

2015

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FUTBOL MAÇININ OLUŞTURDUĞU YORGUNLUĞUN BİYOMEKANİK
PARAMETRELER VE NÖROMÜSKÜLER PERFORMANSA ETKİSİ**

Doktora Tezi

**Uzman Fizyoterapist
Serdar ARSLAN**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Kadir Ahmet ERTAT**

**İZMİR
2015**

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FUTBOL MAÇININ OLUŞTURDUĞU YORGUNLUĞUN BİYOMEKANİK
PARAMETRELER VE NÖROMÜSKÜLER PERFORMANSA ETKİSİ

Spor Hekimliği Anabilim Dalı
Sporda Biyomedikal Uygulamalar Programı

Doktora Tezi

Uzman Fizyoterapist
Serdar ARSLAN

DANIŞMAN
Prof. Dr. Kadir Ahmet ERTAT

İZMİR
2015

TEZ ONAY SAYFASI

Kurum Adı : Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Anabilim Dalı : Spor Hekimliği

Program : Sporda Biyomedikal Uygulamalar

Tez Konusu : Futbol maçının oluşturduğu yorgunluğun biyomekanik parametreler ve nöromüsküler performansa etkisi

Danışman : Prof.Dr. K. Ahmet ERTAT

Tezi Hazırlayan : Uzm. Fzt. Serdar ARSLAN

Değerlendirme Kurulu Üyeleri :

Başkan(Danışman) : Prof.Dr. K. Ahmet ERTAT 

Üye / İmza : Prof. Dr. Çetin İŞLEĞEN 

Üye / İmza : Prof. Dr. Bahtiyar ÖZÇALDIRAN 

Üye / İmza : Prof. Dr. B. Muammer KAYATEKİN 

Üye / İmza : Doç.Dr. Duygu ILGIN 

Tezin Kabul Edildiği Tarih : 30/07/2015

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında fedakarlık göstererek destek olan eşim Uzm. Fzt. Tuğba ARSLAN'a tüm içtenliğimle teşekkür ederim. Doktora eğitimim boyunca ve tez çalışmalarım sırasında bilgilerini benimle paylaşan ve desteklerini esirgemeyen Prof. Dr. Kadir Ahmet ERTAT, Prof. Dr. Çetin İŞLEGEN, Prof. Dr. S. Oğuz KARAMIZRAK, Prof. Dr. Metin ERGÜN ve Prof. Dr. Cengizhan ÖZGÜRBÜZ'e teşekkürlerimi sunuyorum. Tez aşaması boyunca zaman konusunda göstermiş olduğu anlayıştan ötürü Op.Dr. Bülent ZEREN'e teşekkür ederim. Çalışmama katılan sporculara ciddiyet, hoşgörü ve fedakarlıklarından dolayı teşekkür ediyorum. Veri toplama aşamasındaki yardımlarından ötürü Altınordu Spor Kulübü yetkili ve çalışanlarına çok teşekkür ederim. Tez çalışmalarım sırasında yeterli zaman ayıramadığım oğlum Erdem, hayatımın tüm aşamalarında varlıklarını hissettiğim ve yaşamları boyunca benim için hiçbir fedakarlıktan kaçınmayan annem Şenay ve babam H. Emin ARSLAN'a sonsuz teşekkür ederim.

ÖZET

Futbol Maçının Oluşturduğu Yorgunluğun Biyomekanik Parametreler ve Nöromüsküler Performansa Etkisi

Bu çalışma ile futbol maçının oyunculara oluşturduğu yorgunluğun, iniş biyomekaniği parametreleri ve nöromüsküler performans üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlandı. Çalışmaya Altınordu Futbol Kulübü'nden yaş ortalaması 20.1 ± 3.6 , boy ortalaması 180.2 ± 5.9 cm ve vücut ağırlığı ortalaması 73.1 ± 2.0 kg olan profesyonel ve profesyonelliğe aday 18 gönüllü erkek futbol oyuncusu katıldı.

Resmi bir futbol maçından önce ve sonra “Borg Algılanan Yorgunluk Skalası” ile yorgunluk düzeyi saptandı. Olgulardan maç öncesi ve sonrası “drop jump” sıçrama yapmaları istendi. Sıçrama yüksekliği (cm), sıçrama gücü (W), bağıl güç (W/kg) ve reaktif kuvvet endeksi değerleri kuvvet platformu aracılığıyla ölçüldü. Sıçramalar önden ve yandan video kamera ile kayda alındı. Video analizi ile olguların iniş hatası puanlama sisteminden maç öncesi ve sonrası aldıkları skorlar hesaplandı.

