T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI

PROFESYONEL FUTBOLCULARDA İZOKİNETİK BACAK KUVVETİ İLE DENGE PERFORMANSI BACAK HACMİ VE BACAK KÜTLESİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

Hazırlayan
Zait Burak AKTUĞ

Danışmanlar
Doç. Dr. Çağrı ÇELENK
Doç. Dr. Serkan İBİŞ

Doktora Tezi

Aralık 2016
KAYSERİ

T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI

PROFESYONEL FUTBOLCULARDA İZOKİNETİK BACAK KUVVETİ İLE DENGE PERFORMANSI BACAK HACMİ VE BACAK KÜTLESİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

Hazırlayan
Zait Burak AKTUĞ

Danışmanlar
Doç. Dr. Çağrı ÇELENK
Doç. Dr. Serkan İBİŞ

Doktora Tezi

Bu çalışma; Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından TDK-2015-6183 kodlu proje ile desteklenmiştir.

Aralık 2016
KAYSERİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Adı-Soyadı: Zait Burak AKTUĞ

İmza :

YÖNERGEYE UYGUNLUK ONAYI

"Profesyonel Futbolcularda İzokinetik Bacak Kuvveti ile Denge Performansı, Bacak Hacmi ve Bacak Kütlesi Arasındaki İlişkinin İncelenmesi" adlı Doktora tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi'ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan	Danışman
Zait Burak AKTUĞ	Doç. Dr. Çağrı ÇELENK

Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı Başkanı

Doç. Dr. Yahya POLAT

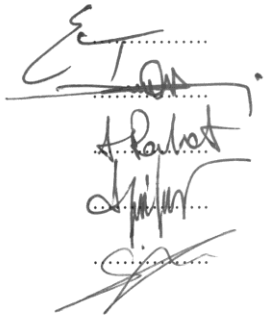
KABUL VE ONAY SAYFASI

Doç. Dr. Çağrı ÇELENK danışmanlığında Zait Burak AKTUĞ tarafından hazırlanan **"Profesyonel futbolcularda izokinetik bacak kuvveti ile denge performansı, bacak hacmi ve bacak kütlesi arasındaki ilişkinin incelenmesi"** adlı bu çalışma jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimler Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

15/12/2016

JÜRİ:

Danışman	: Doç. Dr. Çağrı ÇELENK
Üye	: Prof. Dr. Vedat ÇINAR
Üye	: Doç. Dr. Yahya POLAT
Üye	: Doç. Dr. Rüçhan İRİ
Üye	: Yrd. Doç. Dr. Soner AKKURT



ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun ……..…. tarih ve ……..…… sayılı kararı ile onaylanmıştır.

15/12/2016

Prof. Dr. Aykut ÖZDARENDELİ

Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın her safhasında çalışmama yön veren, fikirleriyle aydınlatan, yöntem ve teknik açıdan yardımını esirgemeyen danışmanım Doç. Dr. Çağrı ÇELENK ve yardımcı danışmanım Doç. Dr. Serkan İBİŞ'e, tez ölçümlerimi yapmam için izin veren Kozanspor ve Erzin Belediyespor yönetici, teknik ekip ve sporcularına, tez çalışmalarım boyunca bana yardımcı olan Fizyoterapist Özlem PEKTAŞ, Arş. Gör. Hayati ARSLAN ve Yrd. Doç. Dr. Lütfi Saltuk DEMİR'e, desteklerini hiçbir zaman benden esirgemeyen aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Zait Burak AKTUĞ

Kayseri, Aralık 2016

PROFESYONEL FUTBOLCULARDA İZOKİNETİK BACAK KUVVETİ İLE DENGE PERFORMANSI BACAK HACMİ VE BACAK KÜTLESİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

Zait Burak AKTUĞ

Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı
Doktora Tezi, Aralık 2016
Danışmanlar: Doç. Dr. Çağrı ÇELENK
Doç. Dr. Serkan İBİŞ

ÖZET

Bu çalışmanın amacı profesyonel futbolcuların izokinetik bacak kuvveti ile statik-dinamik denge performansı, bacak hacmi ve bacak kütlesi arasındaki ilişkinin incelenmesidir.

Çalışmaya Türkiye Futbol Federasyonu (TFF) 3. liginde oynayan 40 profesyonel futbolcu katılmıştır. Futbolcuların dominant ve nondominant bacak konsantrik ekstensiyon ve fleksiyonu $60°s^{-1}$, $180°s^{-1}$ ve $300°s^{-1}$ açısal hızlarda izokinetik dinamometre ile statik ve dinamik denge performansları izokinetik denge sistemi ile değerlendirilmiştir. Futbolcuların bacak hacimleri Frustum yöntemi, bacak kütleleri Hanavan yöntemi ile tespit edilmiştir. Elde edilen veriler SPSS paket programına girildikten sonra izokinetik bacak kuvveti ile statik-dinamik denge performansı, bacak hacmi ve bacak kütlesi arasındaki ilişkiler Pearson korelasyon analizi ile belirlenmiştir.

Çalışmada $60°s^{-1}$ ve $180°s^{-1}$ açısal hızlarda quadriceps kas kuvveti ile statik ve dinamik denge arasında negatif anlamlı ilişki tespit edilmiştir ($p<0.05$, $p<0.001$). $60°s^{-1}$ açısal hızda quadriceps kas kuvveti ile bacak hacim ve bacak kütle arasında pozitif anlamlı ilişki bulunmuştur ($p<0.05$, $p<0.001$). $60°s^{-1}$ ve $180°s^{-1}$ açısal hızlarda nondominant bacak hamstring kas kuvveti ile bacak kütle ve bacak hacim arasında pozitif yönlü anlamlı ilişki tespit edilmiştir ($p<0.05$, $p<0.001$). $60°s^{-1}$ açısal hızda dominant bacak quadriceps ve hamstring kas kuvvetleri ile bacak hacim ve bacak kütle arasında, $180°s^{-1}$

ve 300°s^{-1} açısal hızlarda dominant bacak quadriceps ve hamstring kas kuvvetleri ile bacak hacim arasında pozitif yönlü anlamlı ilişki bulunmuştur ($p<0.05$, $p<0.001$).

Sonuç olarak sportif performansın önemli bileşenlerinden olan denge performansının bacak kas kuvvetinin artması ile geliştirilebileceği, bacak hacim ve bacak kütlesindeki artışın bacak kas kuvvetinde de artış meydana getirdiği bulunmuştur. Çalışmamızın bulguları neticesinde, izokinetik bacak kuvveti, denge performansı, bacak hacmi ve bacak kütlesinin birbirleri ile pozitif bir ilişkiye sahip olduğu ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Futbol; İzokinetik kuvvet; Denge; Bacak hacim; Bacak kütle

INVESTIGATING THE RELATIONSHIP BETWEEN ISOKINETIC LEG STRENGTH AND BALANCE PERFORMANCE LEG VOLUME AND LEG MASS IN PROFESSIONAL FOOTBALL PLAYERS

Zait Burak AKTUĞ

Erciyes University, Graduate School of Health Sciences
Department of Physical Education and Sports
PhD Thesis, December 2016
Advisors: Associate Professor Çağrı ÇELENK
Associate Professor Serkan İBİŞ

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the relationship between isokinetic leg strength and static-dynamic balance performance, leg volume and leg mass of football players.

Into the study, 40 professional football players who were playing in Turkey Football Federation (TFF) 3rd league were included. Dominant and non-dominant leg concentric extension and flexion of the football players were evaluated using isokinetic dynamometer at $60°s^{-1}$, $180°s^{-1}$ and $300°s^{-1}$ angular velocities, and static and dynamic balance performances of the players were evaluated using isokinetic balance system. Leg volume of the football players were determined with Frustum method, and their leg mass was determined with Hanavan method. After entering obtained data into SPSS statistical software, the relationships between isokinetic leg strength, and static-dynamic balance performance, and leg volume and leg mass were determined with Pearson correlation analysis.

In the study, negative significant difference was determined between quadriceps muscle strength and static and dynamic balance at $60°s^{-1}$ and $180°s^{-1}$ angular velocities ($p<0.05$, $p<0.001$). Positive significant relationship was also determined between non-dominant leg hamstring muscle strength and leg mass and leg volume at $60°s^{-1}$ and $180°s^{-1}$ angular velocities ($p<0.05$, $p<0.001$). Positive significant relationships were also found between dominant leg quadriceps and hamstring muscle strength and leg volume and leg mass at

$60°s^{-1}$ angular velocity, and between dominant leg quadriceps and hamstring muscle strength and leg volume at $180°s^{-1}$ and $300°s^{-1}$ angular velocities ($p<0.05$, $p<0.001$).

Consequently, it was concluded that balance performance as one of the important components of sportive performance was found to be possible to be developed through the increase at leg muscle strength, and the increase at leg volume and leg mass could cause increase at leg muscle strength. As result of our study's findings, it was revealed that isokinetic leg strength, balance performance, leg volume and leg mass had a positive relationship between each other

Key Words: Football; Isokinetic strength; Balance; Leg volume; Leg Mass

İÇİNDEKİLER

İÇ KAPAK i
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK ii
YÖNERGEYE UYGUNLUK ONAYI iii
KABUL VE ONAY SAYFASI iv
TEŞEKKÜR v
ÖZET vi
ABSTRACT viii
İÇİNDEKİLER x
KISALTMALAR xiii
TABLOLAR LİSTESİ xiv
ŞEKİLLER LİSTESİ xv
1. GİRİŞ VE AMAÇ 1
1.1. Araştırmanın Konusu 1
1.2. Araştırmanın Amacı 1
1.3. Araştırmanın Önemi 1
1.4. Araştırmanın Yöntemi 2
1.5. Sayıltılar 3
1.6. Sınırlılıklar 3
2. GENEL BİLGİLER 4
2.1. Kas 4
2.1.1. İskelet Kası 4
2.1.1.1. İskelet Kasının Yapısı 4
2.1.2. Kas Kasılma Mekanizması 7
2.1.3. Kas Lifi Tipleri 7
2.1.3.1. Tip I Lifleri 8
2.1.3.2. Tip II Lifleri 8
2.1.3.2.1. Tip IIa Lifleri 8
2.1.3.2.2. Tip IIb Lifleri 9
2.1.3.2.3. Tip IIc Lifleri 9
2.1.4. Kas Kasılma Tipleri 9
2.1.4.1. İzometrik Kasılma 9

2.1.4.2. İzotonik Kasılma 9
2.1.4.3. Oksotonik Kasılma 10
2.1.4.4. İzokinetik Kasılma 10
2.2. İzokinetik Kuvvet 10
2.2.1. İzokinetik Ölçümün Avantajları 12
2.2.2. İzokinetik Ölçümün Dezavantajları 13
2.2.3. İzokinetik Dinamometre Kullanılırken Dikkat Edilmesi Gereken Durumlar 13
2.2.4. Kuvvet Kavramı ve Futbolda Kuvvetin Önemi 15
2.3. Denge ve Postüral Stabilite 18
2.3.1. Postüral Stabilite 19
2.3.2. Denge 19
2.3.2.1. Statik Denge 19
2.3.2.2. Dinamik Denge 20
2.3.3. Dengeyi Etkileyen Faktörler 21
2.3.4. Propriyosepsiyon Duyusu ve Denge 22
2.3.4.1. Vücut Duyu Sistemi (Somatosensoriyel Sistem) 23
2.3.4.2. Görsel Sistem (Visual Sistem) 24
2.3.4.3. İşitsel Sistem (Vestibüler Sistem) 24
2.3.5. Dengenin Spordaki Önemi 26
2.4. Bacak Hacmi ve Bacak Kütlesi 27
3. GEREÇ VE YÖNTEM 30
3.1. Gereç 30
3.2. Veri Toplama Araçları 30
3.3. Yöntem 32
3.3.1. Vücut Kompozisyon Ölçümleri 32
3.3.1.1. Deri Kıvrım Kalınlığı Ölçümleri 32
3.3.1.2. Çevre Ölçümleri 35
3.3.1.3. Çap Ölçümleri 36
3.3.1.4. Somatotip Değerlendirilmesi 37
3.3.2. Hacim ve Kütle Ölçümleri 38
3.3.3. İzokinetik Kuvvet Testi 43
3.3.4. İzokinetik Denge Ölçümü 44
3.3.5. İstatiksel Analiz 45

4. BULGULAR 46
5. TARTIŞMA VE SONUÇ 52
5.1. İzokinetik Bacak Kas Kuvveti ile Denge Performansı Arasındaki İlişki 52
5.2. İzokinetik Bacak Kuvveti ile Bacak Hacmi ve Bacak Kütlesi Arasındaki İlişki . 54
5.3. Denge Performansı ile Bacak Hacmi ve Bacak Kütlesi Arasındaki İlişki 55
5.4. Sonuçlar 56
5.5. Öneriler 57
6. KAYNAKLAR 58
EKLER
ÖZGEÇMİŞ

KISALTMALAR

TFF	**:**	Türkiye Futbol Federasyonu
sn	**:**	Saniye
cm	**:**	Santimetre
mm	**:**	Milimetre
kg	**:**	Kilogram
g	**:**	Gram
lt	**:**	Litre
$^{o}s^{-1}$	**:**	Derece/saniye

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1.Diz Ekstansör ve Fleksör Kaslarının Futboldaki Önemi 18
Tablo 2.2. Dengeyi Sağlamak İçin Duyulardan Yararlanma 25
Tablo 4.1. Futbolcuların Demografik Özellikleri 46
Tablo 4.2. Futbolcularda Dominant ve Nondominant Bacaklarda Ekstensör ve Fleksör Kaslar, Statik ve Dinamik Denge, Bacak Hacim ve Bacak Kütle Arasındaki Fark Tablosu.....47
Tablo 4.3. Dominant Bacak İzokinetik Quadriceps ve Hamstring Kas Kuvveti İle Statik ve Dinamik Denge Korelasyon Tablosu 48
Tablo 4.4. Nondominant Bacak İzokinetik Quadriceps ve Hamstring Kas Kuvveti İle Statik ve Dinamik Denge Korelasyon Tablosu 49
Tablo 4.5. Dominant ve Nondominant İzokinetik Bacak Kuvveti İle Bacak Hacmi ve Bacak Kütlesi Korelasyon Tablosu.....50
Tablo 4.6. Dominant ve Nondominant Bacak Statik ve Dinamik Denge Performansı İle Bacak Hacmi ve Bacak Kütlesi Korelasyon Tablosu 51

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. Antropometrik Ölçüm Araçları 31
Şekil 3.2. İzokinetik Denge Sistemi 31
Şekil 3.3. İzokinetik Dinamometre 31
Şekil 3.4. Skinfold Kaliper İle Deri Kıvrım Kalınlığı Ölçümleri 33
Şekil 3.5. Triceps Deri Kıvrımı Kalınlığı Ölçümü 33
Şekil 3.6. Subscapular Deri Kıvrım Kalınlığı Ölçümü 34
Şekil 3.7. Suprailiak Deri Kıvrım Kalınlığı Ölçümü 34
Şekil 3.8. Calf Deri Kıvrım Kalınlığı Ölçümü 35
Şekil 3.9. Biseps Çevre Ölçümü 35
Şekil 3.10. Baldır Çevre Ölçümü 36
Şekil 3.11. Humerus Epikondil Çap Ölçümü 36
Şekil 3.12. Femur Epikondil Çap Ölçümü 37
Şekil 3.13. Bacak Hacminin Hesaplanması 39
Şekil 3.14. Ayak Hacminin Hesaplanması 40
Şekil 3.15. Hanavan Model Yöntemi 41
Şekil 3.16. İzokinetik Dinamometre İle Kuvvet Ölçümü 43
Şekil 3.17. İzokinetik Denge Sistemi İle Denge Ölçümü 44

1. GİRİŞ VE AMAÇ

1.1. Araştırmanın Konusu

Bu çalışmanın konusu, profesyonel futbolcuların izokinetik bacak kuvveti ile statik-dinamik denge performansı, bacak hacmi ve bacak kütlesi arasındaki ilişkinin incelenmesidir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Çalışmamızın amacı, izokinetik bacak kuvveti ile statik-dinamik denge performansı, bacak hacmi ve bacak kütlesi arasındaki ilişkinin belirlenmesidir.

1.3. Araştırmanın Önemi

Bütün dünyada olduğu gibi ülkemizde de en çok ilgi gören spor dalı futboldur. Futbolda aerobik ve anaerobik dayanıklılığın yanında üst düzey kas kuvvetine de ihtiyaç duyulur (1). Bu spor branşında en çok alt ekstremitenin aktif olarak kullanılması diz bölgesi kasları olan hamstring ve quadricepsi birinci dereceden önemli kılmaktadır. Yapılan çalışmalar futbolda diz bölgesi kaslarının şut, pas, sıçrama, koşu ve yön değiştirmede yüksek etkinliğinin bulunduğunu (2), özellikle sıçrama, denge ve topa vuruşta quadriceps kasının, koşu ve dizin stabilitesini korumada hamstring kasının son derece önemli olduğunu bildirmiştir (3).

Denge, bir hareketin devamı için vücut ağırlık merkezinin kas ve eklem pozisyonları aracılığı ile korunmasıdır (4). Futbolun temelini oluşturan pas, şut, top sürme, top kontrolü gibi hareketlerin tek bacak üzerinde gerçekleşmesinin (5) yanı sıra ani yön değiştirmeler, kaygan zemin ve rakiplerle mücadele esnasında oluşan darbeler dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Bu durumlarda dengenin en kısa sürede yeniden sağlanması gerekmektedir (6). Dengenin korunamaması ya da vücut pozisyonunun devamının sağlanamaması gibi durumlarda sporcu beklenen performansı ortaya koyamadığı gibi yaralanma tehlikesiyle de karşı karşıya kalmaktadır (7). Denge performansı kişinin kas tonusu, kas gücü ve kas dayanıklılığı ile yakından ilişkilidir (8,9). Yapılan çalışmalar özellikle alt ekstremite kas grubu (ayak bileği, kalça, bacak) kuvvetlerinin denge becerisini sergilemede son derece önemli olduğunu ortaya koymuştur (10,11,12).

Kuvvet kasın enine kesit alanın artması ile doğru orantılı olarak gelişim göstermektedir (13). Kas kütlesi uygulanabilen güç miktarı (14) ve kuvveti etkileyen bir unsurdur (15). Kas kütlesinin büyüklüğü uygulanabilen güç ve kuvvet ile doğru oranda artmaktadır (13). Kas hacminin, kas kütlesinin, kas yüzdesinin ve kas lifleri oranlarının düşük olması kuvvet performansını olumsuz ekileyen faktörlerdir (16,17,18).

Motorik özelliklerin sergilenmesinde ve sportif başarının artırılmasında önemli faktörlerinden biri olan denge performansının izokinetik bacak kuvveti ile olan ilişkisinin incelendiği çalışmaların büyük bir kısmını 65 yaş üzeri düşme eğilimi olan kişilerin oluşturması ve sportif performansı değerlendirmek için yapılan çalışmalarında güreşciler, Amerikan futbolcuları, atletler üzerinde uygulanması göz önüne alınarak literatürde oluşan futbolcuların bacak kuvvetleri ile denge performansları arasındaki ilişkinin belirlendiği çalışma eksikliğini ortadan kaldırmak ve literatüre katkıda bulunmak için bu çalışma yapılmıştır.

1.4. Araştırmanın Yöntemi

Çalışmaya 2015-2016 Futbol Sezonu TFF Spor Toto 3. Lig 1. Grup takımlarından Kozanspor ve Erzinspor'da aktif olarak futbol oynayan toplam 40 gönüllü profesyonel erkek futbolcu katılmıştır. Çalışmaya katılan futbolcuların ilk gün izokinetik bacak

kuvvetleri, ikinci gün denge performansları, üçüncü gün antropometrik ölçümleri (boy, vücut ağırlığı, deri kıvrım kalınlığı, çevre-çap ölçümleri) ve bacak hacim-kütle ölçümleri alınmıştır. Futbolcuların izokinetik bacak kuvveti ile statik-dinamik denge performansı, bacak hacmi ve bacak kütlesi arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışmanın istatistiki analizi SPSS 15.0 paket programında % 95 güven aralığında ($p<0,05$) hesaplanmıştır.

1.5. Sayıltılar

- Çalışmaya katılan bütün futbolcular aynı koşullarda test edilmiştir.
- Çalışmaya katılan futbolcuların ölçümleri en yüksek performans ile yaptıkları kabul edilmiştir.
- Çalışma öncesinde belirlenen kuralların futbolcular tarafından yerine getirildiği kabul edilmiştir.

1.6. Sınırlılıklar

- Çalışmaya sadece erkek bireyler alınmıştır.
- Çalışmaya sadece profesyonel futbolcular dahil edilmiştir.
- Çalışmaya katılan futbolcular 18-35 yaş arasındadır.
- Çalışmaya katılan futbolcularda son 6 ay içerisinde diz ve uyluk bölgesinde 48 saatten fazla normal aktiviteyi kısıtlayan herhangi bir kas veya ligamente ait yaralanma bulunmamasına dikkat edilmiştir.
- Çalışmaya katılan futbolcuların ölçümlerden 24 saat önce herhangi bir fiziksel aktivitede bulunmamasına dikkat edilmiştir.
- Çalışmaya katılan futbolcuların herhangi bir işitme ve görme bozukluğunun olmamasına dikkat edilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kas

Kasılma ve gevşeme yeteneğine sahip olan kaslar, insan vücut ağırlığının % 40-45'ni oluşturur. İnsan vücudunda 660'dan fazla kas bulunmaktadır. İnsanın temel gereksinimi olan hareket, insan vücudunun kaldıraçları olan kemik ve eklemlerin tek başına yapabileceği bir durum değildir. İnsanın hareket edebilmesi için iletebilme, kasılabilme ve boyunu kısaltabilme yeteneğine sahip olan kaslara ihtiyaç vardır (19,20). İnsan vücudunda 3 tür kas dokusu (düz kaslar, çizgili kaslar, kalp kası) bulunur. Bunlardan iskelet kası egzersiz yönünden ayrı bir önem taşır. Çünkü yapılan spor aktiviteleri ve fiziksel iş iskelet kasları tarafından oluşturulur (21).

2.1.1. İskelet Kası

İskelet kasları basit olarak tanımlandığında çizgili görünümde ve istemli olarak kasılan kaslardır. Bu kaslar somatik sinir sistemi tarafından uyarılır. İskelet kasının 3 temel görevi vardır. Bu görevlerden ilki vücut hareketini sağlamak için kuvvet oluşturmak, ikincisi vücudu dengede tutmaya destek vermek, üçüncüsü ise soğukta ısı oluşturmaktır. İskelet kasları mikroskopla incelendiğinde açık ve koyu görünen enine çizgilere sahip olduğu için çizgili kaslar, istemli olarak çalıştıkları için ise istemli kaslar olarak adlandırılmaktadır (22).

