Rehabilitation*, **2007**; 16:85-92.
71. **Mohr K. J., Pink M. M., Elsner C., Kvitne R. S.** “Electromyographic Investigation of Stretching: The Effect of Warm-Up”, *Clin J Sport Med*, Jul, **1998**; 8 (3): 215-220.

72. **Nelson A. G., Kokkonen J.** “Acute Ballistic Muscle Stretching Inhibits Maximal Strength Performance”, *Research Quarterly for Exercise and Sport*, **2001**; 72 (4): 415–419.
73. **Nelson R. T., Bandy W. D.** Eccentric Training and Static Stretching Improve Hamstring Flexibility of High School Males, *Journal of Athletics Training*, **2004**; 39 (3): 254-258.
74. **Olivo S. A. and Magee D. J.** “Electromyographic Assessment of The Activitiy of The Masticatory Using The Agonist Contract-Antagonist Relax Technique (AC) And Contract-Relax Technique (CR)”, *Manuel Therapy*, May, **2006**; 11 (2): 136-145.
75. **Ollivier K., Portero P., Maisetti O., Hogrel J. Y.** “Repeatability of Surface EMG Parameters at Various Isometric Contraction Levels and During Fatigue Using Bipolar And Laplacian Electrode Configurations. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, **2005**; 15: 466-473.
76. **Osternig L. R., Robertson R. N., Troxel R. K., Hansen P.** “Differential Responses to Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) Stretch Techniques”, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, **1990**; 22 (1):106-111.
77. **Osternig L. R., Robertson R., Troxel R. K., Hansen P.** “Muscle Activation During Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) Stretching Techniques”, *Am. J. Phys. Med.*, **1987**; 66 (5):298-307.
78. **Özengin N.** “Cimnastikçilerde Farklı Germe Sürelerinin Performansa Etkisi”, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitü Yönetmeliğinin Fizik Tedavi Ve Rehabilitasyon Program İçin Öngördüğü Yüksek Lisans Tezi, **2007**.
79. **Pollock, M.L., G.A. Gaesser, J.D. Butcher, J.P. Despres, R.K. Dishman, B.A. Franklin, and C.E. Garber.** ACSM “Position stand on the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults”. *Med. Sci. Sports Exerc.* 30:975–991. **1998**.
80. **Potvin J. R., Norman R. W., McGill S. M.** “Mechanically Corrected EMG for the Continuous Estimation of Erector Spinae Muscle Loading During Repetitive Lifting. *Eur. J. Appl. Physiology*, **1996**; 74 (1-2): 119-132.

81. **Power K., Behm D., Cahill F., Carroll M., Young W.** “An Acute Bout of Static Stretching: Effects on Force and Jumping Performance”, *Medicine & Science in Sports & Exercise*, **2004**; 36 (8): 1389–1396.
82. **Prentice W. E.** Rehabilitation Techniques for Sports Medicine and Athletic Training, 4. Edition, New York, McGraw-Hill, **2004**.
83. **Rahnama N., Lees A., Reilly T.** “Electromyography of Selected Lower-Limb Muscles Fatigued By Exercise at The Intensity of Soccer Match-Play”, *Journal of Electromyography and Kinesiology*, July, **2005**; 1-7.
84. **Roberts J. M. and Wilson K.** “Effect of Stretching Duration on Active and Passive Range of Motion in the Lower Extremity”, *J. Sports Med.*, **1999**; 33: 259-263.
85. **Sands W.A., McNeal J.R., Stone M.H., Russel E.M., Jemni M.** “Flexibility Enhancement with Vibration: Acute and Long-Term”, *Med. Sci. Sports Exerc.*, Apr, **2006**; 38 (4): 720-725.
86. **Sayers S. P., Harackiewicz D. V., Harman E. A., Frykman P. N., Rosenstein M. T.** “Cross-Validation of Three Jump Power Equation”, *Med Sci Sports Exerc.*, **1999**; 31: 572.
87. **Shrier I.** Current Concepts in Stretching “Does Stretching Help Prevent Injuries”, *Elite Sport Performance*, 2002. <http://www.elitesportperformance.com/stretching.html>
88. **Smith C. A.** “The Warm-Up Procedure: To Stretch or not to Stretch. A Brief Review. *J Orthop Sports Phys Ther.*, **1994**;19:12-17.
89. **Soderber G. L.** “Selected Topics in Surface Electromyography for Use in the Occupational Setting: Exper Perspective”, U.S. Department of Health and Human Servives, March, **1992**.
90. **Solomon E. P.** İnsan Anatomisi ve Fizyolojisine Giriş. (Çev: L. Bikem Süzen), Antalya: Birol Basın Yayın Dağıtım ve Ticaret Ltd. Şti, **1997**.
91. **Sönmez. T. G.** Egzersiz ve Spor Fizyolojisi, Birlik Matbaacılık Yayıncılık, Ankara, **2002**