Oyuncuların Borg Algılanan Ağrı ve Yorgunluk Ölçeğine göre maç öncesi ortalama yorgunluk düzeyi 7.2 ± 1.1 ; maç sonrası ortalama yorgunluk düzeyi ise 17.9 ± 1.9 olarak bulundu. Maç öncesi ve sonrası Borg Algılanan Ağrı ve Yorgunluk Ölçeği puanlarının farkı istatistiksel olarak anlamlı idi ($p < 0.05$). Olguların maç öncesi ortalama sıçrama yüksekliği 38.7 ± 5.5 cm; sıçrama gücü 2752.7 ± 566.9 W; bağıl gücü 38.7 ± 9.1 W/kg; reaktif kuvvet endeksi 0.10 ± 0.04 idi. Maç sonrası ortalama sıçrama yüksekliği 37.8 ± 5.5 cm; sıçrama gücü 2742.3 ± 541.7 W; bağıl gücü 37.8 ± 8.4 W/kg; reaktif kuvvet endeksi 0.10 ± 0.03 olarak bulundu. Çalışmaya katılan oyuncular “İniş Hatası Puanlama Sistemi”nden maç öncesi ortalama 6.4 ± 2.0 ; maç sonrası 8.4 ± 2.6 puan aldılar. Nöromüsküler performans unsurlarının maç öncesi ve sonrası değerleri arasında istatistiksel anlamlı fark yoktu. Buna karşın oyuncuların maç öncesi ve maç sonrası “İniş Hatası Puanlama Sistemi” skorları arasında istatistiksel anlamlı fark vardı.

Futbol maçında oluşan yorgunluğun iniş biyomekaniğini bozduğu sonucuna varıldı. Nöromüsküler performansta düşüş olmamasına karşın, iniş biyomekaniğindeki bu bozulmanın postüral kontrol, proprioseptif keskinlik ve nöromüsküler kontroldeki bozulma ile ilişkili olabileceği düşünüldü.

Anahtar Sözcükler: İniş, nöromüsküler fonksiyon, yorgunluk

ABSTRACT

The Effect of Soccer Match Induced Fatigue on Biomechanical Parameters and Neuromuscular Performance

In this study, it was aimed to evaluate the effects of soccer match induced fatigue on landing biomechanical parameters and neuromuscular performance. A total of 18 young professional male soccer players of the Altınordu Football Club, with mean age of 20.1 ± 3.6 yrs, mean body weight of 73.1 ± 2.0 kg, and mean height of 180.2 ± 5.9 cm participated in the study as volunteers.

Fatigue level was assessed with the Borg Rate of Perceived Exertion and Pain scale before and following an official football match. The drop jump test was applied before and following the match. Jump height (cm), jump power (W), the relative power (W/kg) and reactive strength index were measured using a force platform. Off-the-shelf camcorders recorded frontal and sagittal plane views of the subject performing the task. The Landing Error Scoring System (LESS) was scored from replay of this video. Pre-match and post-match LESS scores were calculated.

According to Borg Perceived Pain and Fatigue Scale, before the match the players average fatigue level was 7.2 ± 1.1 ; after the match the average level of fatigue was 17.9 ± 1.9 . The difference of before and after the match Borg Perceived Pain and Fatigue Scale score was statistically significant ($p < 0.05$). The pre-match average jump height, jump power, relative power and reactive strength index of the cases were 38.7 ± 5.5 cm, 2752.7 ± 566.9 W, 38.7 ± 9.1 W/kg and 0.10 ± 0.04 , respectively. The post-match average jump height, jump power, relative power and reactive strength index of the cases was 37.8 ± 5.5 cm, 2742.3 ± 541.7 W, 37.8 ± 8.4 W/kg and 0.10 ± 0.03 , respectively. Pre-match Landing Error Scoring System average was 6.4 ± 2.0 , and post-match score was 8.4 ± 2.6 . There were no statistically significant differences between pre-match and post-match neuromuscular element scores. However, pre-match and post-match Landing Error Scoring System scores were statistically significant different for the players.

It was concluded that fatigue that occurs in a soccer match disrupts landing biomechanics. Impairment of landing biomechanics related with reduction of postural control, proprioceptive acuity and neuromuscular control.