2.1.1.1. İskelet Kasının Yapısı

İskelet kası, bağ doku, kan damarı ve kontraktil proteinlerden oluşmaktadır. İskelet kasları hareketi sağlayan en büyük organımızdır (23,24). Uzunluğu 1-40 milimetre (mm), çapı 10-100 mikron arasında değişen silindirik yapıdaki kas hücrelerinden

oluşan lifler iskelet kaslarını oluşturmaktadır (25). Bu lifler birbirine paralel olarak uzanmaktadır (22). Her kas lifinin üzeri endomizyum adındaki bağ doku ile başka liflerden ayrılır. En az 150 kas lifinin bir araya gelmesiyle oluşan kas lifi demetleri perimizyum adı verilen bağ doku ile çevrelenmiştir. Kasın tüm yüzeyi fasia adı verilen doku ile çevrelenir ve fasianın hemen altında epimisyum adı verilen fibröz bir bağ doku bulunur. Bu koruyucu kılıf distal uçlarda incelerek tendon adı verilen kuvvetli bağ dokularını oluşturur. Tendon, kasın bittiği ve kemik dokuya bağlandığı bölümlerdir. Kasın proksimalde kemiğe yapıştığı kısmına kasın origosu, kasın distaldeki hareket eden kemiksi bölümüne yapıştığı kısmına ise kasın insersiosu denir (26,27,28). Her kas lifini çevreleyen endomisyumun altındaki zar kısmına sarkolemma, sarkolemmanın içerisindeki hücrenin sıvı kısmına ise sarkoplazma adı verilir. Sarkoplazma kontraktil elemanlar, yağ ve gikojen partikülleri, enzimler, proteinler ve myofilamentlere paralel olarak yapılanmış özel tübüler ağ olan sarkoplazmik retikulum gibi özelleşmiş organelleri içerir. Sarkoplazmik retikulum kalsiyumun depolanması ve salınımını sağlayarak kas kasılması esnasında önemli bir rol oynamaktadır (22,24).

Kas lifleri sarkoplazmada bulunan yaklaşık 1000 kadar myofibrilden oluşmaktadır (19,21). Myofibriller kas kasılmasında önemli görev alan birimlerdir. Myofibriller uzunlamasına incelendiğinde çok sayıda bölümlere ayrılırlar. Bu bölümlere sarkomer adı verilir (29). Sarkomerler kas hücresindeki kasılma işini yapan en küçük birimdir (21). Myofibirilleri oluşturan protein yapısındaki myoflamentler kalın (miyozin) ince (aktin) olarak iki türlüdür. Aktin flamenti (50-70 angström) miyozin flamentine göre (100-150 angström) daha uzundur. Aktin flamenti aktinde yer alan moleküllerin ardı sıra sıralanması ile meydana gelmektedir. İnce bir flamentte 300-4000 aktin 50'şer tane troponin ve tropomiyozin bulunur (19,30). Her bir miyozin molekülü içerisinde, iki protein parçası birbirinin üzerine dolanmış şekilde bulunur. Burgu şeklindeki bu yapının ucu yuvarlaşarak miyozin başı ismi verilen yapıyı oluşturur. Miyozin flamenti fazla sayı da miyozin başına sahiptir ve miyozin flamentinden uzanarak kasılma esnasında aktin flamenti üzerindeki aktif bölgelere temas eden çapraz köprüleri oluşturur (27). ATP- az enzimi miyozin başlarında yer alıp enerji açığa çıkararak çapraz köprünün oluşumunu sağlar (21). Kas grubunun isminden de anlaşıldığı gibi kas hücresindeki myofibril ve myoflamentlerin düzenleri iskelet kas hücrelerine çizgili bir görünüm sağlar.

Açık renkli görünüme sahip olan ‘’I’’ bandı sarkomerin her iki ucundaki aktin flamentlerinin oluşturduğu bölgedir. Koyu renkli bir görünüme sahip olan ‘’A’’ bandı aktin ve miyozin flamentleri tarafından oluşturulur. ‘’H’’ bandı ise ‘’A’’ bandının orta kısmındaki miyozin flamentlerinden oluşur. ‘’I’’ bandının arasında ise ‘’Z’’ çizgileri bulunur. ‘’Z’’ çizgisinin arasında olan ve sırası ile ‘’I,A,I ‘’ bantlarından oluşan bölgeye ise sarkomer adı verilir. Aktin flamentinin bir ucu ‘’Z’’ çizgisine yapışık, diğer ucu ise sarkomerin ortasına doğru uzanan miyozin flamentlerinin arasında bulunur (21,31). Aktin flamenti aktin, tropomiyozin ve troponin protein moleküllerinden oluşur. 2 aktin molekülü birbirleri üzerine dolanarak aktin flamentinin temelini oluştururken tropomiyozin bu yapının üzerine sarılır. Troponin ise aktin ve tropomiyozinin üzerine bağlanır. Ca^{++} troponin ve tropomiyozin ile beraber çalışarak kasın kasılması ve gevşemesini kontrol eder (27).

Kaslar zengin bir damar ağı ile çevrelenmiştir. Kas liflerine paralel olarak uzanan atardamarlar ve toplardamarlar bağ dokusu boyunca kasa girerler. Atardamarlar ve toplardamarlar endomisyum içerisinde ve çevresinde sırasıyla arteriollere ve venüllere ayrılarak büyük bir kılcaldamar ağı oluşturur. Bu kılcaldamarlar kasın oksijenle beslenmesi ve karbondioksit gibi artık maddelerin kas liflerinden uzaklaşmasını sağlar. Sedanter kişilerde her kas lifi yaklaşık 3-4 kapiller damar tarafından çevrelenirken sporcularda bu sayı 5-7 arasındadır. Kas liflerinin kapiller damar tarafından beslenmesinin yanı sıra harekete katılan kasların kasılıp gevşemeleri sayesinde kan damarları sıkıştırılıp kan akışı sağlanır. Kan akımı kasın gevşeme sırasında artarken kasın kasılması esnasında azalır. Bu sıkıştırma hareketi kalbe dönen kanın hızlanmasını ve oksijenden zengin olan kan miktarının artması sağlar. Ayrıca harekete katılmayan kasların vazokontrüksiyonu, harekete katılan kasların vazodilatasyonu ile kan akışı düzenlenmeye çalışılır (26,32).

Kasda bulunan sinirler, bağ dokular boyunca ayrılarak bütün kas liflerine ulaşır. Kasın kasılması için merkezi sinir sisteminden uyarı gelmesi gerekmektedir. İnsan vücudunda yaklaşık 250.000.000 kas lifi bulunurken, sinir sayısı azdır. Bu nedenle bir motor sinir birden fazla dala ayrılarak birçok kas lifini uyarmaktadır (22). Aynı motor sinir tarafından uyarılan bütün kas lifleri eş zamanlı olarak kasılıp gevşer ve tek bir birim olarak çalışır (33). Bir motor sinir ve uyardığı kas liflerini bütününe motor ünite denir

(34). Bir kas lifi uyarılma eşiğinde veya eşiği üzerinde uyarıldığında maksimal seviye de kasılır. Çok yüksek bir uyaran verilmesi kasılmanın kuvvetini artırmaz. Yani verilen uyarılma eşik seviye üzerinde ise kas maksimal kasılır, eşik seviyenin altında ise kasılma gerçekleşmez. Bu duruma ya hep ya da hiç kanunu denir (32).

2.1.2. Kas Kasılma Mekanizması

Kas kasılması esnasında aktin ve miyozin flamentlerinin etkileşimi ile aktin flamentleri ortaya doğru çekilir ve dinlenimde uçları birbirine ancak erişen aktin flamentleri yaklaşık olarak birbirini tamamen örter (21). Sarkomer yassı proteinden meydana gelen iki ‘’Z’’ çizgisi arasındadır. Z çizgisinin sağ ve sol tarafında aktin flamentleri (I bandı) ‘’A’’ bandında aktin ve miyozin ‘’H’’ bandında ise yalnızca miyozin flamentleri bulunur. Kasılma esnasında ‘’Z’’ çizgileri birbirine yaklaşır, diğer bir deyiş ile sarkomerin boyu kısalır. Bu esnada ‘’A’’ bandında bir değişiklik olmaz iken, H ve I bandında küçülme meydana gelir. Kas kasılmasının flamentlerin kaymasıyla açıklayan bu teoriye ‘kayan flamentler teorisi’ denir. Kayma sırasında miyozin flamentleri sabitken aktin flamentleri ‘’H’’ bandına doğru kayar. Aslında kaymanın başlaması Ca^{++} serbestlenmesine bağlıdır. Normal bir kas kasılması için % 30’luk kısalmaya ihtiyaç varken her bir kayma ile % 1’lik kas kasılması oluşur (35). Miyozin çapraz köprüsü aktine bağlanma, bükülme, kayma, çözülme, başka bir bölgeye bağlanma ile kayma siklusüne devam eder (20).

2.1.3. Kas Lifi Tipleri

İnsan vücudundaki iskelet kasları farklı metabolik ve fonksiyonel özelliklere sahip kas liflerinin bir araya gelmesiyle oluşmuştur (36). Kasların tamamı aerobik ve anaerobik performansı ortaya koymak için yeterli olsalarda bazı kas lifleri aerobik ve anaerobik performansı sergilemek için daha uygundur. Aerobik özelliği yüksek kas liflerine tip I, anaerobik özelliği yüksek olan kas liflerine ise tip II adı verilir. Tip II kas lifi kendi arasında tip IIa, tip IIb ve tip IIc olarak 3’e ayrılır (26,32). Yapılan çalışmalar tip I kas lifinin, tip II kas lifine dönüşmesinin mümkün olmadığını göstermiştir. Fakat yapılan antremanlar ile kas lifi tiplerinin oksidatif kapasitesinde artış meydana gelmekte, metabolik ve biyokimyasal özellikleri değişebilmektedir. Sedanter kişilerde % 45-55

oranında tip I kas lifi olduğu, geri kalan tip II kas liflerinin ise tip IIa ve tip IIb olarak eşit dağılım gösterdiği bulunmuştur (27,32,37).

2.1.3.1. Tip I Lifleri

Düşük glikojen, yüksek sayıda mitokondriye sahip olan bu kas lifleri yavaş-oksidatif veya yavaş kasılan lifler olarak adlandırılmaktadır. Tip II liflerine göre daha fazla kapiller ve myoglobin konsantrasyonuna sahiptirler. Tip I liflerinin etrafının fazla sayıda kapillerle çevrilmesi ve mitokondrial enzimlerin fazlalığı, yorgunluğa uzun süre dayanabilme özelliği ve aerobik metabolizma kapasitelerinin yüksek olmasını sağlamaktadır. Yorgunluğa karşı dayanabilme özelliği yüksek olmasına karşın kuvvet üretebilme düzeyleri düşüktür (26,32,38).

2.1.3.2. Tip II Lifleri

Glikojen depoları ve glikolitik enzimler bakımından zengin olmasına karşın, düşük sayıda mitokondri ve aerobik kapasiteye sahip olan bu kas lifleri, hızlı kasılan kas lifleri veya hızlı glikolitik kas lifleri olarak bilinmektedir. Tip I liflerine göre daha yüksek motor sinir iletim hızına, (33) daha fazla sayıda myofibril ve ATPaz enzimine sahip olmaları sayesinde yüksek seviyede kasılma hızı ve kuvvet oluşumu sağlarlar (38). Tip II lifleri üçe ayrılır.

2.1.3.2.1. Tip IIa Lifleri

Hem glikolitik hem de oksidatif enzim içeriğine sahip olan bu kas lifleri, yüksek kasılma hızının yanında yorgunluğa da uzun süre dayanabilme özelliği göstermektedir (38).

2.1.3.2.2. Tip IIb Lifleri

Düşük mitokondrial ve yüksek glikojen içeriğine sahip olan bu kas lifleri, yüksek kasılma hızı göstermelerine rağmen yorgunluğa dirençli değildir. Bu kas lifleri yüksek güç gerektiren ve tekrarlı hareketler için uygundur (23,26).

2.1.3.2.3. Tip IIc Lifleri

Re-inervasyon veya motor ünite değişiminde rol aldığı düşünülen bu kas lifleri Tip I ile Tip II lifleri arasında bir özelliğe sahiptir (23,26).

2.1.4. Kas Kasılma Tipleri

İskelet ve kaslar hareket sisteminin temelini oluşturan yapılardır. Bütün sportif faliyetler kasın aktif olarak çalışmasıyla oluşmaktadır. Fiziksel aktivite esnasında yapılan hareketin çeşitine göre farklı kas kasılma tipleri meydana gelmektedir. Kas kasılma tipleri 4 başlık altında incelenmektedir.

2.1.4.1. İzometrik Kasılma

Kas tonusunda artış olmasına rağmen, kas boyunun sabit kaldığı kasılmalardır. Statik bir kasılma şekli olan izometrik kasılmada, kasın boyunda herhangi bir değişim meydana gelmediği için hareket ortaya çıkmaz (39).

2.1.4.2. İzotonik Kasılma

Kasın tonusunda bir değişim olmamasına rağmen, kasın boyunda değişim meydana geldiği dinamik kasılma şeklidir. İzotonik kasılmalar egzantrik ve konsantrik olarak 2'ye ayrılır. Egzantrik kasılma, kasın boyunun uzadığı kas tonusunun sabit kaldığı, konsantrik kasılma ise kasın boyunun kısaldığı kas tonusunun sabit kaldığı kasılmalardır (39).

2.1.4.3. Oksotonik Kasılma

Fiziksel aktivite esnasında izometrik ve izotonik kasılmaların ardı sıra gerçekleştiği kasılma şeklidir. Örneğin; koşarken bacağın yere basması esnasında izometrik, ekstremite hareketi sırasında ise izotonik kasılma meydana gelir. Bu iki kasılmanın birbiri arkasına gelmesi durumuna oksotonik kasılma adı verilir (39).

2.1.4.4. İzokinetik Kasılma

İzo sabit, kinetik ise hız anlamına gelmektedir. Hareketin bütün açılarda sabit ve maksimal bir hızla yapılması olarak tanımlanır. (40).

2.2. İzokinetik Kuvvet

İzokinetik kasılma, eklem hareket açıklığı boyunca sabit ve maksimal yapılan kasılma şekli olarak tanımlanır (40). İzokinetik kasılmalarda kasın oluşturduğu gerilim tüm eklem hareket açıklığı boyunca sabit bir hızda ve maksimum düzeydedir. İzokinetik güç kavramı ise hızı önceden sabitlenmiş ve sınırlandırılmış bir alete karşı kas veya kas gruplarının ortaya koyduğu en yüksek güçtür (41,42). İzokinetik kasılmalarda hareket aşağıda belirtilen üç farklı safhada gerçekleşir.

- *Hızlanma safhası:* Hareketin hızlanma safhasıdır.
- *İzokinetik yüklenme safhası:* Hareketin sabit hızda ve eş dirençte yapıldığı safhasıdır.
- *Yavaşlama safhası:* Hareketin tamamlanmadan önceki yavaşlama safhasıdır (43).

Kuvvet ve kasılma hızı arasındaki ilişkiye bakıldığında ölçülen kuvvetin hangi açısal hızda gerçekleştiğinin ifade edilmesi gerekmektedir. Bu nedenle hızlanma ve yavaşlama safhalarında ölçülen kuvvet değerleri, hızın sabit olmaması sebebi ile bu ilişkiyi yansıtmamaktadır. Doğru sonucu ifade edebilmek için izokinetik yüklenme safhasındaki kuvvet değerini almak şarttır (44,45).

İzokinetik dinamometre ile egzersiz hakkında yapılan çalışmalar 1960'lı yıllarda başlamıştır. Bu yıllarda önemli kasılma süresi ve maksimum kasılma şiddeti sağlamasına rağmen kasın doğal hızlanma-yavaşlama evresini engellediği de düşünülmüştür. Bu durum bir tartışma konusu olmasına karşın izokinetik çalışmaların yüksek kuvvet kazanımı sağladığı belirtilmiştir (46). İzokinetik egzersizlerin ortaya sunduğu olanaklar 1980-1990 yıllarında izokinetik sistemlerin popüler hale gelmesini sağlamıştır. 1984 yılında içerisinde sadece izokinetik kasılmaların olduğu 4 ciltlik ilk kitap yayınlanmıştır (47).

İzokinetik kasılmaları ölçebilmek için elektromekanik yapıda olan izokinetik dinamometreler kullanılmaktadır (48). En çok bilinen izokinetik dinamometreler Biodex, Cybex, Kin-Com, Lido ve Merac marka sistemlerdir (49). İzokinetik dinamometreler temel üç parçadan oluşmaktadır.

- *Dinamometre:* Cihazın kasılma tipi, hız seçenekleri ve tork ölçümünü sağlayan temel parçadır.
- *Koltuk ve yardımcı aparatlar:* Koltuk, kemer ve çeşitli eklemlerin egzersizi için gerekli parçalardır.
- *Bilgisayar:* Hız seçimi ve hareket açılarının belirlendiği, tüm verilerin kayıt edildiği ve alındığı parçadır (48).

İzokinetik sistemler, istenilen kas ya da kas grubunu özel olarak çalıştırabilmesi, kasta güvenli bir şekilde kuvvet artışı sağlamasının yanında, sakatlanma riskini önceden belirleme ve rehabilitasyon programlarını oluşturmada da etkin olarak kullanılmaktadır (50). İzokinetik çalışmalar, izometrik ve dinamik ağırlık çalışmalarının olumlu taraflarını kendinde toplar. Bütün izokinetik sistemlerde temel prensip, ekleme hareket açıklığı boyunca değişen miktarlarda direnç uygulanmasıdır. Bu durum hareketin sabit bir hızda yapılmasına olanak sağlar. İzokinetik dinamometrelerin bu özelliği sayesinde artan kas gücünün açısal hızı değiştirmesi, cihaz tarafından uygulanan sabit dirençle önlemekte ve harcanan güç torka dönüşmektedir. Uygulanan farklı açısal hızlarda eklem hareket açıklığının her noktada kasın ortaya koyacağı maksimum performans izokinetik dinamometreyle belirlenebilmektedir (51). Normal bir ağırlık egzersizinde direnç eklem hareket açıklığının uçlarında maksimum, ortasında ise en düşük seviyededir. Bu durum

normal ağırlık egzersizlerinde eklem hareket açıklığı boyunca farklı dirençlerle karşılaşmayı ortaya koymaktadır. İzokinetik sistemde ise kişi kuvvetinin en düşük olduğu eklem hareket açısında bile dışarıya optimal yüklenme yapabilir. İzokinetik dinamometre eklem hareketinin tam ortasında da hızını korumaktadır (42). İzokinetik sistemde seçilen farklı açısal hızlar sayesinde kasın performansı değerlendirilebilmektedir. Açısal hızlar 10-60°s^{-1} yavaş, 60-180°s^{-1} orta ve 180-400°s^{-1} yüksek olarak sınıflandırılmaktadır. 0°s^{-1} açısal hız ise izometrik olarak yapılan ölçümlerdir. Yavaş açısal hızlar kuvvet hakkında bilgi verir. Tork/vücut ağırlığı, agonist/antagonist oranlar en iyi bu hızlarda değerlendirilir. Orta ve yüksek hızlarda ise kas gruplarının enerji oluşturma yetenekleri, kapasiteleri ve dayanıklılıkları belirlenmektedir (41,52).

2.2.1. İzokinetik Ölçümün Avantajları

- Kullanılan cihazın güvenirliliği ve geçerliliği vardır.
- Ölçümler tekrarlanabilir ve karşılaştırılabilir.
- Hareket hızı değiştirilebilir.
- Hareket analizi yapılabilir.
- Güvenilir ve objektif sonuçlar elde edilip dökümante edilebilir.
- Kişi bilgisayar ekranından uyguladığı kuvvet miktarını görebilir, bu durum kişiye maksimal yüklenme olanağını sağlar.
- Kişinin karşılaştığı direnç kendi uyguladığı dirence eşit olduğundan, kapasitesinin üzerinde bir dirence mağruz kalmaz.
- Kapalı kinetik zincirde zayıf kaslar güçlü kaslar tarafından kompanze edilirken, izokinetik sistemde kasın fonksiyonel kapasitesi tam olarak değerlendirilebilinir (41).
- Kasların agonist/antagonist oranlarının belirlenmesine olanak sağlar.
- Sporcuların kas grupları ve bilateral ekstremite arasındaki yüzdesel farklılıkların tespit edilmesi ile yaralanma riskini belirler (53,54).

2.2.2. İzokinetik Ölçümün Dezavantajları

- İzokinetik cihazlar ve test düzeneği pahalıdır.
- Laboratuvar koşullarının oluşturulması gerekmektedir.
- Test uygulanması ve yorumlanması için eğitimli personele ihtiyaç vardır.
- Farklı eklem bölgeleri ve sağ-sol ekstremite ölçümlerinde aletin ayarlanması sırasında vakit kaybı yaşanır.
- Çalışmayı yapacak kişinin alete uyum sağlayamaması ve gerçek performansını sergilememesi ölçümlerin doğru sonuç vermemesine neden olur (41).
- Düzenli aralıklarla kalibre edilmesi gerekmektedir ve kalibrasyonu serbest ağırlıklardan daha zordur.
- Kas hareketleri spor aktivitelerine özel değildir.
- Aynı anda çoklu eklemleri ve tüm vücudu çalıştıramamaktadır (55).

2.2.3. İzokinetik Dinamometre Kullanılırken Dikkat Edilmesi Gereken Durumlar

İzalasyon ve Stabilizasyon: İzokinetik dinamometrelerde izolasyon, hareketi yapan ana kasa çalışma olanağı sağlanıp, yabancı hareketlerin önlenmesini ifade etmektedir. Bunun için kişiye doğru pozisyon aldırılmalı ve sabitlenmelidir. Çalıştırılan ekstremitenin doğru sonuç vermesi için kişinin kemerler ile uygun şekilde bağlanması gerekmektedir (56).

Hareket Ekseni: Hareket ekseninin eklem hareket eksenine uygun olarak ayarlanması gerekmektedir. Ayarlamanın yanlış yapılması hatalı sonuçların çıkmasına neden olur (48).

Yerçekimi Etkisi: Ölçümler esnasında yer çekimi bazı hareketleri kolaylaştırırken bazı hareketleri zorlaştırır. Örneğin; diz ekstansiyon/fleksiyon hareketinin ekstansiyonu esnasında kişi hem aletin kolunu hem de kendi bacak ağırlığını taşıması hareketi zorlaştırırken fleksiyonda yerçekiminin etkisi hareketin kolay olarak yapılmasını sağlar. Bu duruma istinaden yerçekimi ve alet kolunun ağırlık hesaplamasının yapılması gerekmektedir (56).

Hareket Aralığı: Hareketin anatomik başlangıcından sonuna kadar olan ve gonyometre ile ölçülen aralığına hareket aralığı denilmektedir. Eklem hareket açısı yapılan iş ve gücü etkileyeceğinden yapılan ölçümlerde hareket aralığının bilinmesi gerekmektedir. Bilateral ekstremitelerin ve agonist-antogonist kasların karşılaştırılabilmesi için aynı hareket aralığında ölçüm yapılması şarttır (57).

Açıklama: Test öncesi kişinin alete uyumu sağlanmalı ve uygulayıcıya hareketin yapılış şekli gösterilmelidir. Kişi maksimal eforu sağlanması ve hareketin son noktaya kadar devam ettirilmesi konusunda bilgilendirilmelidir. Teste başlamadan önce uyum için birkaç deneme yaptırılmalıdır (56).