92. **Spernoga S.G., Timothy L.U., Arnold B.L., Gansneder B.M.** “Duration of Maintained Hamstring Flexibility After a One-Time, Modified Hold-Relax Stretching Protocol”, *Journal of Athletic Training*, **2001**, 36(1): 44-48.
93. **Staudenmann D., Kingma I., Stegeman D. F., Van Dieen J. H.** “Towards Optimal Multi-Channel Emg Electrode Configurations in Muscle Force Estimation: A High Density EMG Study”, *Journal of Electromyography and Kinesiology*, **2005**; 15: 1-11.
94. **Tamer K.**, “Sporda Fiziksel -Fizyolojik Performansın Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi”, Bağırhan yayınevi, Ankara, 2000.
95. **Temoçin S., Ek R. O., Tekin T. A.** “Futbolcularda Sürat ve Dayanıklılığın Solunumsal Kapasite Üzerine Etkisi”, *Spormetre*, Ankara Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, Ankara, **2004**; Cilt:2 (1):31-32.
96. **Toumi H., Best T. M., Martin A., Poumarat G.** “Muscle Plasticity After Weight And Combined (Weight + Jump) Training. American College of Sports Medicine, Sep, **2004**; 36 (9): 1580-1588.
97. **Tsiokanos A., Kellis E., Jamurtas A. and Kellis S.** “ The relationship between jumping performance and isokinetic strength of hip and knee extensors and ankle plantar flexors” *Isokinetics and Exercise Science* 10 **2002** 107–115 IOS Press
98. **Unick J., Kieffer H. S., Cheesman W., Feeney A.** “The Acute Effects of Static and Ballistic Stretching on Vertical Jump Performance in Trained Women”, *J. Strength Cond. Res.*, Feb, **2005**;19 (1): 2006-2012.
99. **Vetter, R.E.** “Effects of Six Warm-up Protocols on Sprint And Jump Performance” *J. Strength Cond. Res.*, Aug, **2007**; 21 (3):819-823.
100. **Wallmann H. W., Mercer J. A., McWhorter J. W.** “Surface Electromyographic Assessment of The Effect of Static Stretching of The Gastrocnemius on Vertical Jump Performance”, *J. Strength Cond. Res.*, Aug, **2005**; 19 (3): 684-688.

101. **Weerapong P, Hume P. A., Kolt G. S.** “Stretching: Mechanisms and Benefits for Sport Performance and Injury Prevention”, *Physical Therapy Reviews*, **2004**; 9: 189–206.
102. **Wiemann K., Hahn K.** “Influences of Strength, Stretching And Circulatory Exercises On Flexibility Parameters Of The Human Hamstrings”, *Int. J. Sport Med.*, **1997**; 18: 340-346.
103. **Williams and Wilkins**, American Collage of Sports Medicine, Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 6. Edition, USA; Lippincott, **2000**.
104. **Wright G., Williams L., Greany J. F.** “Effect of Static Stretching, Dynamic Stretchig, and Warm-up on Active Hip Range of Motion and Vertical Jump”, *Medicine & Science in Sports & Exercise*, **2006**; 38 (5): 280–281.
105. **Worrell T. W., Smith T. L., Winegardner J.** “Effect Of Hamstring Stretching On Hamstring Muscle Performance”. *Journal of Orthop Sports Phys Therapy*, **1994**; 20(3): 154-159.
106. **Young W., Elliott S.** “Acute Effects of Static Stretching, Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching, and Maximum Voluntary Contractions on Explosive Force Production and Jumping Performance”, *Research Quarterly for Exercise and Sport*, **2001**; 72 (3): 273–279.
107. **Zakas A.**, “The Effect of Stretching Duration on the Lower-Extremity Flexibility of Adolescent Soccer Players”, *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, July, **2005**; Volume: 9, Issue:3: 220-225.
108. **Zakas A., Balaska P., Grammatikopoulou M. G., Zakas N., Vergou A.** “Acute Effects of Stretching Duration on the Range of Motion of Elderly Women”, *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, October, **2005**; Volume 9, Issue 4: 270-276.
109. **Zakas A., Grammatikopoulou M. G., Zakas N., Zahariadis P., Vamvakoudis E.** “The Effect of Active Warm-Up and Stretching on The Flexibility of Adolescent Soccer Players”, *J.. Sports Med. Phys Fitness*, Mar, **2006**;46 (1):57-61.