Keywords: Landing, neuromuscular function, fatigue

İÇİNDEKİLER

1.GİRİŞ	1
2.GENEL BİLGİLER	4
2.1. Sporcularda Nöromusküler Fonksiyon ve Ölçümü.....	4
2.2. Newtest Powertimer	6
2.3. Egzersiz ve Spor Biyomekaniği.....	7
2.4. İniş Hatası Puanlama Sistemi.....	10
2.5. Yorgunluk	15
2.5.1. Yorgunluk Nedenleri ve Yeri.....	17
2.5.1.1. Santral Yorgunluk.....	18
2.5.1.2. Periferik Yorgunluk	19
2.5.2. Borg'un Algılanan Ağrı ve Yorgunluk Düzeyi Ölçeği.....	22
3.GEREÇ YÖNTEM	23
3.1. Evren ve Örneklem	23
3.2. Araştırma Yer ve Zamanı.....	23
3.3. Olgular	23
3.4. Ölçüm Araç ve Gereçleri	24
3.5. Deney Düzenekinin Hazırlanması	24
3.6. Deney Protokolü	24
3.7. İstatistiksel Analiz.....	25
4. BULGULAR.....	28
4.1. Demografik Özellikler	28
4.2. Borg Algılanan Ağrı ve Yorgunluk Ölçeği Sonuçları	30
4.3. Nöromusküler Performans Sonuçları.....	31
4.4. İniş Hatası Puanlama Sistemi Sonuçları	31
5. TARTIŞMA	32
5.1. Nöromusküler Performans	32
5.2. Biyomekanik Parametreler.....	33
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	35
6.1. Sonuçlar	35
6.2. Öneriler	36
7.KAYNAKLAR	37

ŞEKİL, GRAFİK VE FOTOĞRAF DİZİNİ

Şekil 1 Yorgunluktan sorumlu olabileceği düşünülen bölgeler	18
Şekil 2. Çalışma dizaynında sıçrama kutusu ve kameraların yerleşimi	26
Fotoğraf 1. Sıçrama kutusu, sıçrama minderi ve frontal plandaki kameranın yerleşimi	27
Fotoğraf 2. Sıçrama kutusu, sıçrama minderi ve sagital plandaki kameranın yerleşimi	27
Grafik 1. Oyuncuların oyun pozisyonlarına göre dağılımı	29
Grafik 2. Oyuncuların statülerine göre dağılımı	29
Grafik 3. Oyuncuların geçirilmiş yaralanma profilleri	30

TABLO DİZİNİ

Tablo 1. Newtest Powertimer sistemi ile ölçülebilecek performans bileşenleri.....	7
Tablo 2. İniş hatası puanlama sistemi	12
Tablo 3. Fiziksel stres ve yorgunluğun gözlenmesinde kullanılabilecek değişkenler	21
Tablo 4. Borg'un algılanan ağrı ve yorgunluk düzeyi ölçeği	22
Tablo 5. Olguların demografik özellikleri	28
Tablo 6. Olguların nöromüsküler fonksiyon özellikleri	31



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Adenozin difosfat: **ADP**

Adenozin trifosfat: **ATP**

Algılanan zorluk derecesi: **AZD**

Amerika Birleşik Devletleri National College Athletic Association Yaralanma Gözetim Sistemi: **NCAA-ISS**

Elektromiyografi: **EMG**

Fosfokreatin: **PCr**

Global konumlandırma sistemi: **GPS**

Hidrojen iyonu: **H⁺**

İnorganik fosfat: **Pi**

Laktik asit: **LA**

Milisaniye: **ms**

Ön çapraz bağ: **ÖÇB**

Potasyum iyonu: **K⁺**

Perceived rate of exertion: **RPE**

Running-based Anaerobic Sprint Test: **RAST**

Standart sapma: **SS**

1. GİRİŞ

Oynadığı düzey ne olursa olsun, birçok kohort çalışmasında futbolcularda diz ön çapraz bağ yaralanma oranının %5'ten az olduğu gözlenmektedir (1). Kadın futbol oyuncularında, diz ön çapraz bağ (ÖÇB) yaralanmasının yıllık prevalansının %0.5-6.0 arasında; erkek futbol oyuncularında ise %0.6-8.5 aralığında olduğu dikkati çekmektedir. ABD National College of Athletic Association Yaralanma Gözetim Sistemi (NCAA-ISS) verilerine göre kadın futbol oyuncularının maç içerisindeki yaralanmalarının %6'sını, antrenmanda meydana gelen yaralanmaların ise %2'sini diz ÖÇB yaralanmaları oluşturmaktadır. Aynı sistemin verilerine göre erkek futbol oyuncularında meydana gelen yaralanmaların %1'inden azı diz ÖÇB yaralanmalarıdır (2). ABD'de diz ÖÇB yaralanmaları için yaklaşık yıllık 10.1 milyar ABD doları harcama yapıldığı düşünülmektedir (3). Türkiye'de, futbolcularda ÖÇB yaralanma sıklığı ile bunun maliyeti konusunda yapılmış düzenli bir istatistik bulunmamaktadır.