Açısal Hız Sırası: Yapılan çalışmalarda hız sırasının kuvvet değerlerini önemli derecede değiştirmediği gösterilmiştir. Açısal hız sıralaması yapılan çalışmanın amacına göre sıralanabilir (56).

Açısal Hızın Belirlenmesi: İzokinetik dinamometre ile uygulanan farklı açısal hızlarda farklı koşullardaki performanslar değerlendirilmektedir. Açısal hızlar 10-60°s^{-1} yavaş, 60-180°s^{-1} orta ve 180-400°s^{-1} yüksek olarak sınıflandırılmaktadır (41,52). Düşük hızlar ortaya konulan en yüksek kuvvet, orta ve yüksek hızlar ise kasın enerji oluşturma yeteneği ve dayanıklılığı hakkında bilgi verir (52).

Kalibrasyon: Cihazların her açılışında günlük kalibrasyonları yapılmalıdır. Ayrıca her ay bilinen ağırlıklarla, ağırlık kalibrasyonunun yapılması şarttır (56).

Isınma ve Cihaza Uyum: Çalışma esnasında oluşabilecek kas yaralanmalarını engellemek için ısınma ve açma-germe hareketleri yaptırılmalıdır. Ayrıca bireyin aleti tanıyabilmesi için cihaza özgü bir ısınma sağlanmalıdır (56).

Tekrar Sayısı: Yapılan çalışmanın amacına göre farklılık gösterir. Araştırmalar testlerin en az 5 tekrardan oluşması gerektiğini belirtmiştir. Çalışmada kas gücü değerlendirilecekse en fazla 10 tekrar, kas dayanıklılığı değerlendirilecekse en az 20 tekrar yapılmalıdır (48).

Dinlenme Süresi: Çalışmalar veya testler arasındaki dinlenme süresi 30 saniye (sn) ile 180 sn arasında değişebilir. Battaro 30 sn, Parcell ise 60 sn'lik dinlenmelerin yeterli olacağını belirtmiştir. Brown (48) setler arası dinlenme süresinin 90 sn geçmemesi gerektiğini söylemiştir.

2.2.4. Kuvvet Kavramı ve Futbolda Kuvvetin Önemi

Fizyolojik yaklaşımla kuvvet, kas kasılması sırasında ortaya çıkan gerilimi anlatır (58).

Biyolojik bir yaklaşımla kuvvet, bir kitleyi hareket ettirebilme, bir direnci yenebilme ya da kas çalışması ile etkileme yeteneği olarak tanımlanır (59).

Spor bilimi açısından ele alındığında ise kuvvet, bir kaldıraç sistemi gibi düşünülen kemik, eklem ve kas yapısıyla oluşturulur. Kuvvet, kas-sinir sisteminin dışsal ve içsel direnci yenebilme kapasitesi olarak tanımlanmaktadır (60).

Günümüzde futbol tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de en popüler spor dalıdır. Bu spor yüksek aerobik ve anaerobik güç, dayanıklılık ve kassal performansa dayalıdır (1). Futbol dayanıklılık ve kuvvet gerektiren bir spor dalı olması nedeni ile futbolcuların gelişmiş optimal kas kuvvetine sahip olmaları gerekir (3). Kas kuvveti futbolda yapılan bütün antrenmanlarda ve sezon içerisinde oynanan tüm maçlarda etkin rol oynamaktadır (61). Futbol topa vurma, sıçrama, rakip oyuncuyu durdurma, sprint, kafa vuruşu, ani dönüşler ve kaygan zeminlerde dengede kalma gibi birçok dinamik hareketi içermektedir. Bu hareketleri gerçekleştirme o hareketi yaptıran kasların kuvveti ile yakından ilişkilidir (56,61,62).

Kuvvet ve kuvvetin alt parametreleri sportif performansı artıran veya sınırlayan önemli bir etkendir. Çoğunlukla futbolun yalnız topla oynamak olduğu anlaşıldığından, önemli bir performans sınırlayıcısı olan futbola özgü kuvvetin önemsenmediği görülmektedir (63). Aslında futbolda performansın önemli faktörlerinden olan çabuk kuvvet, sıçrama kuvveti, vuruş kuvveti, atış kuvveti ve sprint kuvveti sporcunun genel kuvveti ile yakından ilişkilidir. Futbolda kuvvetin bu kadar önemli olduğu göz önüne alındığında bütün kas gruplarının amaca yönelik olarak geliştirilmesi gerekmektedir. Futbol ile ilgili

yapılan çalışmalar sıçrama, vuruş ve sprint kuvveti ile genel kuvvetin yakın bir ilişki gösterdiğini ortaya koymaktadır (64,65). Futbolda kalecilerde yan top ve yatay sıçramalarda, futbolcularda hücum ve defans yaparken kafa vuruşlarında sıçrama kuvveti son derece önemlidir. İyi bir sıçrama kuvveti gelişmiş bir bacak kuvveti ile yakından ilişkilidir (66). Futbolda şut hızı ve isabet oranı incelendiğinde şut esnasında harekete katılan kasların oluşturduğu kuvvetin önemli olduğu görülmektedir (64,67). Oberg et al. (68) yaptıkları çalışmada elit düzeydeki sporcuları yıldız olan ve yıldız olmayan olarak ayırmış, hız ve kuvvet değerlerini incelemiştir. Bu çalışma sonrasında elit düzeydeki sporcuların tüm kuvvet ve hız değerlerinin yıldız olmayan sporculara göre yüksek olduğunu bulmuştur. Ayrıca Oberg et al. (68) yıldız futbolcuların üst seviyede kas kuvvetine sahip olduğunu belirtmiştir. Daha önceden belirtildiği gibi kuvvetin topa vuruş performansında önemli bir etken olduğu bilinmektedir. Topa vuruş performansının değerlendirildiği bir çalışmada futbolcuların futbolcu olmayan kişilere göre vuruş kuvvetlerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durumun sadece teknik duruma dayanmadığı, topa vuruş esnasında harekete aktif olarak katılan kasların kuvveti ile yakından ilişkili olduğu belirtilmiştir (62). Benzer bir çalışmada lig seviyesi arttıkça çabuk kuvvet değerlerinin de arttığı belirlenmiştir. Bu durum kuvvet antremanlarının üst liglerde uygun bir şekilde yapılması ile ilişkilendirilmiştir (69). Kuvvetin futbola özgü hareketler olan vuruş, sprint, sıçrama kuvvetinin yanında performansı etkileyen başka durumlar üzerinde de yüksek bir etkisi vardır. Futbolda kuvvet artışı ile gelişim gösteren öğeler aşağıda verilmiştir.

- Teknik ve kondisyonel becerilerin geliştirilmesi ve artırılması.
- İkili mücadele esnasına vücudun daha iyi kullanılması.
- Müsabaka veya antremanlarda dayanıklılığın artırılması ve çabuk kuvvetin geliştirilmesi.
- Büyük kaslara göre daha az gelişim sağlayan küçük kasların kuvvetlendirilmesi.
- Agonist ve antogonist kas kuvvetlerinin dengelenmesi (70,71).

Futbolcuların kendi vücut ağırlıklarını hareket ettirebilmesi ve iyi bir dayanıklılığa sahip olabilmesi için bacak, kol, omuz ve gövde bölümlerindeki kas oluşumunun (kas hipertrofisi) amaçlı bir şekilde yapılması gerekmektedir. Bu gelişim belirli bir amaca yönelik olarak yapılmalıdır. Futbolcuların bacak kaslarının yüksek bir düzeyde

hipertrofiye uğraması kuvvet ve kuvvet parametrelerinin kötüleşmesine neden olabilmektedir. Futbolcularda kas hipertrofisinin gerekli düzeyde yapılmasıyla kassal enerji yedeklerinde (ATP, kreatin fosfat, glikojen) artış meydana gelmektedir. Kas enerji yedeklerindeki bu artışlar çabuk kuvvet ve hız değerlerini olumlu şekilde etkilemektedir (72).

Futbolda kas kuvveti sporcunun oynadığı pozisyona göre değişmektedir. Pozisyon farklılıklarındaki kuvvet değişiklikleri sporcuların o pozisyon için seçilmiş sporcular olması ile ilişkilidir (56).

Kalecilerde kuvvet; topa sıçrama ve tutuş, planjon, elle ve ayakla degajlarda,
Futbolcularda kuvvet; sprint, sıçrama, ani yer değiştirme, şut, uzun orta, serbest vuruş, kafa vuruşu, topu uzaklaştırma, rakiple mücadele ve uzun taç atışlarında,
Tüm mevkilerde kuvvet; çevresel koşullarla mücadelede (çamurlu saha, rüzgara karşı oynama gibi) önemli yer tutmaktadır (73).

Tablo 2.1. Diz Ekstansör ve Fleksör Kaslarının Futboldaki Önemi (63)

Kas adı	Başlangıç yeri	Bağlantı yeri	Futbola özgü temel işlevleri (Dinamik- statik)
M.tensor fasciae latae	Kalça çatısı	Çatı kemiği	Kalçanın bükülmesi, şut, sprint
M.iliopsoas	Gövde ve 1-4. bel omuru, kalça omuru	Üst uyluk kemikleri	Kalçanın bükülmesi, şut, sprint
M.pectineus	Çatı kemiği	Üst uyluk kemikleri	Bacakları kapama, yön değiştirerek koşu
M.adductor longus	Çatı kemiği çıkıntısı	Üst uyluk kemikleri	Bacakları kapama, yön değiştirerek koşu, sprint
M.rectus femoris	Çatı kemiği çıkıntısı	Baldır kemiği	Dizin gerilmesi, kalçanın bükülmesi şut, sıçrama, sprint
M.gracilis	Çatı kemiği	Baldır kemiği	Bacakları kapama yön değiştirerek koşu
M.sartorius	Kalça kemiği çıkıntısı	Baldır kemiği	Dizi bükme, kalçanın bükme, şut, sprint
M: vastus medialis	Üst uyluk kemikleri	Baldır kemiği	Diz germe, şut, sprint
M.vastus lateralis	Uyluk çıkıntıları	Baldır kemiği	Diz germe şut, sprint, sıçrama
M. semitendinosus	Çatı kemiği dikensi çıkıntısı	Baldır kemiği	Kalça germe, diz bükme, sprint, sıçrama
M. biceps femoris	Kalça çatısı çıkıntısı, üst uyluk kemiği	Baldır kemiği	Kalça germe, diz bükme, sprint, sıçrama
M. semimembranosus	Çatı kemiği çıkıntısı	Baldır kemiği	Kalça germe, diz bükme, sprint, sıçrama

Futbolda alt ekstremitenin çok aktif olarak kullanılması quadriceps ve hamstring kas gruplarını son derece önemli kılmaktadır. Quadriceps kas grubu sıçrama, denge ve topa vuruş hareketlerinde önemli rol oynarken, hamstring kas grubu koşma hareketi ve dönüşlerde dizin stabilizesini korumaktadır (3). Bu kasların kuvveti futbolda performansı etkileyen önemli faktörler arasındadır.

2.3. Denge ve Postüral Stabilite

Postür ve dengenin sağlanması birbirine çok yakın olmasına rağmen aynı şeyler değildir. Denge kontrolü, duyusal girdilerin bütünleşmesinin yanında esnek hareket şekillerinin planlanması ve uygulanmasını içeren kompleks bir motor yetenek iken

(74,75), postüral stabilite kas kitlesinin bütünlüğü, merkezi sinir sistemi içerisindeki sistemlerin etkinliği ve motor kontrolü sağlayan sinirlerin bütünlüğünü temsil eder. (75,76). Denge postür muhafazasını da içerisine alır ve esas itibari ile kas aktivesinin koordinasyonudur (77).

2.3.1. Postüral Stabilite

Basit anlamda, vücut kısımlarının pozisyonu veya dizilimi, sözlük anlamı olarak ise farklı vücut kısımlarının göreceli düzenidir (78). Postüral stabilite hareketsiz duruş sırasında dik bir postür muhafazası olarak tanımlanır (79).

Postür statik veya dinamik olarak 2 şekilde ele alınır. Statik postür, oturma, ayakta durma, yatma sırasında vücudun duruş şekline verilen addır. Dinamik postür ise hareketler esnasındaki vücut pozisyonlarıdır (80).

2.3.2. Denge

Denge, görsel, vestibüler ve sinirsel duyulardan sürekli alınan geri bildirimlerle ağırlık merkezinin konumunun korunmasını içeren sinir-kas sisteminin koordineli çalışma süreci olarak tanımlanmaktadır (81,82). Başka bir tanımla denge, basit olarak vücut kütlesinin yere düşmesini önleyen dinamiği anlatan genel bir terim (79) ya da vücudun destek tabanı ile ağırlık merkezinin korunması olarak tanımlanabilir (83).

Denge vücuttaki birçok kasın koordineli olarak çalışması ile duyusal bilginin bütünlüğünden oluşmaktadır. Özellikle ayak bileği, diz ve kalçayı içeren motor aktivitelerin tümü vücudun yer üzerindeki ağırlık merkezini kurabilmesi içindir. Denge, statik denge ve dinamik denge olarak ikiye ayrılır.

2.3.2.1. Statik Denge

Sabit bir destek düzeyinde ve dış hiçbir kuvvete ihtiyaç duyulmadan genel postürün veya tüm vücut bölümlerinin belirli pozisyonda korunması amacıyla otomatik olarak sağlanan denge olarak tanımlanmaktadır (84). Hockey (85) ise statik dengeyi, yer

çekimi çizgisinin ve destek yüzeyi genişliğinin ayarlanması ile oluşturulan değişik pozisyonları, sabit bir şekilde sürdürebilme yeteneği olarak tanımlamıştır.

Statik dengede vücut ağırlığının merkezinden inen vektörün destek alanının merkezinden geçmesi kişinin ayakta durabilmesini sağlamaktadır. Sagittal düzlemde bu vektör kafada kulak kanalının, karında dördüncü lumbal vertebranın ve dizin önünden, kalçanın ise arkasından geçerek ayak bileğinin 3-3,5 cm önüne iner (86). Frontal düzlemde destek alanı merkezi, orta hattın 6 mm kadar sağına kayar. Bu durumda dengenin sağlanması için vücudun bazı bölgelerinde yük taşıma oranında ve eklem açılarında farklılıklar meydana gelir. Sağ bacağa binen yük artar, femur boynundaki 120º varus açısı, dizdeki 5-7º valgus açısı ve ayakların 7º dışa dönük durması sayesinde destek alanında genişleme olur ve denge sağlanır (87).

Statik dengenin korunabilmesi için propriyosepsiyon duyusu birincil, görsel ve vestibüler sistemler ikincil derecede rol alırlar. Eğri bir zeminde ise görsel ve vestibüler sistemler dengenin sağlanmasında temel rolü üstlenirler (88). Statik dengenin sağlanmasında en önemli kas soleustur. Ayakta dik duruşta, kalça ve diz eklemlerinin pasif stabilitesi sayesinde bu eklemlerde dengeyi korumak için kas aktivitesi gerekmezken, ayak bileği ekleminde soleus kası aktivitesi şarttır (86).

2.3.2.2. Dinamik Denge

Dinamik denge bazı hareketlerde veya sabit olmayan yüzeylerde dengenin sağlanması ya da sürdürülmesi olarak tanımlanmaktadır (81). Nichols et al. (84) ise dinamik dengenin tanımını vücutta etkili olan dış kuvvetlerin kas ve eklem çevresi yumuşak dokular tarafından nötralize edilmesi olarak yapmıştır.

Dinamik denge, ayakta durma ve yürüme gibi birçok günlük aktivitenin sağlanmasında önemli bir rol oynarken, karmaşık hareketlerde becerinin sergilenmesi ve sportif performansı artırmak için de son derece gerekli bir unsurdur. Kişi hareket halinde iken denge kontrolü dinamiktir. Bu yüzden dinamik denge, statik dengeye göre daha kompleks bir mekanizmaya sahiptir (89).

Statik ve dinamik dengeyi etkileyen en önemli 3 faktör ağırlık merkezinin yüksekliği, destek yüzeyinin genişliği ve ağırlığın merkezidir.

- *Ağırlık merkezinin yüksekliği:* Ağırlık merkezi destek yüzeyine yaklaştıkça denge artmakta, uzaklaştıkça dengede bozulma meydana gelmektedir.
- *Destek yüzeyinin genişliği:* Yüzeye temas eden destek yüzeyinin alanı ne kadar geniş olursa denge o kadar iyi olmaktadır.
- *Ağırlık merkezi:* Destek yüzeyi merkezi ile ağırlık merkezi yüzeyi birbirine ne kadar yakınsa, denge o kadar iyi sağlanmaktadır (90).

2.3.3. Dengeyi Etkileyen Faktörler

Yaş: Denge performansını değerlendirmede birey farklılıkların göz önüne alınarak yorumlanması önemlidir. Bireysel farklılıklar yaşa bağlı olarak gelişir ki bu günlük yaşam içerisinde çoğu zaman yapılan aktivitelerin dengenin gelişimi ya da korunması için yeterli olmadığı görüşüyle açıklanabilir. Dengeyi etkileyen bir unsurda yaşa bağlı olarak fiziksel involution (biyolojik dejenerasyon) yani fiziksel bilginin alınması ve işlenmesindeki süreçteki aksaklıklardır. Ancak bu süreç ilerleyen yaşlarda antrenman yaparak yavaşlatılabilir (91).

Kilo: Vücut ağırlığının artması denge performansında düşmelere neden olan etkenlerden birisidir (91).

Düzenli Egzersiz: Yapılan çalışmalar spor yapan kişilerin spor yapmayanlara göre daha iyi denge performansına sahip olduklarını söylemektedir. Özellikle spor yapan yaşlıların spor yapmayan gençlere göre daha iyi denge performansı sergilemeleri spor yapmanın denge üzerindeki etkisinin yaştan bağımsız olarak incelenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır (92).

Spor Yaşı: Spor yaşı fazla olan kişilerde motorik özellikler ve koordinasyonun daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Spor yaşının artmasının dengeyi olumlu etkilediği ve postüral sistemi de geliştirdiği belirlenmiştir (92).

Etkilenme Boyutu: Dengeyi etkileyen faktörlerin etkinlik düzeyi bireyden bireye farklılıklar gösterebilmektedir (92).

Eklem Rahatsızlıkları: Ağrı kas sistemini oldukça yoğun bir biçimde etkiler ve dengede bozulmalar meydana gelir. Eklem iltihaplarında (artroz) meydana gelen ağrılar da dengeyi olumsuz etkiler (92).

Yorgunluk ve Madde Kullanımı: Yorgunluk motor koordinasyon eksikliklerinde merkezi sinir yapısını etkileyerek dengenin bozulmasında sorumludur. Ayrıca alkol, nikotin, uyku eksikliği ve çeşitli ilaçlar merkezi sinir sisteminin uyarılma seviyesini etkiler ve değiştirir. Bu süreçte doğrudan sinir-kas yapınsının performansını etkiler (92).

Anaerobik Sistem: Anaerobik enerji sisteminin baskın olarak kullanıldığı sporların denge performansını daha fazla etkilendiği tespit edilmiştir (92).

Motivasyon ve Konsantrasyon: Yüksek motivasyon, dikkat ve konsantrasyonun denge performansını artırdığı belirlenmiştir. Günlük form grafiği, ruh hali ve heyecan gibi içsel sebepler ile gürültü, ısı, görsel ya da dokunarak yapılan yönlendirmeler dengeyi etkilemektedir (92).

2.3.4. Propriyosepsiyon Duyusu ve Denge

Türkçe anlamı tek başına, kendi başına olan Latince proprius kelimesinden türemiş propriyosepsiyon, vücut pozisyonunun iletme, alınan bilgiyi yorumlama ve postür ile hareketi sağlayacak uyarıya istemli veya istemsiz yanıt oluşturma becerisidir. Yunanlı filozof Aristotelesin ilk olarak beş duyuyu tanımlaması ile başlayan duyuların tarihçesi daha sonra birçok bilim adamının ilgisini çekmiştir. Sir Charles Bell propriyosepsiyonu 6. duyu olarak tanımlamıştır (93). Propriyosepsiyon sistemi vücut bölümlerinin nerede ve nasıl hareket ettikleriyle ilgili bilgi verir. Vücudun kas, eklem, cilt ve tendon reseptörlerinden alınan uyarılar merkezi sinir sistemini propriyoseptör bölgelerince algılanır yorumlandıktan sonra gerekli efferent eksitatör veya inhibitör yanıtlar yollanır (94). Kas ve eklemlerin durumu ile ilgili bilgiler merkezi sinir sisteminde yorumlandıktan sonra hareketleri nasıl ve ne türlü yapacağımız eklem ve kaslara

bildirilir. Kişinin eklem ve kas hareketlerinin istenilen şekilde ve sağlıklı olarak yapabilmesi için gelişmiş bir propriyosepsiyon duygusuna sahip olması gerekmektedir (95,96). Vücudumuzun pozisyonunu eklemlerimize bakmadan bilmemizi ve ayakta dururken dengemizi korumamızı sağlayan propriyosepsiyon duyusudur. Propriyosepsiyon duyusu sportif aktivitilerde önemli yer tutmaktadır. Çünkü sportif performansın önemli belirleyicilerinden olan denge, çeviklik, ani yön değiştirme hareketleri propriyosepsiyon duyusu sayesinde gerçekleşmektedir (96,97). Propriyosepsiyon duyusu istemli veya istemsiz olmak üzere iki şekilde incelenmektedir (98). İstemli propriyosepsiyon fiziksel aktivite ve mesleki yeteneklerde uygun ve gerekli olan eklem hareketinin gerçekleşmesini sağlar. Ayrıca istemli propriyosepsiyon sportif aktivite ve günlük yaşamda yürüyüş, koşma sıçrama gibi temel hareketlerin fonksiyonlarını düzenler ve davranışsal hareketlerin düzenli ve kusursuz yapılmasını sağlar. İstemsiz propriyosepsiyon ise kas hareketini kontrol eder ve kas tarafından alınan iletilerle eklemlerin refleksif olarak dengelenmesini başlatır (99,100). Propriyosepsiyon vücut hareketi esnasında kassal refleks ve dengenin nöromuskular kontrolü ile alakalıdır (101). Propriyoseptif duyusu ve denge birbiri ile paralel olarak artıp azalmaktadır. Denge mekanizmasında en önemli etken vücut duyusu propriyosepsiyondur (93). Bu sistemin duyu organları tendon, kas ve tendonun yapıştığı kemiklerde bulunmaktadır. Denge vestibüler, görsel, motor ve propriyoseptif yapıların tamamı ile sağlanmakta olup, bu yapılardan herhangi birisinin bozulması ya da yetersizliği durumunda olumsuz olarak etkilenir (102).