EK A: BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Bu katıldığınız çalışma bilimsel bir araştırma olup, araştırmanın adı “Futbolcular üzerinde uygulanan iki farklı germe tekniğinin dikey sıçrama performansı ve emg değerleri üzerine akut etkileri”dir.

Bu araştırmanın amacı, iki farklı germe tekniğinin dikey sıçrama performansı ve emg değerleri üzerine akut etkilerini belirlemektir. Bu araştırmanın safhaları şunlardır:

- Newtest 1000 test araçlarından “Counter Movement Jump” testi ile dikey sıçrama performansının belirlenmesi
- Yüzeysel elektrot yöntemi ile Root mean Square Değerlerinin belirlenmesi
- İki farklı germe egzersizinden herhangi birinin uygulanması(Statik germe veya PNF germe)
- Tekrar yüzeysel elektrot yöntemi ile Root mean Square Değerlerinin belirlenmesi

Bu çalışmada yer almanızda öngörülen süre bir ölçüm gününde yaklaşık olarak 70 dk. olup, çalışmada yer alacak gönüllülerin sayısı 21’dir.

Bu araştırma ile ilgili olarak araştırmacının önerilerine uyma sizin sorumluluklarıdır.

Bu çalışmaya katılmanızdan dolayı aşağıda belirtilen sağlık sorunlarının ortaya çıkabilir:

1. Çalışma esnasında aşırı zorlanmaların yol açabileceği kas çekmesi, zorlanması veya yırtılması olabilir.
2. Aşırı germelere bağlı mikroskobik kas yırtılmaları gibi sonradan ortaya çıkabilecek kas yaralanmalarına neden olabilir.
3. Elektromiyografi ile ilgili verilerin toplanması esnasında ilgili kaslarda ağrı oluşabilir.

Araştırma hakkında Yrd. Doç. Dr Bekir YÜKTAŞIR’ dan da ek olarak bilgi alabilirsiniz.

Araştırmaya bağlı bir zarar söz konusu olduğunda, bu durumun tedavisi Abant İzzet Baysal Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi tarafından yapılacak ve ortaya çıkan masraflarda sorumlu araştırmacı tarafından karşılanacaktır.

Bu araştırmada yer almanız nedeniyle size hiçbir ödeme yapılmayacak; ayrıca, bu araştırma kapsamındaki bütün muayene, tetkik, testler ve tıbbi bakım hizmetleri için sizden veya bağlı bulunduğunuz sosyal güvenlik kuruluşundan hiçbir ücret istenmeyecektir.

Bu araştırmada yer almak tamamen sizin isteğinize bağlıdır. Araştırmada yer almayı reddedebilirsiniz ya da herhangi bir aşamada araştırmadan ayrılabilirsiniz; bu durum herhangi bir cezaya ya da sizin yararlarınıza engel duruma yol açmayacaktır. Araştırmacı bilginiz dahilinde veya isteğiniz dışında, uygulanan tedavi şemasının gereklerini yerine getirmemeniz, çalışma programını aksatmanız veya tedavinin etkinliğini artırmak vb. nedenlerle sizi araştırmadan çıkarabilir. Araştırmanın sonuçları bilimsel amaçla kullanılacaktır; çalışmadan çekilmeniz ya da araştırmacı tarafından çıkarılmanız durumunda, sizle ilgili tıbbi veriler de gerekirse bilimsel amaçla kullanılabilir.