Diz ÖÇB yaralanmaları kısa vadede diz ağrısı, instabilite, güvensizlik, sporcunun uzun süre spordan uzak kalması gibi sonuçlar doğurmaktadır. Ayrıca, optimal cerrahi ve/veya rehabilitasyon programı uygulanırsa da diz ÖÇB yaralanmasının uzun dönemde diz osteoartrit riskini arttırdığı bilinmektedir (4-6).

Yukarıdaki verilerden anlaşılabacağı üzere, sporcularda gözlenen alt ekstremitte yaralanma oranı yüksek olup, bunun ortaya çıkardığı sonuçlarla baş etmek oldukça güç ve ideal tedaviye rağmen engellilik oranı da yüksektir (7).

Literatürde, spor yaralanmaları için birçok risk faktörü tanımlanmış olmasına rağmen, bunlardan birçoğu yok edilebilir risk faktörlerinden değildir. Yaş, cinsiyet, anatomik dizilim gibi risk olduğu ileri sürülen başlıkları yeniden düzenlemek olası değildir. Buna rağmen kuvvet, esneklik ve hareket dizilimleri gibi parametreleri değiştirip yaralanma riskini azaltmak mümkündür (5, 8-13).

Diz valgusundaki artış, alt ekstremitenin sagittal düzlemdeki artmış hareketi, kor stabilizasyon zayıflığı veya denge merkezini yönetmedeki yetersizlik, parmak ucu yerine topukla temas veya tek bir tarafla ilk teması sağlama gibi iniş biyomekaniğindeki yetersizlikler, alt ekstremitte spor yaralanmaları için risk oluşturan hareket dizilimleridir (5, 14-24).

Literatürde nöromüsküler yorgunluğun hamstring ve kuadriseps kas aktivasyonunda gecikmeye yol açtığı (25-27), proprioseptif keskinliği azalttığı (28-29), postüral kontrolü zayıflatığı (30-31), kinematik parametreleri değiştirdiği (32) ve iniş stratejilerini bozduğuna (33) yönelik az sayıda araştırma vardır. Ayrıca, nöromüsküler yorgunluğun biyomekanik hareket dizilimlerine nasıl yansıdığını araştıran çalışma sayısı oldukça kısıtlıdır. Var olan çalışmalar ise klinik ortamda veya laboratuvar koşullarında yapılmıştır (34-36). Futbol oyunu özelinde nöromüsküler yorgunluğun iniş biyomekaniğine etkisini sahada değerlendiren çalışma ise bulunmamaktadır.

Çeşitli egzersiz prosedürleri veya sportif aktiviteler sonrası nöromüsküler yorgunluğun nöromüsküler performansı azalttığı gösterilmiştir. Sıçrama yüksekliği, sırama gücü, kuvvet gelişim oranı, temas süresi gibi parametrelerin yapılan sportif etkinliğe bağlı olarak çeşitli oranlarda değiştiği ortaya konmuştur (37-42). Futbol oyunu ve diğer spor dalları sonrası ortaya çıkan nöromüsküler yorgunluğun nöromüsküler performansı düşürdüğünü iddia eden çalışmalar bulunmakla birlikte (43-47), nöromüsküler performanstaki değişimin çok sınırlı olduğunu gösteren bir çalışma da (48) yer almaktadır.

Spor yaralanmalarının önemi göz önüne alındığında, bu yaralanmalara zemin hazırlayan risk faktörlerinin ve bunları arttıran etkenlerin yok edilmesi son derece önemlidir. Bu bağlamda nöromüsküler yorgunluğun iniş biyomekaniğine etkisinin belirlenmesi yararlı sonuçlar doğurabilir. Ayrıca nöromüsküler performans ve nöromüsküler yorgunluk ilişkisinin ortaya konması sportif performansın planlamasına katkı sağlayabilir.