2.3.4.1. Vücut Duyu Sistemi (Somatosensoriyel Sistem)

Somatosensoriyel sistem eklem hareket, basınç, dokunma ve ağrı gibi duyusal uyarıları alır. Eklemin çevresinde bulunan kas-tendon reseptörlerinden kasda meydana gelen gerilim ve boyut değişiklikleri ile eklemdeki hareket ve pozisyona dair bilgiler bu sistem aracılığı ile alınıp merkezi sinir sistemine iletilir (103). Somatosensoriyel sistem vücudun birçok bölümünden gelen uyarılara cevap verdiğinden birçok reseptör türü kullanır. Denge esnasında kas, eklem ve tendon reseptörleri en az deri reseptörleri kadar önemliyken vücudun yüzeysel uyarılarında basınç, kuvvet ve titreşim ile ilgili belirleyiciler olan mekanoreseptörler kullanılır (104). Sensoriyomotor sistem duyusal uyarıların alınıp nöron sinyale dönüşümü, buradan merkezi sistemine iletilmesi, merkezi

sinir sisteminde sinyalin işlenip hareketin yapılması ve eklem stabilizasyonunun sağlanması ile ilişkilidir (105).

2.3.4.2. Görsel Sistem (Visual Sistem)

Görsel uyarılar vücudun uzay boşluğundaki yerinin ayarlanmasını sağlar (103). Bu sisteme afferent propriyoseptif organlar da denilebilir. Motor kontrol için gerekli olan bilgiler bu organlar ve dolayısıyla bu organlarla ilişkili olan reseptörlerle sağlanır (103). Görsel uyarıların alınmasında meydana gelen bozukluklar dengeyi olumsuz yönde etkilemektedir (106). Görme sistemi özellikle destek yüzeyinin sabit olmadığı yerlerde dengenin sağlanmasında önemli bir etkendir (107). Görsel veriler çevrede var olan maddelerin pozisyonları ve başın hareketine göre durum raporu verir. Görsel veriler denge mekanizmasının sağlanması ve korunmasında önemli bilgiler verirken dengenin korunması ve sağlanması için temel şartlardan birisi değildir. Gözlerimizin kapalı olduğu veya karanlık bir yerde olduğumuzda dengemizi koruyabilmemiz bunun kanıtıdır (78,108). Buna karşın çocuklar üzerinde yapılan çalışmalarda görme bozukluğunun denge ve postür bozukluğuna neden olduğunu söylenmektedir (109). Ayrıca görme engelli çocukların yavaş ve statik hareketlere yönlenmelerinin sebebi denge ve postür bozukluğundan kaynaklı olarak düşünülmektedir (110).

2.3.4.3. İşitsel Sistem (Vestibüler Sistem)

Kulağın yapısı incelendiğinde dış, orta ve iç kulağın kohleası işitme ile ilgiliyken iç kulaktaki yarım daire kanalları sakkulus ve itrikul denge ile ilişkilidir (78). Sakkulus ve itrikulus makulalarında bulunan tüy hücrelerinin farklı yönlere yönelmiş olmaları başın farklı pozisyonlarda farklı hücrelerin uyarılması bakımından önemlidir. Farklı çeşitteki tüy hücrelerinin uyarılmaları başın pozisyonunu sinir sistemine bildirir. Baş dikey pozisyonda iken vestibüler sistemin dengeyi koruma özelliği son derece fonksiyonelken vücudun öne doğru hafifçe eğilmesiyle dengede bozulmalar meydana gelir. Vücudun dikey pozisyonu bozuldukça vestibüler duyu ile başın oryantasyonunu tespit etme durumu giderek zayıflar. Vestibüler sistem görme, işitme ve kassal sistemler gibi birçok yapıdan gelen bilgiler ile birlikte çalışır. Vestibüler sistemin bozulması veya kısa süreli devre dışı kalması hareketler esnasında uyumsuzluk, yürüyüş sırasında dengenin

bozulması, korku, panik, kalp hızı ve kan basıncında değişiklik gibi problemlere yol açmaktadır (24,78).

Denge yapısı iç kulakta bulunan vestibüler sisteme aittir. Ancak denge birçok yapının bir arada çalışmasıyla sağlandığından tek bir organa bağlı değildir. Denge eklem, kas, meddulla spinalis, serebellum ve serebrum içindeki propriyoseptörler, göz ve iç kulaktaki vestibüler sistemin bir arada çalışmasıyla sağlanmaktadır. Ayrıca denge bu sistemler dışında, motivasyon ve dikkat gibi psikolojik durumlardan da etkilenir (111).

Kısaca görme sistemi başın oryantasyonunu ve çevredeki nesnelerin konumunu belirtirken, duyusal sistem başın yer çekimsel, doğrusal ve açısal ivmelerini ölçer. Fakat dışsal objelerle ilgili bilgileri vermez. Ayrıca duyusal veriler vücut bölümlerinin diğer bölümlerle ilişkisi ve destek yüzeyi ile olan oryantasyonu hakkında bilgi sağlar (78,112).

Tablo 2.2. Dengeyi Sağlamak İçin Duyulardan Yararlanma (78,112).

Duyu	**Kaynak**	**Kullanılması tercih edilen durumlar**	**Kullanılmasını olumsuz etkileyen durumlar**
Somatosensoriyel sistem	Destek yüzeyi	Sabit destek yüzeyi	Düzensiz ve hareketli destek
Görsel sistem	Çevredeki nesneler	Görülebilir sabit çevre ve düzensiz veya hareketli destek	Hareketli çevre ve karanlık
Vestibüler sistem	Yerçekimi ve uzay	Düzensiz ve hareketli destek ve hareket eden çevre veya karanlık	Alışılmayan hareket ve çevre

2.3.5. Dengenin Spordaki Önemi

Bir hareketin devam ettirilmesi için denge ve vücut pozisyonunu korumak gerekmektedir. Dengeye günlük yaşamda olduğu gibi spor aktivitelerinde de ihtiyaç duyulmaktadır (113).

Sporda becerilerin sergilenmesi ve yüksek performansın oluşumunda denge önemli bir yer tutmaktadır (107). Sporun temel hareketlerinden olan ani yön değiştirme, tutma, atma, itme, durma, başlama gibi hareketlerin yapılmasında denge belirleyici bir etkendir (98,114). Dengenin korunamaması ya da vücut pozisyonunun devamının sağlanamaması gibi durumlarda sporcu beklenen performansı ortaya koyamadığı gibi yaralanma tehlikesiyle de karşı karşıya kalmaktadır (7).

Yapılan spor branşına göre farklı seviyelerde denge becerisine ihtiyaç duyulmaktadır (7). Yapılan çalışmalarda sportif becerisinin sergilenmesinde denge performansının önemli olduğu, sporcular arasında yapılacak performans sınıflandırılmalarında dengenin belirleyici bir etken olarak kullanılabileceği belirtilmiştir. Ayrıca denge performansının motor sistemlerin gelişmesinde belirleyici bir faktör olduğu ortaya koyulmuştur (78).

Denge becerisi spor yaşı ile yakından ilişkilidir (115,116,117). Paillard and Noe (116) yaptıkları çalışmada futbol ve basketbolcuların elitlik seviyeleri ve spor yaşları ile denge performansının birbirine paralelel olarak artığını belirtmiştir.

Yapılan çalışmalar dinamik denge ve postüral kontrolün performans sporlarında başarı için şart olduğunu ortaya koymuştur (118,119).

Fiziksel aktivitenin sürdürülebilmesi için dengeyi bozan içsel ve dışsal durumlara karşı dengenin korunması gerekmektedir. Bu görevin en az efor ile gerçekleştirilebilmesi sensör (somatosensör, görsel ve vestibular) ve motor sistemin oldukça kompleks bağlantısını gerektiren postüral kontrol sisteminin devreye girmesi ile karşılanabilir. Postüral kontrol, dinamik sensör-motor sürecin etkileşimine dayanan kompleks motor bir beceridir ve denge fonksiyonu verilen görev doğrultusunda postüral kontrol altındaki tüm sistemlerin etkili kullanımını gerektirmektedir (120).

Postüral düzenleme görsel, vestibüler ve propriyoseptif sistemlerin afferent bilgilerinin bir arada kullanılarak elde edilen bir süreçtir. Fiziksel aktiviteler somatosensor ve otolit bilgiyi kullanma yeteneğini arttırır. Bu durum spor yapan kişilerin postüral kontrollerini geliştirir (121). Spor branşlarının gereksinimlerine göre farklı postüral adaptasyonlar gelişmektedir. Örnek olarak, judo branşında somatosensör sistemden, dans branşında ise görsel sistemden elde edilen bilgiye daha fazla ihtiyaç duyulmaktadır (117). Elit sporcularda postüral görev zorluğunun artması durumunda postüral kontrolü düzenlemek için ekstra bir çaba gerekmemesine karşın sedanterlerde ve elit olmayan sporcularda ekstra bir gayrete ihtiyaç vardır. Ancak elit sporcu olmayan bireyin postüral salınımındaki artışı düzenleyebilmesi için ekstra çaba göstermesi gerekmektedir. Bu durum, propriyosepsiyon, görsel ve vestibüler bilginin elit sporcularda farklı şekilde kullanıldığını ve farklı kontrol mekanizması geliştirildiğini bu sayede denge performansının korunup hareketin devamlılığının sağlandığını ortaya koymaktadır (121).

2.4. Bacak Hacmi ve Bacak Kütlesi

Hacim ve kütle cisimlerin en temel özelliklerindendir. Hacim, bir maddenin uzayda kapladığı yer, kütle ise bir cismin içerisindeki madde miktarının ölçüsü olarak ifade edilir. “V” harfi ile gösterilen hacim genel olarak; uzunluk, genişlik ve yükseklik ölçümü gerektirir. Hacim birimleri uzunluk birimlerinden türetilebilir. Metreküp (m^3) bir hacim ölçüsüdür. Ancak çok büyük bir hacim ölçüsü olmasından dolayı pratikte litre (L) gibi daha küçük hacim ölçüleri kullanılmaktadır (122). Bütün maddelerin ortak özelliği olan kütle “m” harfi ile gösterilir, birimi ise kilogram (kg) ve gram (g)’dır (123).

Ekstremite hacimlerini belirlemede farklı ölçüm yöntemleri kullanılmaktadır. Hacim ölçümleri su taşırma yöntemi ile direkt ölçülebilirken çevresel ölçümlere dayalı olarak indirekt yöntemlerle de hesaplanabilmektedir (124). Su taşırma yöntemi Arşimet Prensibi göz önüne alarak yapılmıştır. Bu yöntem su dolu tankın içine batırılan bir cismin hacmi taşırılan suyun hacmi ile eşittir düşüncesine dayanmaktadır. Su taşırma yöntemi dışında tomografi ölçümleri, xray yöntemi, ultrasonografi, manyetik rezonans

görüntüleme yöntemleri de hacim bulmada kullanılmaktadır. Fakat maliyetli bir ölçüm olan su taşırma yönteminden bile daha pahalı ölçüm metodlarıdır. Hacim belirlemede geçerliliği, kolaylığı, tekrar edilebilme özelliği ve maliyeti bakımından çevresel yöntemlerle hesaplama en basit ve tercih edilen yöntemdir (125,126).

Kuvvet kasın kesit alanın artması ile doğru orantılı olarak gelişim göstermektedir (13). Kas kütlesi, uygulanabilen güç miktarı (14) ve kuvveti etkileyen bir unsurdur (15). Kas kütlesinin büyüklüğü uygulanabilen güç ve kuvvet ile doğru orantıda azalıp artmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken kasın fibril yapısı ve kası oluşturan yapıların özellikleridir (13). İskelet kasları yapılan aktivitenin çeşitine bağlı olarak yüksek düzeyde fiziksel ve fizyolojik uyum gösterme özelliğine sahip bir dokudur. Dayanıklılık tarzında yapılan aktiviteler mitkondriyal ve kapiller damar yoğunluğunu artırmakta fakat kas hacminde çok az değişim yapmakta ya da hiçbir değişim meydana getirmemektedir. Güç gerektiren aktivitelerde ise kas hacminde artış meydana gelmekte buna bağlı olarak da kuvvette iyileşme olmaktadır (13). Tip II kas lifine sahip olan kişilerde antrenmanla hacim artışı daha fazla olmaktadır (127).

Yağsız vücut kütlesindeki artış izokinetik bacak kuvveti üzerinde bir etkendir (17). Kas kütlesinin, kas hacminin, kas yüzdesinin ve kas lifleri oranlarının düşük olması, kas kesit alanın dar olması, yağlı dokuların fazlalığı bacak bölgesini oluşturan kasların kuvvet performansını olumsuz yönde etkilemektedir (16,17,18). Öskan (128) bacak hacim ve kütlesinin, anaerobik güç ve bacak kuvvet performansını etkileyen önemli faktörler olduğunu belirtmiştir. Akagi et al. (129) çalışmalarında izokinetik bacak kuvveti ile kas hacmi ve bacak kas kesit alanı arasında ilişki olduğunu söylemiştir. İbiş ve ark. (130) bacak hacmi ve bacak kütlesindeki artışın kasın enine kesit alanının artmasına bağlı olarak kuvvet performansını iyileştirdiğini bu durumunda denge performansını artırdığını belirtmiştir. Yapılan çalışmalar yağsız bacak hacmi, bacak kas hacmi, uyluk ve baldır çevresindeki artışın anaerobik güç ve kapasitesinde iyileştirme meydana getirdiğini bu durumun bacak kas kütlesi ve kas lifin fazla oluşuna bağlı kuvvet ve gücün yüksekliği ile ilişkili olabileceğini belirtilmiştir (128).

Martin et al. (131) erkek ve kız öğrenciler üzerinde yaptığı çalışmada bacak kuvvetinin 14 yaşına kadar cinsiyetlere bağlı olmadığını, kızlarda bacak hacminin bacak

kuvvetindeki farklılığın belirleyicisi olduğunu, erkeklerde ise yaşın kuvvet üzerinde etkili olduğunu belirtmiştir. Yapılan bir çalışma daha fazla bacak hacmine ve kütlesine sahip olan sporcuların daha yüksek kuvvet ve anaerobik performans değerlerine sahip olduğunu göstermektedir (132).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Gereç

Çalışmaya 2015-2016 Futbol Sezonu TFF Spor Toto 3. Lig 1. Grup takımlarından Kozanspor ve Erzinspor'da aktif olarak futbol oynayan toplam 40 gönüllü profesyonel futbolcu katılmıştır. Çalışma öncesinde sporcuların her birine çalışma ile ilgili ayrıntılı bilgi verilip, karşılaşılabilecek risk ve rahatsızlıkları içeren bilgilendirilmiş onam formu imzalatılmıştır (Ek 1). Testler futbolcuların izin günlerinde uygulanmış, futbolculardan testler öncesi 24 saat içerisinde herhangi bir sportif aktiviteye katılmamaları istenmiştir. Çalışmanın yapılabilmesi için Erciyes Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan izin alınmıştır (Ek 2).

3.2. Veri Toplama Araçları

Çalışmaya katılan futbolcuların boy uzunlukları ± 0.01 mm hassasiyetle ölçüm yapan stadiometre ile vücut ağırlığı ölçümleri ±0.1 kg hassasiyetle ölçüm yapan vücut analiz sistemi (Tanita BC-418 Segmental, Tokyo, Japan) ile ölçülmüştür. Deri kıvrım kalınlığı ölçümleri skinfold kaliper (Holtain LTD, İngiltere) ile, çevre ölçümleri Gulick antropometrik mezura (Holtain LTD, İngiltere) ile, çap ölçümleri ise harpenden kaliper (Holtain LTD, İngiltere) ile belirlenmiştir (Şekil 3.1). Çalışmaya katılan futbolcuların denge ölçümleri izokinetik denge sistemi (Biodex, Inc, Shirley, New York) kullanılarak (Şekil 3.2), bacak kuvvetleri ise izokinetik kuvvet sistemi (Biodex 3 Pro Medical System NY, Shirley) aracılığı ile ölçülmüştür (Şekil 3.3).



Şekil 3.1. Antropometrik Ölçüm Araçları



Şekil 3.2. İzokinetik Denge Sistemi



Şekil 3.3. İzokinetik Dinamometre

3.3. Yöntem

Çalışmaya katılan futbolcuların ilk gün izokinetik bacak kuvvetleri, ikinci gün denge performansları, üçüncü gün antropometrik ölçümleri (boy, vücut ağırlığı, deri kıvrım kalınlığı, çevre-çap ölçümleri) ve çevresel ölçüm yöntemiyle bacak hacim-kütle ölçümleri alınmıştır.

3.3.1. Vücut Kompozisyon Ölçümleri

Çalışmaya katılan futbolcuların boy uzunlukları; anatomik duruşta, çıplak ayak, ayak topukları birleşik, nefesini tutmuş, baş frontal düzlemde, baş üstü tablası verteks noktasına değecek şekilde pozisyon alındıktan sonra ±0.1 santimetre (cm) hassasiyetle boy ve vücut ağırlığı ölçme cihazı (Seca, Almanya) ile ölçülmüştür. Vücut kompozisyon değerleri (vücut ağırlığı, total yağ oranı yüzdesi, vücut kütle indeksi) futbolcunun üzerinde hiçbir metal bulunmayacak şekilde yalnız şort ve tişört varken yalın ayak bioimpedans yöntemi (Tanita BC-418 Segmental, Tokyo, Japan) ile ölçülmüştür.

3.3.1.1. Deri Kıvrım Kalınlığı Ölçümleri

Futbolcuların deri kıvrım kalınlığı ölçümleri triseps, subskapula, suprailiak ve calf bölgelerinden skinfold kaliper (Holtain LTD, İngiltere) ile yapılmıştır. Ölçümler sporcuların sağ tarafından iki kez alınmış iki ölçümün ortalaması sonuç olarak kaydedilmiştir. Deri kıvrım kalınlıklarının ölçümünde başparmak ile işaret parmağı arasındaki deri altı yağ tabakası kalınlığı kas dokusundan ayrılacak kadar hafifçe yukarı çekilmiştir. Kaliper parmaklardan yaklaşık 1 cm uzağa yerleştirilmiştir ve tutulan deri altı yağ tabakası kalınlığı kaliper üzerindeki göstergeden 2-3 sn içinde okunarak mm cinsinden kaydedilmiştir (133) (Şekil 3.6).



Şekil 3.4. Skinfold Kaliper İle Deri Kıvrım Kalınlığı Ölçümleri

Triceps Deri Kıvrım Kalınlığı

Sağ dirsek 90º'lik açıya getirilerek kolun posterior yüzünde akromion çıkıntısı ile olekranın çıkıntısı arasındaki mesafe mezura ile ölçülmüş ve orta noktası işaretlenmiştir. Daha sonra bu orta noktadan ölçüm Harrison et al. (133) önerdiği şekilde kolun eksenine paralel olarak yapılmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.5. Triceps Deri Kıvrımı Kalınlığı Ölçümü

Subscapular (Kürek Kemiği) Deri Kıvrım Kalınlığı

Sol elin başparmak, işaret ve orta parmakları ile kürek kemiğinin hemen altından, deri kıvrımının doğal yönelimine uyarak (deri kıvrımının doğal yönelimi vücudun dikey eksenine yaklaşık 45°'lik açı yaparak uzanır) deri ve deri altı yağ tabakası kaldırılarak deri kıvrımı ölçümü Harrison et al. (133) önerdiği şekilde yapılmıştır (Şekil 3.8).



Şekil 3.6. Subscapular Deri Kıvrım Kalınlığı Ölçümü

Suprailiak Deri Kıvrımı Kalınlığı

Sporcu ayakları bitişik dik duruşta, kolları yanlara serbestçe sarkıtılmış durumdayken iliak krestin üstünden aksilla çizgisi üzerinden çapraz olarak ölçüm Harrison et al. (133) önerdiği şekilde yapılmıştır (Şekil 3.9).



Şekil 3.7. Suprailiak Deri Kıvrım Kalınlığı Ölçümü

Calf Deri Kıvrım Kalınlığı

Sağ baldırın en geniş bölgesinin medialindeki deri ve yağ dokusu tutularak ölçüm alınmıştır (126). Daha sonra bu orta noktadan ölçüm Harrison et al. (133) önerdiği şekilde baldırın eksenine paralel olarak yapılmıştır (Şekil 3.10).



Şekil 3.8. Calf Deri Kıvrım Kalınlığı Ölçümü

3.3.1.2. Çevre Ölçümleri

Çevre ölçümleri fleksiyonda biseps ve baldır bölgelerinden Gulick antropometrik mezura (Holtain, UK) kullanılarak ±1 mm hata payı ile futbolcuların sağ tarafından yapılmıştır. Çevre ölçümlerinde, mezuranın "0" ucu sol elde, diğer tarafı sağ elde olmak üzere bölgelere sarılmıştır ve "0" noktası üzerine gelen rakam test formuna kayıt edilmiştir (133).

Fleksiyonda Biseps Çevresi

Sporcu ayakta kol kasılmadan dirsek 90^0'de ve humerus yere paralel konuma getirilmiş durumda bisepsin en geniş ölçüm verdiği yerden 0.1 cm doğrulukla yapılmıştır (134) (Şekil 3.11).



Şekil 3.9. Biseps Çevre Ölçümü

Baldır Çevresi

Sporcu ayakta, bacaklar omuz genişliğinde açık bir duruşta baldırın en geniş çevre ölçümü verdiği yerden 0.1 cm doğrulukla yapılmıştır (134) (Şekil 3.12).



Şekil 3.10. Baldır Çevre Ölçümü

3.3.1.3. Çap Ölçümleri

Çap ölçümleri humerus ile femur epikondillerinden Harpenden kaliper (Holtain, UK) kullanılarak ±1 mm hata payı ile ölçülmüştür. Ölçüm yapılmadan önce, uygun noktalar parmakla tespit edilmiştir ve kaliperin ucu mümkün olduğu kadar çok basınç uygulayacak şekilde kullanılmıştır.

Humerus Epikondil

Dirsek açısı 90º fleksiyonda ve humerus yere paralel iken, humerusun medial ve lateral epikondilleri arasında kalan genişlik 0.1 cm doğrulukla ölçülmüştür (135) (Şekil 3.13).



Şekil 3.11. Humerus Epikondil Çap Ölçümü

Femur Epikondiller

Diz açısı 90º fleksiyonda ve sporcu oturma pozisyonunda iken femurun medial ve lateral epikondilleri arasında kalan genişlik 0.1 cm doğrulukla ölçülmüştür (135) (Şekil 3.14).



Şekil 3.12. Femur Epikondil Çap Ölçümü

3.3.1.4. Somatotip Değerlendirilmesi

Sporcuların somatotip değerleri Heath Carter somatotip yöntemiyle belirlenmiştir. Bu yönteme göre sporcuların vücut ağırlığı, boy uzunluğu, fleksiyonda biseps ve baldır çevresi, humerus ve femur çap ölçümleri ile triseps, subskapula, suprailiak ve baldır deri kıvrım kalınlıkları kullanılarak somatotip değerleri aşağıdaki formüller ile belirlenmiştir (136,137).

Endomorfinin hesaplanması

A= Triceps + Subskapular + Suprailiak

B= (170.18 / boy) (Boya göre düzeltme için katsayı)

Düzeltilmiş toplam X = A.B

$$\text{Endomorfi} = -0.7182 + 0.1451\,(X) - 0.00068\,(X^2) + 0.0000014\,(X^3)$$

Mezomorfinin hesaplanması

H = Humerus epikoldil (cm)

F = Femur epikondil (cm)

BÇ = Biseps çevre – (triseps deri kıvrımı/10) (mm)

CÇ = Baldır çevresi (baldır deri kıvrımı/10) (mm)

B = Boy uzunluğu (cm)

$$\text{Mezomorfi} = 0.858H + 0.601F + 0.188BÇ + 0.161CÇ - 0.131B + 4.5$$

Ektomorfinin hesaplanması

Boy cm ve ağırlık kg olarak kaydedilir.