Size ait tüm tıbbi ve kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır ve araştırma yayınlansa bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir, ancak araştırmanın izleyicileri, yoklama yapanlar, etik kurullar ve resmi makamlar gerektiğinde tıbbi bilgilerinize ulaşabilir. Siz de istediğinizde kendinize ait tıbbi bilgilere ulaşabilirsiniz.

Çalışmaya Katılma Onayı:

Yukarıda yer alan ve araştırmaya başlanmadan önce gönüllüye verilmesi gereken bilgileri okudum ve sözlü olarak dinledim. Aklıma gelen tüm soruları araştırmacıya sordum, yazılı ve sözlü olarak bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Çalışmaya katılmayı isteyip istemediğime karar vermem için bana yeterli zaman tanındı. Bu koşullar altında, bana ait tıbbi bilgilerin gözden geçirilmesi, transfer edilmesi ve işlenmesi konusunda araştırma yürütücüsüne yetki veriyor ve söz konusu araştırmaya ilişkin bana yapılan katılım

davetini hiçbir zorlama ve baskı olmaksızın büyük bir gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

Bu formun imzalı bir kopyası bana verilecektir.

Gönüllünün,

Adı-Soyadı:

Adresi:

Tel.-Faks:

Tarih ve İmza: 30.06.2008

Açıklamaları yapan araştırmacının,

Adı-Soyadı: Kutlu AYDIN

Görevi: Araştırma Görevlisi

Adresi: A.İ.B.Ü. BESYO Gölköy /Bolu - PK: 14280

Tel.-Faks: 05325039087-03742541000 - 2027

Tarih ve İmza: 30.06.2008

Olur alma işlemine başından sonuna kadar tanıklık eden kuruluş görevlisinin/görüşme tanığının,

Adı-Soyadı: Bekir YÜKTAŞIR

Görevi: Yrd. Doç. Dr.

Adresi: A.İ.B.Ü. BESYO Gölköy /Bolu - PK: 14280

Tel.-Faks:03742541000 - 2029

Tarih ve İmza: 30.06.2008

EK B: Veri Toplama Formu

“Futbolcular Üzerinde Uygulanan İki Farklı Germe Tekniğinin Dikey Sıçrama Performansı ve EMG Değerleri Üzerine Akut Etkileri ” konulu araştırma projesi veri toplama formu.

SIRA NO	ADI – SOYADI	YAŞ (yıl)	BOY (cm)	AĞIRLIK (KG)	MAKSİMAL ANAEROBİK GÜÇ (watt)	VASTUS MEDİALİS (mV)	VASTUS LATERALİS (mV)
PNF Germe Grubu							
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
STATİK Germe Grubu							
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
KONTROL Grubu							
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							

EK C: Deneklerden Elde Edilen Maksimal Anaerobik Güç Ön-Test ve Son-Test Verileri.

(1= PNF germe grubu, 2= Statik germe grubu, 3= Kontrol grubu)

Denekler	Ön-Test Maksimal Anaerobik Güç (watt) Değerleri	Son-Test Maksimal Anaerobik Güç (watt) Değerleri
1	4138,07	3804,31
1	3678,10	3451,98
1	3609,11	3360,52
1	2896,04	2880,33
1	3138,66	3082,72
1	3504,42	2846,12
1	2680,27	2335,87
2	2884,01	2708,71
2	3068,91	2959,52
2	2950,66	2794,24
2	3128,67	3071,17
2	3611,53	3521,95
2	3250,91	2962,39
2	2948,51	2606,89
3	3198,95	3199,08
3	3109,81	3127,93
3	2624,58	2640,07
3	3209,46	3209,08
3	2827,71	2772,76
3	3832,88	3824,04
3	3512,59	3291,25

EK D: Deneklerden Elde Edilen Ön-Test Root Mean Square Verileri

(1= PNF germe grubu, 2= Statik germe grubu, 3= Kontrol grubu)