Boy ağırlığın küp köküne bölünerek ponderal indeks (PI) hesaplanır.

RPI= Boy/ağırlık (1/3)

Ektomorfi, ponderal indeks değerine göre aşağıdaki formüllerden biri kullanılarak hesaplanır.

Eğer RPI ≥ 40.75 ise,	Ektomorfi=	0.732×RPI - 28.58
Eğer 38.25 < PI < 40.75,	Ektomorfi=	0.463×RPI - 17.63
Eğer RPI ≤ 38.25,	Ektomorfi=	0.1

3.3.2. Hacim ve Kütle Ölçümleri

Bacak Hacminin Hesaplanması

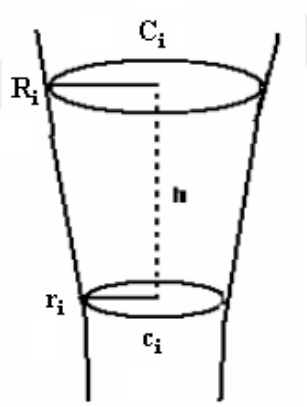
Bacak hacmini belirlemek için uyluk, baldır ve ayaktan gerekli ölçümler alınmıştır. Uyluk hacmini bulmak için tibial nokta ile inguinal katlantı arasındaki uzaklık belirlenmiş bu uzunluk % 10 aralıklarla ölçüldükten sonra Frustum işaret model yönteminin tanımladığı gibi önce % 10'luk aralıklarla alınan parçaların hacimleri (Formül 1) daha sonra tüm parçaların hacimleri toplanarak uyluk toplam hacmi hesaplanmıştır (Formül 2). Baldır hacmini bulmak için, tibial nokta ile medial malleolus noktası arasındaki uzaklık belirlenmiş bu uzunluk % 10 aralıklarla ölçüldükten sonra

Frustum işaret model yönteminin tanımladığı gibi önce % 10'luk aralıklarla alınan parçaların hacimleri (Formül 1) daha sonra tüm parçaların hacimleri toplanarak baldırın toplam hacmi hesaplanmıştır (Formül 3). Ayak hacminin belirlenmesi için ise medial malleolus ile tüm ayak belirlenmiştir (132,138).

$$R_i = \frac{C_i}{2\pi}, \qquad r_i = \frac{c_i}{2\pi} \qquad \textbf{(1)}$$

$$V_u = \sum_{i=1}^{10} \frac{\pi}{3} h(R_i^2 + R_i r_i + r_i^2) \qquad \textbf{(2)}$$

$$V_b = \sum_{i=1}^{10} \frac{\pi}{3} h(R_i^2 + R_i r_i + r_i^2) \qquad \textbf{(3)}$$



Şekil 3.13. Bacak Hacminin Hesaplanması

V_u = Uyluk hacmi

V_b = Baldır hacmi

R_i = % 10'luk parçanın geniş kısmının yarı çapı

r_i = % 10'luk parçanın dar kısmının yarı çapı

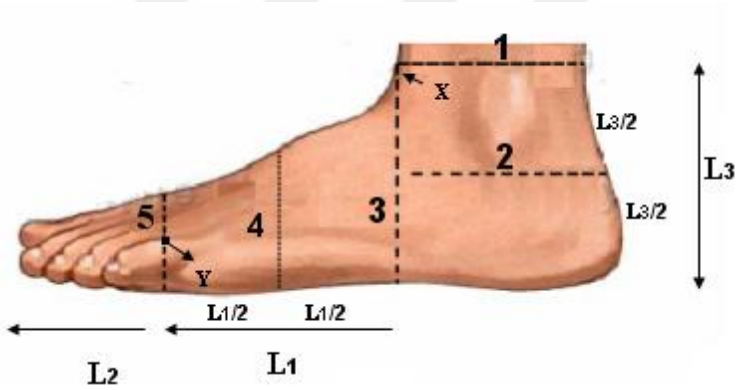
C_i = % 10'luk parçanın geniş kısmının çapı

c_i = % 10'luk parçanın dar kısmının çapı

h = % 10'luk parçanın geniş kısmı ile dar kısmı arasındaki mesafe

Ayak Hacminin Hesaplanması

Her kısımdaki enine kesit alanının (Si) eliptik alan hesabı formül 4 ile hesaplanırken ardışık kısımlarda sınırlanmış bölgeler içeren hacimler ise Frustum modeli kullanılarak hesaplanmıştır. Ayak hacmi hesaplanırken hi, i+1 mesafesi arka arkaya gelen kısımların arasındaki mesafe; (Formül 5) 1 nolu çizgiden ayak tabanının altına kadar yükseklik (h) değeri ayaktan ayağa değişen L3/2'dir. 3. kısmından 4. kısmına kadar h değeri ise ayaktan ayağa değişen L1/2'dir. 5. kısmın hacmi eliptik parabolik formül 6 ile hesaplanırken, toplam ayak hacmi ise tüm kısımların hacimleri toplanarak hesaplanmıştır (Formül 6) (132,139).



Şekil 3.14. Ayak Hacminin Hesaplanması

$$S_i = \prod W_i D_i / 4 \quad \textbf{(4)}$$

$$V_i = (h_{i,I+1}/3)\{S_i + S_{i+1} + (S_i S_{i+1})^{1/2}\} \quad \textbf{(5)}$$

$$V_5 = \prod L_2 W_5 D_5 / 8 \quad \textbf{(6)}$$

S_i = Enine kesit alanı
W_i = Maksimum genişlik
D_i = Maksimum derinlik
V_i = Hacim
h_i = Yükseklik
V_5 = Toplam ayak hacmi

Ayak hacmi ayak tabanı ile medial malleolus noktası arasındaki gerekli çizimler yapılarak tanımladığı gibi yukarıda ifade edildiği şekilde parçaların hacimleri hesaplanmış daha sonra tüm parçaların hacimleri toplanmış ve ayağın toplam hacmi hesaplanmıştır (Formül 7).

V_a = V1+ V2 +V3 +V4+V5

V_a = Ayak hacmi

V_1 = Birinci bölge hacmi

V_2 = İkinci bölge hacmi **(7)**

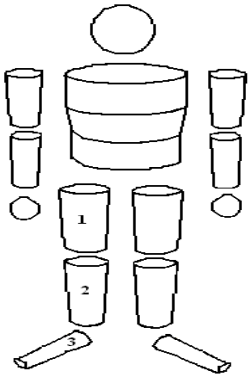
V_3 = Üçüncü bölge hacmi

V_4 = Dördüncü bölge hacmi

V_5 = Beşinci bölge hacmi

Bacak Kütlesinin Hesaplanması

Bacak kütlesinin hesaplanması için uyluk, baldır ve ayak ölçümleri alınmıştır. Uyluk bölgesi için tibial nokta ile inguinal katlantı arasındaki uzaklık belirlenmiş, baldır bölgesi için, tibial nokta ile medial malleolus noktası arasındaki uzaklık belirlenmiş, ayak için ise medial malleolus ile tüm ayak belirlendikten sonra ölçümler Hanavan model yönteminin tanımladığı gibi hesaplama yapılmıştır (132,140).



Şekil 3.15. Hanavan Model Yöntemi

$$m = 0{,}074VA + 0{,}138UÇ - 4{,}641 \quad \textbf{(8)}$$

m = Uyluk kütle
VA = Vücut ağırlığı
UÇ = Uyluğun en geniş çevre ölçümü verdiği yer

$$m = 0{,}135BÇ - 1{,}318 \quad \textbf{(9)}$$

m = Baldır kütle
BÇ = Baldırın en geniş çevre ölçümü verdiği yer

$$m = 0{,}003VA + 0{,}048ABÇ + 0{,}027\ AU - 0{,}869 \quad \textbf{(10)}$$

m = Ayak kütle
VA = Vücut ağırlığı
ABÇ = Ayak bileği çevresi
AU = Ayak uzunluğu

3.3.3. İzokinetik Kuvvet Testi

Çalışmaya katılan futbolcuların alt ekstremite (diz) izokinetik kas kuvvetleri Adana Başkent Kışla Hastanesinde bulunan Biodex marka izokinetik dinamometre (Biodex 3 Pro Medical System NY, Shirley) ile fizyoterapistler tarafından ölçülmüştür. Futbolcular teste başlamadan önce tercihe bağlı olarak bisiklet ergometresi veya koşu bandında 5 dk hafif bir tempoda ısınma ve diz eklemine yönelik 3-4 dakikalık esnetme-gerdirme egzersizleri yapmıştır. Isınma sonrasında futbolcular, ölçüm yapılacak olan izokinetik dinamometreye tek tek alınmıştır. Futbolcuların gövde ve çalışma yapacağı bacak uylukları orta bölümlerinden bantlar yardımıyla koltuğa sabitlenmiştir. Ayrıca test esnasında koltuğun her iki tarafında yer alan kolları tutmak suretiyle kolların serbestliği engellenmiştir. $60°s^{-1}$ ve $180°s^{-1}$ açısal hızlarda 10 tekrar, $300°s^{-1}$ açısal hızda 15 tekrardan oluşan konsantrik-konsantrik izokinetik diz kuvvet testi uygulanmıştır. Her bir açısal hız için futbolculara test öncesi 3 deneme yaptırılmıştır. Aynı test futbolcuların her iki bacağı için uygulanmıştır. Ölçümlerde her iki bacak arasında 3 dk, her açısal hız arasında 60 sn dinlenme süresi verilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.16. İzokinetik Dinamometre İle Kuvvet Ölçümü

3.3.4. İzokinetik Denge Ölçümü

Çalışmada denge ölçümü için Biodex denge sistemi (Biodex, Inc, Shirley, New York) kullanılmıştır. Biodex denge sistemi, futbolcuların sabit durmasının yanı sıra öne-arkaya ve yanlara hareket etmesine olanak sağlayan oynar platform ve futbolcuların tam baş hizasına ayarlanan dokunmatik ve elektronik ana ekrandan oluşmaktadır. Futbolcuların kişisel bilgi girişleri, yapılacak testin çeşiti ve test sonuçları elektronik ana ekran üzerinden yapılmaktadır. Testin başlaması ile ana ekran üzerinde testi uygulayan kişiyi temsil eden bir nokta oluşur. Amaç bu noktayı testi uygulayan kişinin ana ekran üzerinde bulunan dairenin tam merkezinde tutmasıdır. Test sonucunda elde edilen veriler arasından çalışmamızda genel denge indeks skoru kullanılmıştır. Genel denge indeks skorunun yüksek olması denge kaybının fazla olduğunu göstermektedir. "0 derece" olan denge skorları, en iyi dengeyi temsil etmektedir. Platform 1-12 arası hareketlilik derecesine sahiptir. 12. seviye en sabit platform iken, 1. seviye en hareketli platformu oluşturur. Çalışmamızda testler tek ayak, ayakta düz pozisyonda ve gözler açık olarak yapılmıştır. Çalışmamızda denge performansını belirlemek için statik denge ve 2. 5. ve 10. seviye dinamik denge testleri her iki bacakta ayrı olarak uygulanmıştır. Denge testleri süresi 30 sn ve dinlenme araları 15 sn olacak şekilde 3 tekrar olarak yapılmış ve en iyi değer çalışmaya alınmıştır. Testler öncesi sporcuların statik ve dinamik denge testlerine uyum sağlamaları ve tanımaları için 10'ar sn'den oluşan birer tekrar deneme yaptırılmıştır. Katılımcılardan test süresi boyunca hareket etmemeleri ve konuşmamaları istenilmiştir. Dengesini kaybeden katılımcıların testi yeniden başlatılmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.17. İzokinetik Denge Sistemi İle Denge Ölçümü

3.3.5. İstatiksel Analiz

Verilerin ortalama ve standart sapması (Ss) tanımlayıcı istatistik olarak hesaplanmıştır. Verinin normal dağılımı Kolmogorov Smirnov, homejenliği Levene testi ile sınanmıştır. Verinin homojen olduğu ve normal dağılım gösterdiği belirlendikten sonra dominant ve nondominant bacak hacim-kütle, statik-dinamik denge ve ekstensör-fleksör kuvvet değerleri independent t testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. İzokinetik bacak kuvveti, bacak hacmi, bacak kütlesi, statik denge ve dinamik denge performansı arasındaki ilişkilerin analizinde Pearson korelasyon matrisi kullanılmıştır. Pearson korelasyon katsayısınının 0.00-0.30 aralığı düşük, 0.31-0.70 aralığı orta, 0.71-1.00 aralığı yüksek olarak değerlendirilmiştir. Tüm veriler SPSS istatistik paket programında (Version 15.0) değerlendirilmiş anlamlılık düzeyi 0,001 ve 0,05 olarak kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Tablo 4.1. Futbolcuların Demografik Özellikleri

Değişkenler		**n= 40**	
Fiziksel Özellikler	**Mean±Sd**	**Somatotip Özellikler**	**Mean±Sd**
Yaş (yıl)	24.38±4.3	Endomorfi (Yağlılık)	3.08±0.95
Boy (cm)	179.33±6.1	Mezomorfi (Kaslılık)	3.83±0.98
Vücut ağırlığı (kg)	74.77±5.03	Ektomorfi (İncelik)	2.65±0.83
Spor yaşı (yıl)	13.05±4.2	BMI (kg/m^2)	23.13±1.5
Profesyonel spor yaşı (yıl)	5.43±3.91	Vücut yağ yüzdesi (%)	11.29±2.78

Tablo 4.2. Futbolcularda Dominant ve Nondominant Bacaklarda Ekstensör ve Fleksör Kaslar, Statik ve Dinamik Denge, Bacak Hacim ve Bacak Kütle Arasındaki Fark Tablosu (Ortalama ± Ss)

Değişkenler (n=40)	**Dominant Bacak**	**Nondominant Bacak**	**p**
60°s^{-1} Quadriceps (Nm)	231.53±33.03	232.14±35.44	0.937
180°s^{-1} Quadriceps (Nm)	140.48±31.55	135.20±19.57	0.371
300°s^{-1} Quadriceps (Nm)	99.54±15.65	97.50±13.64	0.536
60°s^{-1} Hamstring (Nm)	125.31±18.08	126.19±19.24	0.835
180°s^{-1} Hamstring (Nm)	85.29±15.43	87.37±14.36	0.536
300°s^{-1} Hamstring (Nm)	76.23±11.60	81.81±11.56	0.034*
Statik Denge	0.99±0.27	1.02±0.41	0.728
Dinamik Denge 2	2.23±0.67	2.34±1.0	0.567
Dinamik Denge 5	1.58±0.37	1.53±0.36	0.544
Dinamik Denge 10	1.23±0.36	1.18±0.34	0.506
Bacak Kütlesi (kg)	14.56±0.84	14.59±0.85	0.891
Bacak Hacmi (lt)	14065.53±1314.30	14107.17±1109.80	0.879

$p<0.05$

Dominant ve nondominant bacak 60°s^{-1}, 180°s^{-1} ve 300°s^{-1} açısal hızlarda quadriceps kasının zirve tork değerleri arasında anlamlı fark tespit edilmemiştir. Dominant ve nondominant bacak hamstring kası zirve tork değerleri arasında 60°s^{-1} ve 180°s^{-1} açısal hız değişkenlerinde anlamlı bir farklılık tespit edilmezken, 300°s^{-1} açısal hız değişkeninde nondoninant bacağın fleksör zirve tork değerinin dominant bacak zirve tork değerinden anlamlı şekilde yüksek olduğu bulunmuştur ($p<0.05$). Dominant ve nondominant bacağın statik ve dinamik denge performansları arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Dominant ve nondominant bacağın hacim ve kütleleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Tablo 4.3. Dominant Bacak İzokinetik Quadriceps ve Hamstring Kas Kuvveti İle Statik ve Dinamik Denge Korelasyon Tablosu

(n=40)		**Dominant Bacak**			
		Statik Denge	**Dinamik Denge 2**	**Dinamik Denge 5**	**Dinamik Denge 10**
Quadriceps 60°s^{-1}	r	-0.623	-0.344	-0.542	-0.643
	p	0.001**	0.030*	0.001**	0.001**
Quadriceps 180°s^{-1}	r	-0.392	-0.418	-0.328	-0.443
	p	0.012*	0.007**	0.039**	0.004**
Quadriceps 300°s^{-1}	r	-0.406	-0.154	-0.239	-0.387
	p	0.009**	0.342	0.137	0.014*
Hamstring 60°s^{-1}	r	-0.189	-0.224	-0.049	-0.249
	p	0.242	0.165	0.763	0.121
Hamstring 180°s^{-1}	r	-0.202	-0.276	-0.012	-0.229
	p	0.212	0.084	0.942	0.155
Hamstring 300°s^{-1}	r	0.004	0.086	0.237	0.127
	p	0.980	0.599	0.141	0.437

* Anlamlılık düzeyi (p<0,05) ** Anlamlılık düzeyi (p<0,001)

60°s^{-1} açısal hızda quadriceps kas kuvveti ile statik denge (r= -0.623, p<0.001) dinamik denge 2. seviye (r= -0.344, p<0.05), dinamik denge 5. seviye (r= -0.542, p<0.001) ve dinamik denge 10. seviye (r= -0.643, p<0.001) arasında, 180°s^{-1} açısal hızda quadriceps kas kuvveti ile statik denge (r= -0.392, p<0.05) dinamik denge 2. seviye (r= -0.418, p< 0.05), dinamik denge 5. seviye (r= -0.328, p<0.05) ve dinamik denge 10. seviye (r= -0.443, p<0.05) arasında, 300°s^{-1} açısal hızda quadriceps kas kuvveti ile statik denge (r= -0.406, p<0.05) ve dinamik denge 10. seviye (r= -0.387, p<0.05) arasında orta düzeyde negatif yönlü bir ilişki tespit edilmiştir.

Tablo 4.4. Nondominant Bacak İzokinetik Quadriceps ve Hamstring Kas Kuvveti İle Statik ve Dinamik Denge Korelasyon Tablosu

(n=40)		**Nondominant Bacak**			
		Statik Denge	**Dinamik Denge 2**	**Dinamik Denge 5**	**Dinamik Denge 10**
Quadriceps 60°s^{-1}	r	-0.581	-0.338	-0.566	-0.660
	p	0.001**	0.033*	0.001**	0.001**
Quadriceps 180°s^{-1}	r	-0.447	-0.256	-0.444	-0.571
	p	0.004**	0.111	0.004**	0.001**
Quadriceps 300°s^{-1}	r	-0.302	-0.840	-0.320	-0.265
	p	0.058	0.605	0.044*	0.099
Hamstring 60°s^{-1}	r	-0.241	-0.058	-0.295	-0.330
	p	0.135	0.720	0.065	0.037*
Hamstring 180°s^{-1}	r	-0.127	-0.219	-0.134	-0.208
	p	0.435	0.175	0.411	0.198
Hamstring 300°s^{-1}	r	-0.064	-0.138	0.130	0.087
	p	0.697	0.395	0.422	0.595

* Anlamlılık düzeyi (p<0,05) ** Anlamlılık düzeyi (p<0,001)

60°s^{-1} açısal hızda quadriceps kas kuvveti ile statik denge (r= -0.581, p<0.001), dinamik denge 2. seviye (r= -0.338, p<0.05), dinamik denge 5. seviye (r= -0.566, p<0.001) ve dinamik denge 10. seviye (r= -0.660, p<0.001) arasında, 180°s^{-1} açısal hızda quadriceps kas kuvveti ile statik denge (r= -0.447, p<0.05), dinamik denge 5. seviye (r= -0.444, p<0.05) ve dinamik denge 10. seviye (r= -0.571, p<0.001) arasında, 300°s^{-1} açısal hızda quadriceps kas kuvveti ile dinamik denge 5. seviye (r= -0.320, p<0.05) arasında orta düzeyde negatif yönlü bir ilişki tespit edilmiştir. Ayrıca 60°s^{-1} açısal hızda hamstring kas kuvveti ile dinamik denge 10. seviye (r= -0.330, p<0.05) arasında orta düzeyde negatif yönlü bir ilişki bulunmuştur.

Tablo 4.5. Dominant ve Nondominant İzokinetik Bacak Kuvveti İle Bacak Hacmi ve Bacak Kütlesi Korelasyon Tablosu

		Dominant Bacak		**Nondominant Bacak**	
	(n=40)	**Bacak Hacim**	**Bacak Kütle**	**Bacak Hacim**	**Bacak Kütle**
Quadriceps 60°s^{-1}	r	0.557	0.336	0.307	0.214
	p	0.001**	0.034*	0.054	0.186
Quadriceps 180°s^{-1}	r	0.320	0.175	0.269	0.202
	p	0.047*	0.280	0.094	0.211
Quadriceps 300°s^{-1}	r	0.351	0.204	0.133	0.116
	p	0.028*	0.206	0.415	0.478
Hamstring 60°s^{-1}	r	0.438	0.380	0.412	0.362
	p	0.005**	0.016*	0.008**	0.022*
Hamstring 180°s^{-1}	r	0.341	0.281	0.364	0.398
	p	0.033*	0.079	0.021*	0.011*
Hamstring 300°s^{-1}	r	0.528	0.470	0.253	0.294
	p	0.001**	0.002**	0.116	0.065

* Anlamlılık düzeyi (p<0,05) ** Anlamlılık düzeyi (p<0,001)

Dominant bacak 60°s^{-1} açısal hızda quadriceps kas kuvveti ile bacak hacmi (r= 0.557, p<0.001) ve bacak kütlesi (r= 0.336, p<0.05) arasında, dominant bacak 180°s^{-1} açısal hızda quadriceps kas kuvveti ile bacak hacmi (r= 0.320, p<0.05) arasında, dominant bacak 300°s^{-1} açısal hızda quadriceps kas kuvveti ile bacak hacmi (r= 0.351, p<0.05) arasında orta düzeyde pozitif yönlü anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Dominant bacak 60°s^{-1} açısal hızda hamstring kas kuvveti ile bacak hacmi (r= 0.438, p<0.05) ve bacak kütlesi (r= 0.380, p<0.05) arasında, dominant bacak 180°s^{-1} açısal hızda hamstring kas kuvveti ile bacak hacmi (r= 0.341, p<0.05) arasında, 300°s^{-1} açısal hızda hamstring kas kuvveti ile bacak hacmi (r= 0.528, p<0.001) ve bacak kütlesi (r= 0.470, p<0.05) arasında orta düzeyde pozitif yönlü anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Nondominant bacak 60°s^{-1} açısal hızda hamstring kas kuvveti ile bacak hacmi (r= 0.412, p<0.05) ve bacak kütlesi (r= 0.362, p<0.05) arasında, nondominant bacak 180°s^{-1} açısal hızda hamstring

kas kuvveti ile bacak hacmi (r= 0.364, p<0.05) ve bacak kütlesi (r= 0.398, p<0.05) arasında orta düzeyde pozitif yönlü anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir.

Tablo 4.6. Dominant ve Nondominant Bacak Statik ve Dinamik Denge Performansı İle Bacak Hacmi ve Bacak Kütlesi Korelasyon Tablosu

		Dominant Bacak		**Nondominant Bacak**	
	(n=40)	**Bacak Hacim**	**Bacak Kütle**	**Bacak Hacim**	**Bacak Kütle**
Statik Denge	r	-0.187	-0.019	-0.191	-0.116
	p	0.255	0.909	0.238	0.475
Dinamik Denge 2	r	0.086	0.147	-0.005	-0.124
	p	0.603	0.365	0.977	0.445
Dinamik Denge 5	r	-0.011	0.088	-0.194	-0.046
	p	0.948	0.590	0.231	0.777
Dinamik Denge 10	r	-0.159	-0.035	-0.304	-0.114
	p	0.332	0.828	0.056	0.482

* Anlamlılık düzeyi (p<0,05)

Dominant ve nondominant bacak statik ve dinamik denge performansları ile bacak hacmi ve bacak kütlesi arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Futbolda yüksek performans için aerobik ve anaerobik dayanıklılığın yanında üst düzey kas kuvvetine de ihtiyaç vardır. Futbolda hareketlerin çoğunun alt ekstremite ile yapıldığı düşünüldüğünde bacak kas kuvvetinin performansı etkileyen önemli bir etken olduğu söylenebilir. Futbolda diz bölgesi kaslarının (hamstring ve quadriceps) koşu, topa vuruş, ani yön değiştirmeler (2) ve sprint (141) performansları ile yüksek bir etkileşim gösterdiği bilinmektedir.

5.1. İzokinetik Bacak Kas Kuvveti ile Denge Performansı Arasındaki İlişki

Denge, oturma, ayakta durma ve yürüme gibi birçok günlük aktivitenin sağlanmasında önemli bir rol oynarken, karmaşık hareketlerde becerinin sergilenmesi ve sportif performansı artırmak için de son derece gerekli bir unsurdur (142,143,144). Sportif performansın gerekliliği olan motorik özelliklerin istenilen seviyede sergilenebilmesi için üst düzey bir dengeye ihtiyaç vardır. Dengenin sağlaması ve korumasında kişinin kas tonusu, kas gücü, kas dayanıklılığı ve eklem hareket esnekliği son derece etkilidir (8,9). Yapılan çalışmalar özellikle alt ekstremite kas grubu (ayak bileği, kalça, bacak) kuvvetlerinin denge becerisini sergilemede son derece önemli olduğunu ortaya koymuştur (10,11,12).

Çalışmamızda futbolcuların statik ve dinamik dengeleri her iki bacak için ayrı ayrı ölçülmüş, dinamik denge performansları kolay (10. seviye), orta (5. seviye) ve zor (2. seviye) olmak üzere 3 farklı seviyede tespit edilmiştir. Hem dominant hem nondominant bacak quadriceps kas kuvveti ile statik ve dinamik denge arasında negatif anlamlı bir ilişki bulunurken, hamstring kas kuvvetinin sadece $60°s^{-1}$ açısal hızda nondominant bacak 10. seviye dinamik denge performansı ile negatif bir ilişkisi tespit edilmiştir.

Çalışmamızın gereç yöntem bölümünde bahsedildiği gibi denge performansı genel denge indeks skoruna göre belirlenmektedir. Genel denge indeks skorunun yüksek olması denge kaybının fazla olduğunu göstermektedir. Diğer bi değişle '0' derece olan genel denge indeks skoru maksimum dengeyi belirtmektedir. Çalışmamızda bacak kas kuvvetinin denge performansı ile negatif bir korelasyon göstermesinin sebebi, genel denge indeks skorundaki düşüşün aslında denge performansındaki artışı belirtmesidir. Yani çalışmamızdaki bulgular quadriceps kas kuvvetinin artması ile statik ve dinamik denge performansının birbirine paralel olarak geliştiğini ortaya koymaktadır.

Çelenk ve ark. (145) 16 elit erkek sporcu üzerinde yaptıkları çalışmada quadriceps ve hamstring kas kuvvetinin statik ve dinamik denge üzerine etkisini incelemiş, dinamik dengeyi zor, orta ve basit seviye olarak sınıflandırmıştır. Quadriceps kas kuvvetinin denge performansı ile pozitif bir ilişkiye sahip olduğunu, özellikle zorluk seviyesi artan dinamik denge performansında quadriceps kasının dengeyi koruduğunu belirtmiştir. Ayrıca Çelenk ve ark. (145) hamstring kas kuvveti ile denge performansı arasında anlamlı bir ilişki olmadığını tespit etmiştir.

Mohammadi et al. (146) yaptıkları çalışmada genç erkek atletlere alt ekstremiteye yönelik 6 haftalık kuvvet programı uygulamış, bacak kuvvetinin artması ile dinamik ve statik dengede düzelmeler meydana geldiğini belirtmiştir.

Benzer bir çalışmada genç haltercilere yaptırılan 8 haftalık Wii denge egzersizi sonucunda alt ekstremite kas kuvvetinin arttığı ayrıca denge becerisinde de gelişim meydana geldiği belirtilmiştir. Denge performansındaki bu artışın alt ekstremite kaslarındaki kuvvet artışı ile ilgili olabileceği düşünülmektedir (147).

Young et al. (148) genç sporcular üzerinde yaptıkları çalışmada alt ekstremite kas kuvvetindeki artışın statik ve dinamik denge performansını geliştirdiğini belirtmiştir. Young et al. (148) denge performansındaki bu gelişimi kaslarda oluşan kas koordinasyonu ve motor ünite kasılma hızının artması ile ilişkilendirmiştir.

Denge ve kuvvet parametrelerinin beraber incelendiği başka çalışmalarda da alt ekstremite kaslarındaki kuvvet artışının denge performansını pozitif olarak etkilediği belirtilmiştir (149,150,151,152).

Yukarıda belirtilen çalışmalarda bizim çalışmamızı destekler nitelikte olup, quadriceps kas kuvvetindeki artışın denge performansını sergilemede önemli bir etken olduğunu belirtmiştir. Liman (153) kuvvet ile denge arasındaki pozitif ilişkiyi kas kuvvetindeki artışın kas içi ve kaslar arası koordinasyonu geliştirmesi, bu durumunda ekstansör ve fleksör kasların sinergist ve antagonist çalışma kapasitelerini artırması ile ilişkilendirmiştir. Çalışmamızın futbolcular üzerinde yapıldığı düşünüldüğünde pas, şut, sıçrama gibi hareketlerin çok fazla kullanılmasına bağlı olarak quadriceps kas kuvvetinin geliştiği bu durumunda denge performansını artırdığı söylenebilir.

5.2. İzokinetik Bacak Kuvveti ile Bacak Hacmi ve Bacak Kütlesi Arasındaki İlişki

Çalışmamızda $60°s^{-1}$ açısal hızda quadriceps kas kuvveti ile bacak hacim ve bacak kütle arasında pozitif anlamlı ilişki bulunmuştur. $60°s^{-1}$ ve $180°s^{-1}$ açısal hızlarda nondominant bacak hamstring kas kuvveti ile bacak kütlesi ve bacak hacmi arasında pozitif yönlü anlamlı ilişki tespit edilmiştir. $60°s^{-1}$ açısal hızda dominant bacak quadriceps ve hamstring kas kuvvetleri ile bacak hacmi ve bacak kütlesi arasında, $180°s^{-1}$ ve $300°s^{-1}$ açısal hızlarda dominant bacak quadriceps ve hamstring kas kuvvetleri ile bacak hacmi arasında pozitif yönlü anlamlı ilişki bulunmuştur.

Öskan ve Kin-İşler (132) voleybol, basketbol ve futbolcular üzerinde yaptıkları çalışmada, izokinetik bacak kuvveti ve anaerobik performans ile bacak hacmi, bacak kütlesi ve H/Q kas kuvvet oranı arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Öskan ve Kin İşler'in sonuçlarına göre bacak hacim ve bacak kütlesi yüksek olan sporcuların bacak kas kuvvetlerinin de yüksek olduğu belirlenmiştir.

Dağcılar üzerinde yapılan benzer bir çalışmada uyluk ve baldır çevresi ile bacak hacim ve bacak kütlesinde meydana gelen artışın kuvvet performansını geliştirdiği tespit edilmiştir (154).

Zorba ve ark. (155) güreşcilerin bacak hacmi, bacak kütlesi ile anaerobik performans ve bacak kuvveti arasındaki ilişkiyi incelemiş, anaerobik performans ve bacak kuvveti ile bacak hacmi ve bacak kütlesi arasında anlamlı bir ilişki olduğunu belirtmiştir.

De Ste Croix et al. (17) kas kesit alanı, bacak hacmi ve bacak kütlesi fazla olan kişilerde kuvvet ve anaerobik performans değerlerinin daha iyi olduğunu söylemiştir.

Öskan (128) futbolcular üzerinde yapmış olduğu çalışmada bacak hacim ve bacak kütlesinin, anaerobik güç ve bacak kuvvet performansını etkileyen önemli faktörler olduğunu belirtmiştir.

Akagi et al. (129) yaptıkları çalışmada izokinetik bacak kuvveti ile kas hacmi ve kas kesit alanı arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğunu söylemiştir.

Literatürde kas kütlesi, kas hacmi ve kas yüzdesinin düşük, kas kesit alanın dar ve yağlı doku oranının fazla olmasının bacak kas kuvvetini negatif yönde etkilediğini belirten birçok çalışma bulunmaktadır (16,17,18).

Yukarıda belirtilen çalışmaların bulguları çalışmamızın bulguları ile paralellik göstermektedir. İzokinetik hamstring ve quadriceps kas kuvveti ile bacak hacmi ve bacak kütlesi arasındaki ilişki kasın enine kesit alanı ve kuvvetin birbirine paralel olarak artması ile açıklanabilir. Ayrıca Viru (15) ve Komi'nin (13) çalışmalarında belirttiği gibi kas kütlesi ve kas hacminin büyüklüğü ile kuvvetin doğru oranda azalıp artması bizim sonuçlarımızı açıklar niteliktedir.

5.3. Denge Performansı ile Bacak Hacmi ve Bacak Kütlesi Arasındaki İlişki

Çalışmamızda bacak hacmi ve bacak kütlesi ile statik ve dinamik denge performansı (2. 5. ve 10. seviye) arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Literatür incelendiğinde bacak hacmi ve bacak kütlesinin denge performansı ile karşılaştırıldığı çalışma sayısı çok azdır.

İbiş ve ark. (130) bayan voleybolcuların bacak hacim ve bacak kütlesi ile denge performansı arasındaki ilişkiyi incelediği çalışmada bacak hacmi ve bacak kütlesi ile denge performansı arasında pozitif anlamlı bir ilişki tespit etmiştir. İbiş ve ark. denge performansındaki bu iyileşmeyi bacak hacmi ve bacak kütlesindeki artışın kasın enine kesit alanının artmasına bağlı olarak kuvvet performansını iyileştirmesi ile ilişkilendirmiştir.

Akıl ve ark. (156) 42 elit sporcunun denge performansı ile bacak hacmi ve bacak kütlesini karşılaştırdıkları çalışmada, dinamik denge ile bacak hacmi ve bacak kütlesi arasında pozitif anlamlı bir ilişki tespit etmiş, dinamik denge performansı zorlaştıkça bacak hacmi ve bacak kütlesi arasındaki ilişkinin arttığını belirtmiştir.

5.4. Sonuçlar

Yapılan çalışmada dominant ve nondominant bacakların izokinetik bacak kuvveti (hamstring-quadriceps) ile statik-dinamik denge performansı, bacak hacmi ve bacak kütlesi arasındaki ilişki incelenmiştir.

- Çalışma sonucunda $60°s^{-1}$, $180°s^{-1}$ ve $300°s^{-1}$ açısal hızlarda statik ve dinamik denge performansları ile quadriceps kas kuvveti arasında negatif anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir.
- Çalışma sonucunda dominant bacak $60°s^{-1}$, $180°s^{-1}$ ve $300°s^{-1}$ açısal hızlarda, nondominant bacak $180°s^{-1}$ ve $300°s^{-1}$ açısal hızlarda hamstring kas kuvveti ile statik denge ve dinamik denge 2. 5. ve 10. seviyeler arasında anlamlı bir ilişki tespit edilmemiştir.
- Çalışma sonucunda $60°s^{-1}$ açısal hızda hamstring kas kuvveti ile nondominant bacak 10. seviye dinamik denge performansı arasında negatif anlamlı ilişki tespit edilmiştir.
- Çalışmamızın sonucunda bacak hacmi ve bacak kütlesi ile quadriceps ve hamstring kas kuvvetleri arasında pozitif anlamlı ilişki tespit edilmiştir.
- Çalışma sonucunda statik ve dinamik denge performansı ile bacak hacmi ve bacak kütlesi arasında anlamlı bir ilişki tespit edilmemiştir.

Çalışmamıza katılan futbolcularda sportif performansın önemli bileşenlerinden olan denge performansının bacak kuvvetinin artması ile geliştirilebileceği, bacak hacim ve bacak kütlesindeki artışın bacak kuvvetinde de artış meydana getirdiği bulunmuştur. Sonuç olarak çalışmamızda bacak hacim, bacak kütle, izokinetik bacak kuvveti ve denge performansının birbirine bağlantılı bir ilişkiye sahip olduğu ortaya konulmuştur.

5.5. Öneriler

Profesyonel futbolcuların izokinetik bacak kas kuvveti ile statik-dinamik denge performansı, bacak hacmi ve bacak kütlesi arasındaki ilişkinin tespit edilmesi amacıyla yapılmış olan bu çalışmada, ilerleyen zamanda yapılacak benzer çalışmalara yardımcı olması için aşağıdaki öneriler belirtilmiştir.

- Bu çalışma daha üst düzey liglerdeki (TFF 2. lig, TFF 1. lig ve Türkcell Süper lig) sporculara uygulanarak lig seviyesi ile izokinetik bacak kuvveti ve denge performansı arasında ilişki olup olmadığı incelenebilir.
- Bu çalışma, sporcu sayısı artırılarak farklı yaş gruplarında ve farklı spor branşlarında da uygulanabilir.
- Ölçümler sezon öncesi, sezon içi ve sezon sonu olmak üzere farklı zamanlarda alınarak sporcuların kuvvet ve denge performanslarındaki gelişim incelenebilir.
- Dinamik denge farklı seviyelerde, izokinetik bacak kuvveti farklı açısal hızlarda değerlendirilebilir.
- Hamstring ve quadriceps kasları resiprokal olarak çalıştığından dolayı konsantrik/konsantrik kasılma yöntemi yerine egzantrik/konsantrik kasılma yöntemi ile çalışmalar yapılabilir.

6. KAYNAKLAR

1. Canüzmez AE, Acar MF, Özçaldıran B. İç üst vuruşta kullanılan kas grupları zirve tork güçlerinin topa vuruş mesafesiyle arasındaki ilişki, Muğla Üniversitesi the 9. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi, s 246-249, 3-5 Kasım 2006, Muğla Üniversitesi, Muğla

2. Malliou P, Ispirlidis I, Beneka A, et al. Vertical jump and knee extensors isokinetic performance in professional soccer players related to the phase of the training period. Isok Exerc Sci 2003; 11(3): 165–69

3. Karsan O, Yünceviz R, Aydın S, ve ark. Beden eğitimi ve spor bölümü öğrencilerinde quadriceps (Q) açısı değerleri. Atatürk Üni Tıp Der 1998; 30(1): 19-23

4. Ragnasrdottir M. The concept of balance. Physiotherapy 1996; 82(6): 368-375

5. Evangelos B, Georgios K, Konstantinos A, et al. Proprioception and balance training can improve amateur soccer players technical skills. J Phys Edu Sport 2012; 12(1): 81- 89

6. Atan SA. The Effects of a Four-Week Balance Training Programme on Dynamic Balance and Soccer Skill Performances. Master of Sports Science Faculty of Sports Science and Recreation, Pustaka, 2009; 189-191

7. Börüklü T. Takım Sporu Yapan Kişilerde Hemisferik Farklılıkların Uyarılma Potansiyelleri, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kayseri 2008

8. Howe TE, Rochester L, Neil F, et al. Exercise for improving balance in older people. Cochrane Database Syst Rev 2011, 11: 1-9

9. Leung DP, Chan CK, Tsang HW, et al. Taichi as an intervention to improve balance and reduce falls in older adults: a systematic and meta-analytical. Altern Ther Health M 2011; 17(1): 40–48

10. Sangnier S, Tourny-Chollet C. Effect of fatigue on hamstrings and quadriseps during isokinetic fatigue testing. Int J Sport Med 2007; 28(1): 1–6

11. Deniskina NV, Levik YS. Relative contribution of ankle and hip muscles in regulation of the human orthograde posture in the frontal plane. Neurosci Lett 2001; 310(2): 165-168

12. Runge CF, Shupert CL, Horak FB, et al. Ankle and hip postural strategies defined by joint torques. Gait Posture 1999; 10(2): 161–70

13. Komi PV. Strength and Power in Sport. Hong Kong, Blackwell publishing. Koz M, Ersöz G, Gelir E. Fizyoloji ders kitabı. Ankara, Nobel Yayın Dağıtım, 2005

14. Astrand PO, Rodahl K. Textbook of Work Physiology, McGraw Hill Company, Singapore 1986

15. Viru A. Adaptation in Sports Training, CRC Press, Boca Raton 1995

16. Bouchard C, Taylor AW, Simaneau J, et al. Testing Anaerobic Power and Capacity. In: MacDouall L, Wenger HA, Gren H (eds), Physiological Testing of the High Performance Athlete, Champaign, Human Kinetics Books, 1991: 175-221

17. De Ste Croix MBA, Armstrong N, Chia MYH, et al. Changes in short-term power output in 10 to 12 year olds. J Sport Sci 2001; 19(2): 141-148

18. Armstrong N, Welsman JR, Chia MYH. Short term power output in relation to growth and maturation. Brit J Sport Med 2001; 35(2): 118-124

19. Bale P. Antropometric body composition and performance variables of young elite female basketball players. J Sports Med Phys Fitness 1991; 31(2): 173-177

20. Tortora JG. Principles of Human Anatomy, Newyork, 3th ed, 1983

21. Nikocic Z, Ilic N. Maximal oxygen uptake in trained and untrained 15 year old boys. Brit J Sport Med 1992; 26(1): 36-38

22. Kin-İşler A. Titreşimin İzometrik Kuvvete Etkisi, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara 2003

23. Wilmore JH, Costil DL. Physiology of Sport and Exercise. The United States of America, Human Kinetics, 1999

24. Guyton AC, Hall JE. Tıbbi Fizyoloji. İstanbul, Nobel Tıp Kitebevi, 2001

25. Akgün N. Egzersiz Fizyolojisi. İzmir, Ege Üniversitesi Yayınları, 1986: 27-30

26. Mc Ardle WD, Katch FI, Katch VL. Exercise Physiology, Energy, Nutrition and Human Performance. Philadelphia, Lea and Febiger, 1991: 234-247

27. Wilmore JH, Costil DC. Physiology of Sport and Exercise. Champaign, IL: Human Kinetics, 1994: 26-41

28. Vander AJ, Sherman JH, Luciano DS. Human Physiology, The Mechanisms of Body Function. 5th ed, New York, McGraw-Hill Publishing Company, 1990: 283-321

29. Tuncel N. Fizyoloji. Eskişehir, Anadolu Üniversitesi Yayını, 1994: 493

30. Noyan A. Yaşamda ve Hekimlikte Fizyoloji. 8. baskı, Ankara, 1993

31. Saltin B, Astrand PO. Maximal oxygen uptake in athletes. J Appl Physiol 1967; 23(3): 353-358

32. Fox EL, Bowers RW, Foss ML. The Physiological Basis of Physical Education and Athletics. 4th ed, Dubuque, Brown Publishers, 1989: 88-127

33. Fox E, Bowers RW, Foss ML. The Physiological Basis for Exercise and Sport. Dubuque, WCB Brown and Bencmark Publishers, 1993

34. Komi PV. Strenght and Power in Sport. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 1994: 39-62

35. Silbernagl S, Despopulos A. Renkli Fizyoloji Atlası. İstanbul, Arkadaş Tıp Kitableri Yayını, (Çeviren: Hariri N.) 1989

36. Koz M, Ersöz G, Gelir E. Fizyoloji Ders Kitabı. Ankara, Nobel Yayın Dağıtım, 2003

37. Golnick PD, Hadgson DR. The identification of fiber types in skeletal muscle: a continual dilemma. Exerc Sport Sci Rev 1986; 14(1): 81-104

38. Power SK, Howley ET. Exercise Physiology: Theory and Application to Fitness and Performance. Wm. C. Brown Publishers, 1990: 149-172

39. Günay M, Tamer K, Cicioğlu İ. Spor Fizyolojisi ve Performans Ölçümü. Ankara, Gazi Kitapevi Baran Ofset, 2006

40. Kaya Y. İnsan Anatomisi ve Kinesiyolojisi. İstanbul, Marmara İletisim Bas Yay Dağ Elek Tur, 2003: 92-94

41. Prentice EW. Techniques in Musculoskeletal Rehabilitation. New York, McGraw-Hill Edition, 2001: 59–167

42. Dvir Z. Izokinetics Muscle Testing Interpretation and Clinical Application. Churchill, Livingstone Edition, 1996: 245-255

43. Kurdak S, Özgünen K, Adaş Ü, ve ark. Analysis of isokinetic knee extencion/flexion in male elite adolescent wrestler. J Sport Sci Med 2005; 4: 489-498

44. Zeren Ç, Özgünen K, Korkmaz S, ve ark. Elit adölesan güresçilerde dominant omuzda abdüksiyon–addüksiyon hareketlerinin değerlendirilmesi, Muğla Üniversitesi the 9. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi, s 165-166, 3-5 Kasım 2006, Muğla Üniversitesi, Muğla

45. Humac Norm Testing. Rehabilitation System User's Guide Model 770 Computer Sports Medicine, USA, 2003: 16-17

46. Dick F, Johnson C, Paish W. Strength Training for Athletic, British Amateur Athletic Board, London, 1978: 16

47. Rothstein JM, Lamb RL, Mayhew TP. Clinical uses of isokinetic measurements. J Am Phys Ther Associa 1987; 67: 1840-1844

48. Brown L, Whitehurts M. The effect of short-term isokinetic training on force and rate of velocity development. J Strength Cond Res 2003; 17(1): 88-94

49. Chan KM, Maffulli N. Principles and Practice of Isokinetics in Sports Medicine and Rehabilitation. Hong Kong, Williams&Wilkins Asia-Pacific Ltd, 1996

50. Şahin Ö. Rehabilitasyonda izokinetik değerlendirmeler. Cumhuriyet Tıp Derg 2010; 32: 386-396

51. Cybex Division of Lumex Ine A. Handbook For Using the Cybex Data Reduction Computer, Newyork, Cybex, Ronconcoma, 1983

52. Tuncer S. İzokinetik Egzersizlerin Rehabilitasyonda Kullanımı. Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon, Güneş Kitabevi, 2000: 950-954