Gruplar	VM (mV) İzometrik Kasılma	VM (mV)	VM (mV) Normalize (%)	VL(mV) İzometrik Kasılma	VM (mV)	VM (mV) Normalize (%)
1	192,80	260,20	134,96	217,40	258,80	119,04
1	277,40	480,20	173,11	240,60	259,60	107,90
1	430,80	422,80	98,14	381,40	426,80	111,90
1	224,40	336,80	150,09	161,40	287,20	177,94
1	428,00	273,00	63,79	153,20	170,20	111,10
1	185,40	174,40	94,07	145,60	150,40	103,30
1	187,40	317,20	169,26	227,00	291,60	128,46
2	275,20	361,20	131,25	260,00	206,20	79,31
2	207,20	302,40	145,95	272,80	322,20	118,11
2	174,80	164,40	94,05	118,40	164,40	138,85
2	208,60	218,20	104,60	204,40	293,60	143,64
2	290,60	387,40	133,31	388,20	307,80	79,29
2	243,60	283,20	116,26	168,60	233,60	138,55
2	270,20	336,20	124,43	250,00	196,20	78,48
3	227,40	338,60	148,90	395,00	373,40	94,53
3	168,20	155,20	92,27	259,40	225,80	87,05
3	197,80	307,80	155,61	164,00	300,40	183,17
3	198,60	252,20	126,99	198,80	301,60	151,71
3	177,60	280,40	157,88	216,20	339,40	156,98
3	154,60	253,40	163,91	208,00	238,00	114,42
3	167,00	185,60	111,14	142,20	154,60	108,72

EK E: Deneklerden Elde Edilen Son-Test Root Mean Square Verileri

(1= PNF germe grubu, 2= Statik germe grubu, 3= Kontrol grubu)

Gruplar	VM (mV) İzometrik Kasılma	VM (mV)	VM (mV) Normalize (%)	VL(mV) İzometrik Kasılma	VM (mV)	VM (mV) Normalize (%)
1	192,80	249,20	129,25	217,40	256,40	117,94
1	277,40	442,59	159,55	240,60	225,80	93,85
1	430,80	367,21	85,24	381,40	404,40	106,03
1	224,40	318,92	142,12	161,40	238,00	147,46
1	428,00	280,38	65,51	153,20	228,80	149,35
1	185,40	219,40	118,34	145,60	125,19	85,98
1	187,40	315,06	168,12	227,00	284,25	125,22
2	275,20	370,97	134,80	260,00	209,20	80,46
2	207,20	308,17	148,73	272,80	368,80	135,19
2	174,80	147,39	84,32	118,40	146,20	123,48
2	208,60	214,61	102,88	204,40	195,75	95,77
2	290,60	346,80	119,34	388,20	297,21	76,56
2	243,60	270,32	110,97	168,60	207,46	123,05
2	270,20	324,94	120,26	250,00	189,20	75,68
3	227,40	299,19	131,57	395,00	402,11	101,80
3	168,20	185,66	110,38	259,40	272,45	105,03
3	197,80	316,60	160,06	164,00	297,00	181,10
3	198,60	285,49	143,75	198,80	326,73	164,35
3	177,60	283,43	159,59	216,20	349,53	161,67
3	154,60	265,40	171,67	208,00	237,00	113,94
3	167,00	176,00	105,39	142,20	153,80	108,16

EK F: Etik Kurul Raporu



**T.C.
ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
İZZET BAYSAL TIP FAKÜLTESİ TIBBİ ETİK KURULU
BOLU**

SAYI : 80
KONU: Sonuç

24.07.08

Sayın, Kutlu AYDIN
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Atrönlük Eğitimi AD
Yüksek Lisans Öğrencisi

Klinik Laboratuar Araştırmaları Etik Kurul Alt Kurulu tarafından 2008/100-37 no.lu
“Futbolcular Üzerinde Uygulanan İki Farklı Germe Tekniğinin Dikey Sıçrama Performansı
ve EMG değerleri Üzerine Akut Etkisi” çalışmanız etik olarak uygun bulunmuştur.

Bilgilerinize sunulur. Saygılarımla.

Prof. Dr. AYŞEL KÜKNER
Tıbbi Etik Genel Kurul Başkanı