53. Pincivero DM, Lephart SM, Karunakara RA. Reliability and precision of isokinetic strength and muscular endurance for the quadriceps and hamstrings. Int J Sports Med 1997; 18(2): 113-17

54. Brown LE, Weir JP. Asep procedures recommendation I: accurate assessment of muscular strength and power. J Exer Physiol 2001; 4(11): 121

55. Foran B. Advantages and disadvantages of isokinetics, variable resistance and free weights. National Strength Cond Assoc 1985; 7(1): 24-25

56. Şentürk U. 17-20 Yaş Basketbolcu ve Futbolcuların İzokinetik Kuvvetlerinin (Diz Fleksiyon ve Ekstansiyonların) Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Balıkesir 2011

57. Lanza R, Towse T, Caldwell G, et al. Effect of age on human muscle torque, velocity, and power in two muscle groups. J Appl Physiol 2003; 95(6): 2361-2369

58. Muratlı S, Şahin G, Kalyoncu O. Antrenman ve Müsabaka. 2011

59. Blimkie CJR. Resistance training during prand early puberty: efficacy, train ability, mechanisms and persistance. Can J Sport Sci 1992; 17(4): 264-279

60. Bompa TO. Antrenman Kuramı ve Yöntemi. Ankara, Bağırgan Yayımevi, 2003

61. Bangsbo J. Fitness Training in Football. Copenhag, August Krogh Institute, Copenhagen University, 1994

62. Cabri J, De Proft E, Dufour W, et al. The Relation Between Muscular Strength and Kick Performance. In: Reilly T, Lees A, Davids K, Murphy W, (eds), Science and Football. London, E & FN Spon, 1988: 186–193

63. Weineck J. Futbolda Kondisyon Antrenmanı. Ankara, Spor Yayınevi ve Kitapevi, (Çeviri: Bağırgan T.) 2011: 191

64. Asami T, Togari H. Studies on the kicking abilities in soccer. Res J Phys Educ 1968; 12: 267-272

65. Kanehisa H, Miyashitia M. Specificity of velocity in strenght training. Eur J Appl Physiol 1983; 52(1): 104-106

66. Aktuğ ZB. Futbolcularda İzokinetik Hamstring ve Quadriceps Kas Kuvvet Oranı ile Dikey Sıçrama ve Sürat Performans İlişkisi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya 2013

67. İsokowa M. Kinematic Analiysis of Kicking in Soccer. Proceedings of Japanese Physical Education, 1981: 444

68. Oberg B, Ekstarnd J, Moller M, et al. Muscle strenght and flexibility in different positions of soccer players. Int J Sport Med 1984; 5(4): 213-216

69. Faina M, Gallozzi C, Lupo S, et al. Definition of the Physiological Profile of the Soccer Player. In: Reilly T, Lees A, Davids K, Murphy WJ (eds), Science and Football. London- New York, Spon, 1988: 158-163

70. Denner A. Der FuBballer als Bodybuilder?. FuBball Trainingll, 1987: 11-16

71. Spring H, Illi U, Kunz HR, et al. Dehn und Kraftigungs Gymnastik. Stuttgart, New York, Thieme, 1986: 114

72. Costill DL, Coyle EF, Fink WF, et al. Adaptations in skeletal muscle following strenght training. J Appl Physiol 1979; 46(1): 96-99

73. Acar MF. Futbol Teknik Direktör Kursu. İstanbul, TFF Eğitim Dairesi, 2003: 42

74. DiDomenico A, Nussbaum MA. Interactive effects of mental and postural demands on subjective assessment of mental workload and postural stability. Safety Sci 2005; 43(7): 485-495

75. Ferdjallah M. Analysis of postural control synergies during quiet standing in healthy children and children with cerebral palsy. Clin Biomech 2002; 17(3): 203-210

76. Sevim Y. Antrenman Bilgisi. Ankara, Nobel Yayın, 2002

77. Graham G, Holt/Hale SA, Parker M. Children Moving a Reflective Approach to Teaching Physical Educationm. California, Mayfield Publishing Company, 2001

78. Erkmen N. Sporcuların Denge Performanslarının Karşılaştırılması, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara 2006

79. Sucan S, Yılmaz A, Can Y, ve ark. Aktif futbol oyuncularının çeşitli denge parametrelerinin değerlendirilmesi. J Health Sci 2005; 14(1): 36-42

80. Köseoğlu F. Postür Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon, Ankara, Güneş Kitabevi, (Ed: Beyazova M, Gökçe-Kutsal Y.), 2000: 1-164

81. Hrysomallis C. Balance ability and athletic performance. Sports Med 2011; 41(3): 221-232

82. Ünlüsoy D, Aydoğ E, Tuncay R, et al. Postural balance in women with osteoporosis and effective factors. Turkish J Osteoporosis 2011; 17: 37-43

83. Arnold BL, Schmitz RJ. Examination of balance measures roduced by the Biodex Stability System. J Athl Training 1998; 33(4): 323-327

84. Nichols DS, Glenn TM, Hutchinson KJ. Changes in the mean center of balance during balance testing in young adults. Phys Ther 1995; 75(8): 699-706

85. Hockey RV. Skill and Motor Ability Physical Fitness: The Patway to Healthful Living. 4th ed, St. Louis Toronto, London, 1981: 113-118

86. Yalçın S, Özaras N. Yürüme Analizi. 1. Baskı, İstanbul, Avrupa Matbaacılık, 2001: 1-23

87. Akman NM, Karataş M. Temel ve Uygulanan Kinesiyoloji. Ankara, Haberal Eğitim Vakfı, 2003: 247–288

88. Beğen A. Genç ve Elit Triatletlerde Bisiklet Egzersizi Sonrasında Dengenin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2008: 30-37

89. Bakırhan S. Unbilateral ve Bilateral Total Diz Artroplastisi Uygulanan Hastaların Fiziksel Performans Statik-Dinamik Denge Yönünden Karşılaştırılması, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir 2007

90. Kaya M. 13-15 Yaş Grubu Spor Yapan Görme Engellilerin Statik ve Dinamik Denge Etkinliklerinin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara 2003

91. Power SK, Howley ET. Exercise Physiology: Theory and Application to Fitness and Performance. 5th ed, New York, Mc Graw Hill, 2004

92. Böer JR. Charakterisierung Des Balance verhaltens Von Gesunden, Hüft-Und Kniepatienten Auf Dem Posturomed. Eberhard Karls Universität, 2006

93. Lephart SM, Princivero DM, Giraldo JL, et al. The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. Am J Sports Med 1997; 25(1): 130-137

94. Yılmaz A, Gök H. Propriosepsiyon ve proprioseptif egzersizler, Romatizma Dergisi 2006; 21: 23-26

95. Houglum PA. Therapeutic Exercise for Musculoskeletal İnjuries. 2nd Ed, Pittssburg, Human Kinetics Publishers, 2005

96. Montero B. Proprioception as an aesthetic sense. J Aesthet Art Criticism 2006; 64(2): 231-242

97. Aydoğmuş M. Farklı Şiddetlerdeki Aerobik Yüklenmelerin Elit Badminton Oyuncularının Proprioceptionları Üzerine Etkileri, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara 2008

98. Can B. Bayan Voleybolcularda Denge Antrenmanlarının Yorgunluk Ortamında Propriosepsiyon Duyusuna Etkisi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara 2007

99. Johansson H. Peripheral Afferents of The Knee: Their Effects on Central Mechanisms Regulating Muscle Stiffness, Joint Stability, and Proprioception and Coordinatio. In: Lephart Sm, Fu Fh (eds), Proprioception And Neuromuscular Control in Joint Stability. Human Kinetics, 2000: 5-22

100. Aydın T, Yıldız Y, Yıldız C, et al. Proprioception of the ankle: a comparison between female teenaged gymnasts and controls. Foot Ankle Int 2002; 23(2): 123-129

101. Sandrey MA. The Comparative Effects of a Six-Week Balance Training Program, Gluteus Medius Strength Training Program, and Combined Balance Training/Gluteus Medius Strength Training Program on Dynamic Postural

Control, Master of Science in Athletic Training, School of Physical Education, Morgantown. West Virginia 2006

102. McLeod B, Hensen E. Effects of the eyerobics visual skills training program on static balance performance of male and female subjects. Precept Motor Skill 1989; 69(3): 1123-1126

103. Ergen E, Ülkar B, Eraslan A. Propriyosepsiyon ve Koordinasyon. Spor Hekimliği Dergisi 2007; 42: 57-83

104. German WJ, Stanfield CL. Principles of Human Physiology. 2nd ed, Pearson-Benjamin, 2005

105. Benli K. Proprisepsiyonun Anatomisi, 10. Ulusal Hekimli Kongresi, s 80-81, 24-26 Ekim 2003, Nevşehir Hacı Bektaş Üniversitesi, Nevşehir

106. Pereira LM. Spatial concepts and balance performance: motor learning in blind and visually impaired children. J Visual İmpair Blind 1990; 84(3): 109-111

107. Yazıcı AG. Aktif Spor Yapan Sporcuların Lateralizasyon Düzeyleri ile Dinamik ve Sitatik Denge ve Bazı Fiziksel Özelliklerinin Karşılaştırılması, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum 2012

108. Shumway CA, Horak FB. Assessing the influence of sensory interaction of balance. Phys Ther 1986; 66(10): 1548–1550

109.Özsoy Y, Özyürek M, Epirek S. Özel Eğitime Muhtaç Çocuklar, Özel Eğitime Giriş. 11. Baskı, Ankara, Karatepe Yayınları, 1998: 25-26

110. Murpphy MF, O'Driscoll M. Observations on the motor development of visually impaired children. Physiotherapy 1989; 75(9): 505-508

111. Streepey JW, Angulo-Kinzler RM. The role of task difficult in the control of dynamic balance in children and adults. Hum Mov Sci 2002; 21(4): 423-438

112. Nashner LM. Practical Biomechanics and Physiology of Balance. In: Jacopson GP, Newman CW, Kartush JM (eds), Handbook of Balance Function Testing. San Diego, Singular Publishing Group, 1997

113. Murphy DF, Connolly DAJ, Beynnon B. Risk factors for lower extremity injury: a review of the literature. Brit J Sport Med 2003; 37(1): 13–29

114. Altay F. Ritmik Cimnastikte İki Farklı Hızda Yapılan Chaine Rotasyon Sonrasında Yan Denge Hareketinin Biyomekanik Analizi, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara 2001

115. Blaszczyk JW, Cieslinska-Swider J, Plewa M, et al. Effects of excessive body weight on postural control. J Biomechanics 2009; 42(9): 1295–1300.

116. Paillard T, Noe F. Effect of expertise and visual contribution on postural control in soccer. Scand J Med Sci Sport 2006; 16(5): 345-348

117. Paillard T, Noe F, Riviere T. et al. Postural performance and strategy in the unipedal stance of soccer players at different levels of competition. J Athl Training 2006; 41(2): 172-176

118. Cote KP, Brunet ME, Gansneder BM, et al. Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. J Athl Training 2005; 40(1): 41-46

119. Erkmen N, Suveren S, Göktepe AS, ve ark. Farklı branşlardaki sporcuların denge performanslarının karşılaştırılması. Spormetre 2007; 5(3): 115-122

120.Şimşek D, Ertan H. Postüral kontrol ve spor: spor branşlarına yönelik postüral sensör-motor stratejiler ve postüral salınım. Spormetre 2011; 9(3): 81-90

121. Schmit JM, Regis DI, Riley MA. Dynamic patterns of postural sway in ballet dancers and track athletes. Exp Brain Res 2005; 163(3): 370-378

122.Kılıçkaya S, Cemalcılar A. Temel Fizik. Eskişehir, Anadolu Üniversitesi Yayınları, 1996

123. Katch V. Body weight, leg volume, leg weight and leg density as determiners of short duration work performance on the bicycle ergometer. Med Sci Sports 1974; 6(4): 267-270

124. Kaulesar SDMKS, Den Hoed PT, Johannes EJ, et al. Direct and indirect methods for the quantification of leg volume: comparison between water displacement volumetry, the disk model method and the frustum sign model method, using the correlation coefficient and the limits of agreement. J Biomed Eng 1993; 15(6): 477-480

125.Özer K. Antropometri, Sporda Morfolojik Planlama. İstanbul, Kazancı Matbacılık, 1993

126. Zorba E, Ziyagil MA. Vücut Kompozisyonu ve Ölçüm Metotları. Trabzon, Gen Matbaacılık Reklamcılık Ltd. Şti, 1995

127. Baecchle TR, Earle RW. Plyometric Training. In: Potach DH, Chu DA (eds), Essential of Strength Training and Conditioning. Canada, Human Kinetics, 2000

128.Özkan A. Anaerobik Performans ve İzokinetik Kuvvet Değerlendirilmesinde Bacak Hacmi ve Kütlesinin Rolü, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara 2011

129. Akagi R, Takai Y, Ohta M, et al. Muscle volume compared to cross-sectional area is more appropriate for evaluating muscle strength in young and elderly individuals. Age and Ageing 2009; 38(5): 564-569

130.İbiş S, İri R, Aktuğ ZB. Bayan voleybolcuların bacak hacim ve kütlesinin denge ve reaksiyon zamanına etkisi. Int J Hum Sci 2015; 12(2): 1296-1308

131. Martin RJF, Dore E, Twisk J, et al. Longitutudial changes of maximal short-term peak power in girls and boys during growth. Med Sci Sport Exer 2004; 36(3): 498-503

132. Öskan A, Kin-İşler A. Amerikan futbolcularında bacak hacmi, bacak kütlesi, anaerobik performans ve izokinetik kuvvet arasındaki ilişki. Spormetre 2010; 8(1): 35-41

133. Harrison GG, Buskirk ER, Carter JE, et al. Skinfold Thicknesses and Measurement Technique. In: Lohman TG, Roche AF, Marorell R (eds), Anthropometric Standardization Reference Manual. Champaign, Human Kinetics Books, 1988: 55-80

134. Callaway CW, Chumlea WC, Bouchard C, et al. Circumference in Anthropometric Standardization Reference Manual. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R (eds), Champaign, Human Kinetics Books, 1988: 39-54

135. Wilmore JH, Frisancho RA, Gordon CC. Body Breath Equipment and Measurement Technique. In: Lohman, TG, Roche AF, Marorell R (eds), Anthropometric Standardization Reference Manual. Illinois, Human Kinetics Books, 1988: 55-80

136. Carter JEL. The Heath-Carter Anthropometric Somatotype, Instruction Manual. San Diego, 2002: 1-8

137. Ross WD, Marfell-Jones MJ. Physiological Testing of the High-Performance Athlete. In: MacDougall JD, Wenger HA, Green HJ (eds), Kinanthropometry. Illinois, Human Kinetics Books Champain, 1991: 230

138. Sukul DMK, Den Hoed KS, Johannes EJ, et al. Direct and indirect methods forthe quantification of leg volume: comparison between water displacement volumetry, disk model method and the frustum sign model method, using the

correlation coefficient and the limits of agreement. Brit J Biomed Sci 1993; 15(6): 477-480

139. Mayrovitz HN, Sims N, Litwin B, et al. Foot volume estimates based on a geometrical gorithm in comparison to water displacement. Lymphology 2005; 38: 20-27

140. Kwon, Y.H.(1998). Modified Hanavan Model. http://www.kwon3d.com/theory/bspeq/hanavan.html/. (08.9.2016).

141. Schmidt RA. Motor Learling and Performance. Amerika, Human Kinetics Pubmed, 1991: 18

142. McGraw B, McClenaghan BA, Williams HG, et al. Gait and postural stability in obese and nonobese prepuberta boys. Arch Phys Med Rehab 2000; 81(4): 484-489

143. Rogers ME, Rogers NL, Take SN. Balance training in older adults. Aging Health 2005; 1(3): 475-486

144. Guskiewicz KM, Perrin DH. Research and clinical applications of assessing balance. J Sport Rehabil 1996; 5: 45-63

145.Çelenk Ç, Marangoz İ, Aktuğ ZB, et al. The effect of quadriceps femoris and hamstring muscular force on static and dynamic balance performance. Int J Phy Edu Sports Health 2015; 2(2): 323-325

146. Mohammadi V, Alizadeh M, Gaieni A. The effects of six weeks strength exercises on static and dynamic balance of young male athletes. Social Behavioral Sci 2012; 31: 247-250

147. Siriphorn A, Chamonchant D. Wii balance board exercise improves balance and lower limb muscle strength of overweight young adults. J Phys Ther Sci 2015; 27(1): 41-46

148. Young MD, Jordan D, Metzl MAY. Strength training for the young athletes. Med Pediatric Annals 2010; 39(5): 293-299

149. Lowes LP, Westcott SL, Palisano RJ, et al. Muscle force and range of motion as predictors of standing balance in children with cerebral palsy. Phys Occup Ther Pediatr 2004; 24(1-2): 57-77

150. Atay E, Başalan F. Investigation of the effect of changes in muscle strength in gestational age upon fear of falling and quality of life. Turk J Med Sci 2015; 45(4): 977-983

151. Campbell AJ, Borrie MJ, Spears GF. Risk factors for falls in a community based prospective study of people 70 years and older. J Gerontol 1989; 44(5): 112-117

152. Mayson DJ, Kiely DK, LaRose SI et al. Leg strength or velocity of movement: which is more influential on the balance of mobility limited elders. Am J Phys Med Rehabi 2008; 87(12): 969-976

153. Liman ÖN. Aerobik-Step ve Plates Egzersizlerinin Kuvvet, Esneklik, Anaerobik Güç, Denge ve Güç Komposizyonuna Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara 2008

154.Özkan A, Sarol H. Dağcılarda vücut kompozisyonu, bacak hacmi, bacak kütlesi, anaerobik performans ve bacak kuvveti arasındaki ilişki. Spormetre 2008; 6(4): 175-181

155. Zorba E, Özkan A, Akyüz M, ve ark. Güreşçilerde bacak hacmi, bacak kütlesi, anaerobik performans ve bacak kuvveti arasındaki ilişki. Int J Hum Sci 2010; 7(1): 83-96

156. Akıl M, Çelenk Ç, Aktug ZB, et al. The effect of lower extremity masses and volumes on the balance performance of athletes. Biomedres 2016; 27(3): 877-882

EKLER

EK.1. BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Bilgilendirme Bölümü:

İştirak edilecek bu çalışma bir araştırmadır. Bu çalışma, ‘’Profesyonel futbolcularda izokinetik bacak kuvveti ile denge performansı, bacak hacmi ve bacak kütlesi arasındaki ilişkinin incelenmesi” adını taşımaktadır. Araştırmanın amacı; futbolcuların izokinetik bacak kuvveti ile denge performansı, bacak hacmi ve bacak kütlesi arasındaki ilişkinin belirlenmesidir. Araştırmanın süresi 1-2 haftadır. Araştırmaya katılan gönüllü sayısı 40 kişidir. Araştırmaya katılan katılımcılardan;

- Boy ölçüm aracı (stadiometre) ile; boy uzunluğu,
- Body composition analyzer cihazı (tartı aleti) ile; kilo, vücut yağ kütlesi, yağsız kütlesi, vki, vb.
- Ayak ve bacak hacimleri; antropometrik set aracılığı ile ölçülecektir. (Ayak, uyluk ve bacak hacimleri)
- Kuvvet; $60°s^{-1}$, $180°s^{-1}$ ve $300°s^{-1}$ açısal hızlarda izokinetik dinamometre (Biodex System 2 Pro, USA) aracılığı ile her iki bacakta ölçülecektir.
- Denge becerisi; denge sistemi (Biodex, Inc, Shirley, NY, USA) ile belirlenecektir. Sporcuların dengeleri, denge ölçüm protokollerinden statik denge ve dinamik denge olarak ölçülecektir

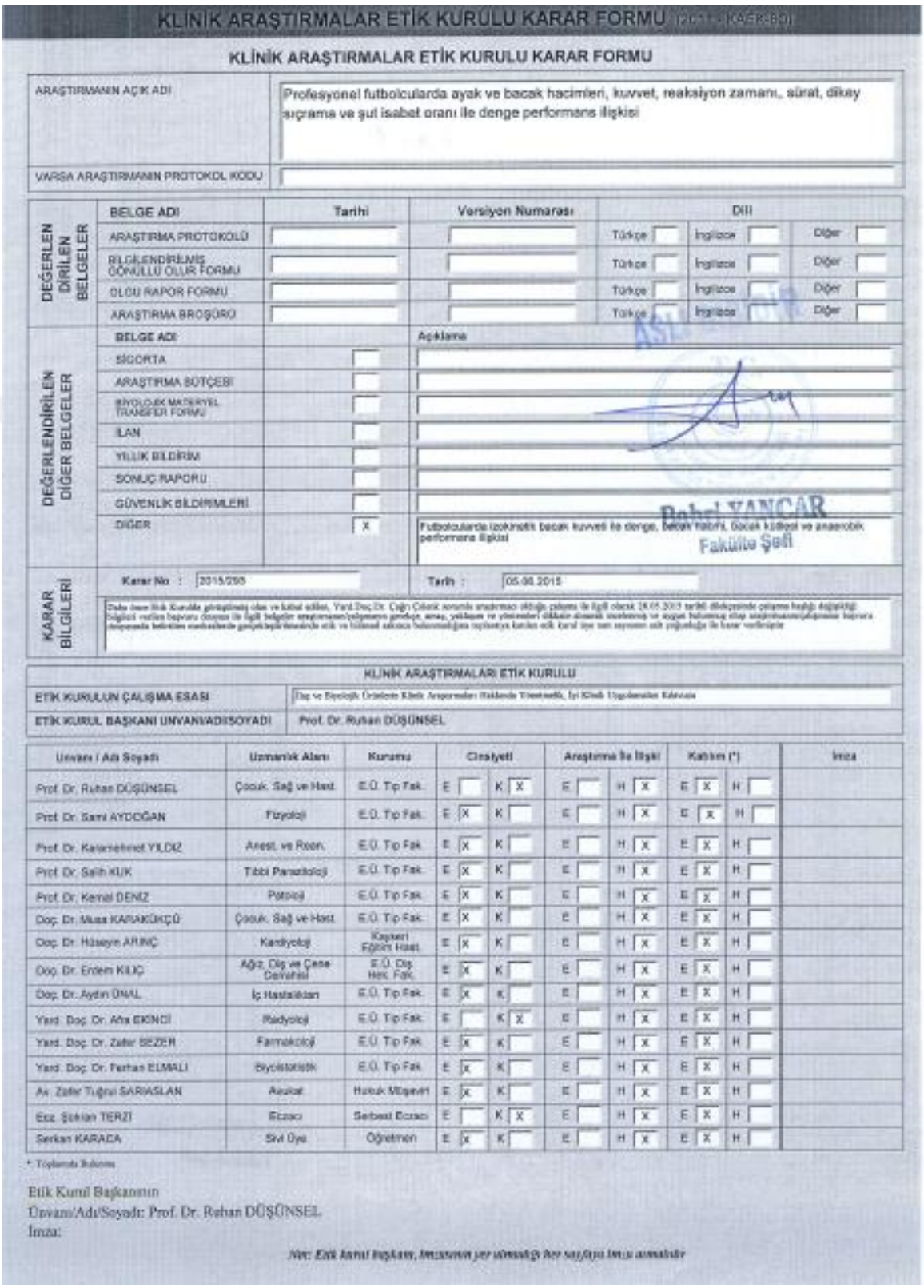
Araştırma sırasında karşılaşılabilecek riskler bulunmamaktadır. Çalışma sırasında meydana gelebilecek bir sağlık sorunu durumunda tedavi masrafları araştırmacı tarafından karşılanacaktır. Çalışmaya katılan gönüllülerin yol masrafları ve uzun süren ölçümler sırasında yemek masrafları araştırmacı tarafından karşılanacaktır. Araştırmaya katılım isteğe bağlıdır. İstediğiniz zaman bir cezaya veya yaptırıma maruz kalmaksızın ve hiçbir hakkını kaybetmeksizin, araştırmaya katılmayı reddedebilir veya araştırmadan çekilebilirsiniz, Kimliğiniz ile ilgili kayıtlar gizli tutulacak, kamuoyuna açıklanamayacak ve araştırma sonuçlarının yayımlanması halinde bile kimliğiniz gizli kalacaktır. Araştırma süresince koordinatör Çağrı ÇELENK’e 0542 7267236 nolu telefondan 24 saat ulaşabilirsiniz.

Gönüllü Oluru Bölümü:

Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formundaki tüm açıklamaları okudum. Bana, konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama, aşağıda adı belirtilen kişi tarafından yapıldı. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabileceğimi ve kendi isteğime bakılmaksızın araştırmacı tarafından araştırma dışı bırakılabileceğimi biliyorum”. “Söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın, kendi rızamla katılmayı kabul ediyorum”. İmzalı bu form kâğıdının bir kopyası bana verilecektir.

	Adı Soyadı	**İmzası**	**Tarih**
Katılımcının (Gönüllü)			
Açıklamaları Yapan Kişinin			
Olur İşlemine Tanık Olan Kişinin			
Yasal Temsilcinin			

EK.2. ETİK KURUL RAPORU



KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Profesyonel futbolcularda ayak ve bacak hacimleri, kuvvet, reaksiyon zamanı, sürat, dikey sıçrama ve şut isabet oranı ile denge performans ilişkisi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	BELGE ADI	Tarihi	Versiyon Numarası	Dil		
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ			Türkçe	İngilizce	Diğer
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU			Türkçe	İngilizce	Diğer
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe	İngilizce	Diğer
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe	İngilizce	Diğer

DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	BELGE ADI		Açıklama
	SİGORTA		
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ		
	BİYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU		
	İLAN		
	YILLIK BİLDİRİM		
	SONUÇ RAPORU		
	GÜVENLİK BİLDİRİMLERİ		
	DİĞER	X	Futbolcularda izokinetik bacak kuvveti ile denge, bacak hacmi, bacak kilosu ve anaerobik performans ilişkisi

KARAR BİLGİLERİ		
Karar No :	2015/293	Tarih : 05.06.2015

Etik kurul üyesi Yard.Doç.Dr. Çağrı Çelenk sorumlu araştırmacı olduğu çalışma ile ilgili olarak 28.05.2015 tarihli dilekçesinde çalışma başlığı değişikliği bilgilerini verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir

KLİNİK ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU	
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	Tıp ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu
ETİK KURUL BAŞKANI UNVANI/ADI/SOYADI	Prof. Dr. Ruhan DÜŞÜNSEL

Unvanı / Adı Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyeti		Araştırma İle İlişki		Katılım (*)		İmza
Prof. Dr. Ruhan DÜŞÜNSEL	Çocuk. Sağ ve Hast.	E.Ü. Tıp Fak.	E [ ]	K [X]	E [ ]	H [X]	E [X]	H [ ]	
Prof. Dr. Sami AYDOĞAN	Fizyoloji	E.Ü. Tıp Fak.	E [X]	K [ ]	E [ ]	H [X]	E [X]	H [ ]	
Prof. Dr. Kerimehmet YILDIZ	Anest. ve Rean.	E.Ü. Tıp Fak.	E [X]	K [ ]	E [ ]	H [X]	E [X]	H [ ]	
Prof. Dr. Salih KUK	Tıbbi Parazitoloji	E.Ü. Tıp Fak.	E [X]	K [ ]	E [ ]	H [X]	E [X]	H [ ]	
Prof. Dr. Kemal DENİZ	Patoloji	E.Ü. Tıp Fak.	E [X]	K [ ]	E [ ]	H [X]	E [X]	H [ ]	
Doç. Dr. Musa KARAKÜKÇÜ	Çocuk. Sağ ve Hast.	E.Ü. Tıp Fak.	E [X]	K [ ]	E [ ]	H [X]	E [X]	H [ ]	
Doç. Dr. Hüseyin ARINÇ	Kardiyoloji	Kayseri Eğitim Hast.	E [X]	K [ ]	E [ ]	H [X]	E [X]	H [ ]	
Doç. Dr. Erdem KILIÇ	Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi	E.Ü. Diş Hek. Fak.	E [X]	K [ ]	E [ ]	H [X]	E [X]	H [ ]	
Doç. Dr. Aydın ÜNAL	İç Hastalıkları	E.Ü. Tıp Fak.	E [X]	K [ ]	E [ ]	H [X]	E [X]	H [ ]	
Yard. Doç. Dr. Afra EKİNCİ	Radyoloji	E.Ü. Tıp Fak.	E [ ]	K [X]	E [ ]	H [X]	E [X]	H [ ]	
Yard. Doç. Dr. Zafer SEZER	Farmakoloji	E.Ü. Tıp Fak.	E [X]	K [ ]	E [ ]	H [X]	E [X]	H [ ]	
Yard. Doç. Dr. Ferhan ELMALI	Biyoistatistik	E.Ü. Tıp Fak.	E [X]	K [ ]	E [ ]	H [X]	E [X]	H [ ]	
Av. Zafer Tuğrul SARIASLAN	Avukat	Hukuk Müşaviri	E [X]	K [ ]	E [ ]	H [X]	E [X]	H [ ]	
Ecz. Şükran TERZİ	Eczacı	Serbest Eczacı	E [ ]	K [X]	E [ ]	H [X]	E [X]	H [ ]	
Serkan KARACA	Sivil Üye	Öğretmen	E [X]	K [ ]	E [ ]	H [X]	E [X]	H [ ]	

* Toplantıda Bulunma

Etik Kurul Başkanının
Ünvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Ruhan DÜŞÜNSEL
İmza:

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer olmadığı her sayfaya imza atmalıdır

EK.2. ETİK KURUL RAPORU

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Profesyonel futbolcularda ayak ve bacak hacimleri, kuvvet, reaksiyon zamanı, sürat, dikey sıçrama ve şut isabet oranı ile denge performansı ilişkisi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

ETİK KURUL BİLGİLERİ	
ETİK KURULUN ADI	ERCİYES ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
AÇIK ADRES	Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Cebeciliği Melikgazi/KAYSERİ
TELEFON	0 352 437 49 10 - 11
FAKS	0 352 437 52 05
E-POSTA	byancar@erciyes.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ					
KOORDİNATÖR / SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI / ADI / SOYADI	Yard.Doç.Dr. Çağla Çelenk				
KOORDİNATÖR SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Hareket ve Antrenman Bilimi				
KOORDİNATÖR / SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Erciyes Üniversitesi BESYO/Kayseri				
VARSA İDARİ SORUMLU ÜNVANI ADI SOYADI					
DESTEKLEYİCİ					
PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)					
DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ					
ARAŞTIRMANIN FAZI VE TÜRÜ	FAZ 1	☐			
	FAZ 2	☐			
	FAZ 3	☐			
	FAZ 4	☐			
	Gözlemsel ilaç çalışması	☐			
	Tıbbi cihaz klinik araştırması	☐			
	İn vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları	☐			
	İlaç dışı klinik araştırma	X			
	Diğer ise belirtiniz	Doktora Tezi			
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEKMERKEZ X	ÇOKMERKEZ ☐	ULUSAL X	ULUSLARARASI ☐	

ASLI GİBİDİR

Behri YANCAR
Fakülte Şefi

Etik Kurul Başkanının
Ünvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Rahan DÜŞÜNSEL
İmza:

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

EK.3. SPORCU BİLGİ FORMU

Adı-Soyadı:
Doğum tarihi:
Oynadığı mevki:
Dominant bacak:

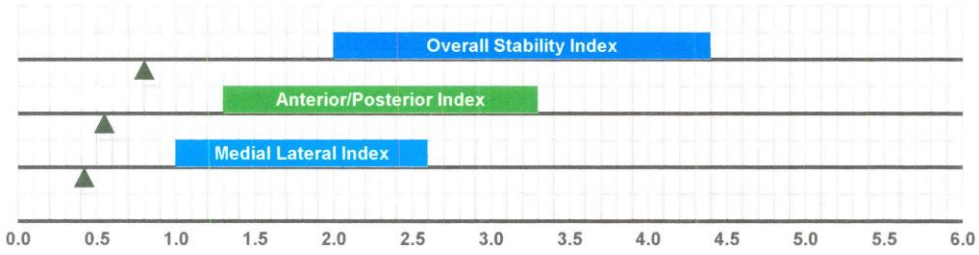
- Amatör-profesyonel toplam kaç yıldır futbol oynuyorsunuz?
- Profesyonel olarak kaç yıldır futbol oynuyorsunuz?
- Son 6 ay içerisinde diz ve uyluk bölgesinde 48 saatten fazla normal aktiviteyi kısıtlayan herhangi bir kas veya ligamente ait yaralanma yaşadınız mı?
- Son 24 saat içerisinde herhangi bir fiziksel aktivitede bulundunuz mu?
- İşitme bozukluğunuz var mı?
- Görme bozukluğunuz var mı?

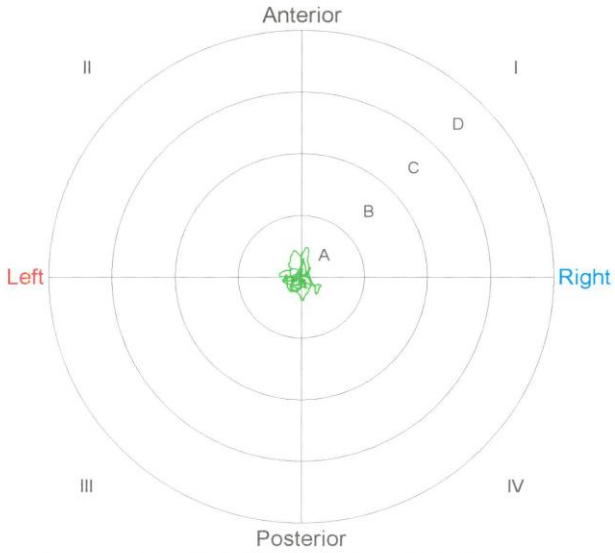
EK.4. İZOKİNETİK DENGE ÖLÇÜM ÇIKTISI

Athletic Single Leg Stability Test Results

Date	26/01/2016 12:30	FOOT PLACEMENT	Left	PROTOCOL	
Name	MIZGIN	Foot Angle	10	Platform Setting	Static
Height	166-186	Heel Position	D12	Test Trial Time	20 secs
Age	23			Test Trials	1
Diagnosis				Cursor	ON
				Device	Balance SD

	Actual Score	Std Dev	Normal Score	Std Dev
Overall Stability Index	0.80	0.54	3.20	1.20
Anterior/Posterior Index	0.55	0.53	2.30	1.00
Medial Lateral Index	0.42	0.42	1.80	0.80





Comments

Clinician

BIODEX

EK.5. İZOKİNETİK KUVVET ÖLÇÜM ÇIKTISI

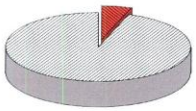
General Evaluation

Name:	**mizgin demir**	Session:	**11/30/2006 3:15:03 AM**	Windowing:	**None**
ID:	**5070574847**	Involved:	**None**	Protocol:	**Isokinetic Bilateral**
Birth Date:	**1/1/1992** (M/d/yyyy)	Clinician:	**burak bey**	Pattern:	**Extension/Flexion**
Ht:	**172**	Referral:		Mode:	**Isokinetic**
Wt:	**72.0**	Joint:	**Knee**	Contraction:	**CON/CON**
Gender:	**Male**	Diagnosis:		GET:	**23 N-M at 90 Degrees**

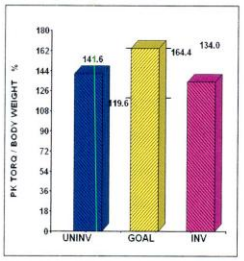
		EXTENSION 300 DEG/SEC			FLEXION 300 DEG/SEC		
# OF REPS (300/300): R 15 - L 15		UNINVOLVED RIGHT	INVOLVED LEFT	DEFICIT	UNINVOLVED RIGHT	INVOLVED LEFT	DEFICIT
PEAK TORQUE	N-M	101.6	96.2	5.3	63.8	58.8	7.7
PEAK TQ/BW	%	141.6	134.0		88.9	82.0	
MAX REP TOT WORK	J	111.7	95.9	14.1	62.6	48.9	21.9
COEFF. OF VAR.	%	9.5	18.4		12.0	16.8	
AVG. POWER	WATTS	247.4	222.9	9.9	113.4	91.9	18.9
TOTAL WORK	J	1514.2	1290.6	14.8	724.4	569.1	21.4
ACCELERATION TIME	MSEC	60.0	40.0		100.0	80.0	
DECELERATION TIME	MSEC	120.0	90.0		130.0	80.0	
ROM	DEG	88.0	86.7		88.0	86.7	
AVG PEAK TQ	N-M	92.9	82.1		52.7	49.0	
AGON/ANTAG RATIO	%	62.8	61.2	G: 78.0			

EXTENSION

Deficit
5.3 %

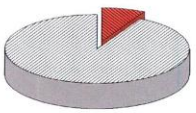


300 DEG/SEC

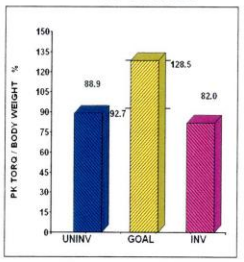


FLEXION

Deficit
7.7 %



300 DEG/SEC



Comments:

PEAK TORQUE: Highest muscular force output at any moment during a repetition. Indicative of a muscle's strength capabilities.
PEAK TQ/BW : Represented as a percentage normalized to bodyweight and compared to an established goal
MAX REP TOT WORK: Total muscular force output for the repetition with greatest amount of work. Work is indicative of a muscle's capability to produce force throughout the range of motion
AVG. POWER: Total work divided by time. Power represents how quickly a muscle can produce force.
ACCELERATION TIME: Total time to reach Isokinetic speed. Indicative of a muscle's neuromuscular capabilities to move the limb at the beginning of the range of motion
DECELERATION TIME: Total time to go from Isokinetic speed to zero speed. Indicative of a muscle's neuromuscular capability to eccentrically control the limb at the end of the range of motion.
AGON/ANTAG RATIO: The Reciprocal muscle group ratio. Excessive imbalances may predispose a joint to injury
DEFICITS: 1 to 10% No significant difference between extremities.
11 to 25% Rehabilitation recommended to improve muscle performance balance.

ÖZGEÇMİŞ

1. BİREYSEL BİLGİLER

Ad : Zait Burak

Soyad : AKTUĞ

Doğum yeri ve tarihi : Niğde 20.02.1982

Medeni hali : Evli

İletişim adresi : Bor yolu Niğde Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Bor/NİĞDE

2. EĞİTİM BİLGİLERİ

Derece	Alan	Üniversite	Yıl
Lisans	Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği	Niğde Üniversitesi/Niğde	2011
Yüksek Lisans	Antrenörlük	Selçuk Üniversitesi/Konya	2013
Doktora	Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri	Erciyes Üniversitesi/Kayseri	2016

3. ÜNVANLAR

Ünvan	Kurum	Yıl
Araş. Gör.	Adıyaman Üniversitesi	2012-2015
Araş. Gör.	Niğde Üniversitesi	2015-2016
Araş. Gör.	Erciyes Üniversitesi (Geçici Görevlendirme)	2016

4. MESLEKİ DENEYİM

Görev	Kurum	Yıl
Araş. Gör.	Erciyes Üniversitesi	2016
Araş Gör.	Niğde Üniversitesi	2015-2016
Araş Gör.	Adıyaman Üniversitesi	2012-2015
Antrenör	Erzin Belediyespor Antrenörlüğü	2011-2013
Antrenör	Niğde Belediyespor Antrenörlüğü	2010-2011
Sporcu	Bursa Nilüferspor (Prof. futbolcu)	2009-2010
Sporcu	Yeni Malatyaspor (Prof. futbolcu)	2008-2009
Sporcu	Küçükköyspor (Prof. futbolcu)	2007-2008
Sporcu	Hatayspor (Prof. futbolcu)	2006-2007
Sporcu	Çankırıspor (Prof. futbolcu)	2005-2006
Sporcu	İnegölspor (Prof. futbolcu)	2003-2005
Sporcu	Karamanspor (Prof. futbolcu)	2001-2003
Sporcu	Ankaragücü (Prof. futbolcu)	1999-2001
Sporcu	Genç Milli Takım	1997-2001

5. BAŞARILAR

Kurum	Başarı	Yıl
Genç Milli Takım	Olimpiyat 2.liği (Futbol)	1998
50. Yıl Lisesi	Liseler Arası Dünya 1.liği (Futbol)	1997

6. YAYINLAR

Ulusal ve Uluslararası dergilerde yayınlanan makaleler

AKIL A, ÇELENK Ç, **AKTUĞ ZB**, MARANGOZ İ, YILMAZ T, TOP E. The effect of lower extremity masses and volumes on the balance performance of athletes. Biomedical Research, 2016; 27(3): 877-882 (SCI: Science Citation Index)

MARANGOZ İ, **AKTUĞ ZB,** ÇELENK Ç, TOP E, EROĞLU H, AKIL M. The comparison of the pulmonary function of the individuals having regular exercises and sedentary individuals. Biomedical Research, 2016; 27(2): 357-359 (SCI: Science Citation Index)

İRİ R, İBİŞ S, **AKTUĞ ZB**. The investigation of the relation between physical activity and academic success. Journal of Education and Learning, 2017 6(1): 122-129 (ERIC)

İRİ R, **AKTUĞ ZB**, KOÇ M, ŞAHİN İ, MURATHAN F. The effect of fatigue in elite young female wrestlers upon balance performance and reaction time. Biomedical Research, 2016; 27(4): 1166-1170 (SCI: Science Citation Index)

İBİŞ S, İRİ R, **AKTUĞ ZB**. Bayan voleybolcuların bacak hacim ve kütlesinin denge ve reaksiyon zamanına etkisi. Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi. 2015; 12(2): 1296-1308.

AKTUĞ ZB, HARBİLİ E, HARBİLİ S. Comparison of isokinetic knee strength between the dominant and non-dominant legs and relationships among isokinetic strength, vertical jump, and speed performance in soccer players. Turkiye Klinikleri Spor Bilimleri Dergisi 2016; 8(1): 8-14

ÇELENK Ç, MARANGOZ İ, **AKTUĞ ZB,** TOP E, AKIL A. The effect of quadriceps femoris and hamstring muscular force on static and dynamic balance performance. International Journal of Physical Education, Sports and Health. 2015; 2(2): 323-325

DÜNDAR A, ARSLAN C, ARPACI A, **AKTUĞ ZB**, MURATHAN F. Yüzücülerde farklı yüklenmeli yüzme performanslarının glikoz ve insülin üzerine etkileri. International Journal of Science Culture and Sport. 2014: 391-396

ŞİMŞEK E, **AKTUĞ ZB,** ÇELENK Ç, YILMAZ T, TOP E, KARA E. 9-15 yaş arası futbolcuların fiziksel özelliklerinin yaş değişkenlerine göre incelenmesi. International Journal of Science Culture and Sport. 2014: 460-468

AKTUĞ ZB, UĞURLU FM, YETİŞ Ü, DÜNDAR A, MURATHAN F. Futbol branşında sporcuların başarı motivasyon düzeylerinin farklı değişkenler açısından incelenmesi. International Journal of Science Culture and Sport. 2014: 540-552

MURATHAN F, MURATHAN T, YETİŞ Ü, **AKTUĞ ZB,** DÜNDAR A**.** Üniversite öğrencilerinde sağlıklı yaşam biçimi davranışları ile fiziksel aktivite düzeylerinin incelenmesi. Niğde Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi. 2013; 7(2): 100-107

Uluslar arası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında (Proceeding) basılan bildiriler

AKIL M, CELENK C, **AKTUĞ ZB**, MARONGOZ İ, YILMAZ T, TOP E. The effect of lower extremitv masses and volumes on the balance performance of athletes. 20th Annual Congress of the European College of Sport Science 24 - 27tr June 2015-Sweden

TOP E, CELENK C, MARONGOZ İ, **AKTUĞ ZB**, YILMAZ T, AKIL M. The effect of somatotype characteristics of athletes on the balance performance. 20th Annual Congress of the European College of Sport Science 24 - 27tr June 2015-Sweden

AKTUĞ ZB, HARBİLİ E, HARBİLİ S. Futbolcularda izokinetik hamstring quadriceps kas kuvvet oranı ile dikey sıçrama ve sürat performans ilişkisi. 13. Spor Bilimleri Kongresi, 7-11 Kasım 2014-Konya, (Sözel Sunum)

AKTUĞ ZB, YETİŞ Ü, MURATHAN F. Obesity frequency of the university students and analyzing the level of physical aktivity. 55. ICHPER. SD World Congress, 2013-İstanbul.

AKTUĞ ZB, UĞURLU FM, YETİŞ Ü, DÜNDAR A, MURATHAN F. Futbol branşında sporcuların başarı motivasyon düzeylerinin farklı değişkenler açısından incelenmesi, International Science Culture And Sport Associatıon Congress, 2014-Bosna Herzigova

UĞURLU FM, MURATHAN F, **AKTUĞ ZB**. Analyzing the physical activity levels and healthy life style behaviors of university students 55. ICHPER. SD World Congress, 2013-İstanbul.

DÜNDAR A, KOÇ M, **AKTUĞ ZB**. Analysis of obesity frequency and physical activity of elementary education students. 55. ICHPER. SD World Congress, 2013-İstanbul.

İRİ R, **AKTUĞ ZB**. Investıgating the relationship between dynamic balance skill and agility performance. The 10th International Conference in Physical Educatıon, Sports and Physical Therapy, 2016, Elazığ.

İBİŞ S, **AKTUĞ ZB**. Comparing the static and dynamic balance performances of professional and amateur football players. The 10th International Conference in Physical Educatıon, Sports and Physical Therapy, 2016, Elazığ.

İRİ R, **AKTUĞ ZB**, İBİŞ S. Comparing some motoric and physical properties of children swimming and not swimming as sports. The 10th International Conference in Physical Educatıon, Sports and Physical Therapy, 2016, Elazığ.

İBİŞ S, **AKTUĞ ZB**, İRİ R. Fen, imam hatip ve spor lisesi öğrencilerinin fiziksel aktivite seviyesi ile akademik başarı arasındaki fark ve ilişkinin belirlenmesi. 14. Spor Bilimleri Kongresi, 2016, Antalya.