Bu nedenler ile; resmi bir futbol maının oyunculara oluşturduğu nşromşskşler yorgunluğun iniş biyomekaniğini nasıl etkilediğini belirlemek, nşromşskşler performansın oluşan bu yorgunluktan ne oranda etkilediğini gşrmek için bu çalışma planlandı. Ayrıca nşromşskşler performanstaki değişim ile iniş biyomekaniğindeki muhtemel bozulma arasında etkileşim olup olmadığını gşrmek ve nşromşskşler performansın hangi yollar şzerinden iniş biyomekaniğini bozduğunu tartişmak araştırmanın diğer bir gerekçesi oldu.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Sporcularda Nöromusküler Fonksiyon ve Ölçümü

Nöromusküler sistemin fonksiyonunun değerlendirilmesi, spor gibi insan hareketi ile ilgili bir takım alanlarda büyük önem taşımaktadır. Sportif performansı sınırlayan faktörlerin belirlenmesi, spor yaralanmaları için içsel risk faktörlerinin açıklanması, antrenman ve rehabilitasyon programlarının etkinliğinin gözlenmesi, bireyler ile gruplar arasındaki farkların karşılaştırılması ve yetenek saptamasının yapılabilmesi için nöromusküler fonksiyonun değerlendirilmesi gerekmektedir. Literatürde bu amaçla uygulanan protokoller büyük çeşitlilik gösterir. Ancak nöromusküler fonksiyonun rolünün değerlendirilmesi basit bir konu değildir. Günlük hayatta veya spor aktiviteleri sırasında gerçekleştirilen hareketler arasında kinetik ve kinematik açıdan büyük farklar söz konusudur, yani farklı nöromusküler aktivasyon dizilimleri gerektirirler.

Görece yavaş şekilde, ama büyük ağırlıkların kaldırılması yüksek kas gücünün görece uzun süreli (3-5 s) uygulanmasını gerektirir ve maksimal kas kuvvet kapasitesinin büyüklüğüne bağlıdır (49-56). Ancak çok sayıdaki fonksiyonel hareket güç üretimi için sınırlı zamanda görece hızlı ve güçlü kas kasılmasına dayanmaktadır (örneğin sprint, zıplama, tekme, yumruk, postüral düzeltmeler vb). Bu anılan hareketler sırasında uygulanan kuvvetin süresi genellikle çok sınırlıdır ve bu tip patlayıcı eylemlerin çoğunluğu 50 ile 250 ms arasındaki zaman dilimi içerisinde gerçekleşir (57). Bu nedenle araştırmacı ve uygulayıcılar, nöromusküler sistemin hızlı kuvvet uygulama yeteneği ile ilişkili olan patlayıcı kas kuvveti parametresi ile ilgilenirler (58).

Kısa bir zaman periyodu içerisinde maksimal kas kuvveti uygulama yeteneğine ek olarak, kas gevşeme kabiliyeti hem postüral düzeltmelerde hem de ters veya döngüsel hareketler ile karakterize fonksiyonel görevlerde kritik öneme sahiptir (49,59). Buradan maksimal kas kuvvet üretimi, kuvvet gelişim oranı (kas kasılma fazı esnasında kaydedilen kuvvet-zaman eğrisinin maksimum türevi (dF/dt) ve kuvvet gevşeme oranının (gevşeme fazı sırasındaki maksimum dF/dt) fonksiyonel hareket performansı için kritik öneme sahip unsurlar olabileceği sonucu çıkarılabilir (60).

Genellikle nöromüsküler fonksiyonların ölçümü, takım sporlarında aktivite sonrası toparlanmanın değerlendirilmesinde kullanılır. Çünkü diğer endirekt belirteçlerle karşılaştırıldığında, düşük frekanslı yorgunluğun gözlenmesinde daha fazla yarar sağlamaktadır. Nöromüsküler fonksiyonların ölçümü çeşitli sıçrama testleri (countermovement jump, squat jump vb.), sprint performansı, izokinetik ve izoinersial dinamometre ile yapılabilir (61-72). Sıçrama protokolleri, alt ekstremit kaslarının gerilme-kısalma kapasitesini yansıttıkları ve kas yorgunluğunu değerlendirebildikleri için yararlıdır (73-77). Ayrıca bu protokolleri yönetmesi kolaydır ve minimum ek yorgunluğa neden olurlar. Tüm bu avantajlarına karşın, bazı yazarlarca sıçrama protokollerinin nöromüsküler yorgunluğu ölçmedeki duyarlılıkları sorgulanmaktadır (78,79).

Video analizi, sıçrama performansını değerlendirmek için kullanılan yöntemlerden bir diğeridir, fakat zaman alıcı ve pratik değildir (80). Taşınabilir kuvvet platformları ile sıçrama sırasındaki kas kuvveti, güç, kuvvet gelişim oranı, sıçrama yüksekliği ve havada kalış süresi bilgileri elde edilebilir. Maç sonu yorgunluktaki değişimleri ölçmede duyarlı ve kullanışlı diğer bir değişken havada kalış süresi/ kontraksiyon zaman oranıdır, ki bu oran countermovement sıçramada ilk temastan oyuncu kuvvet platformundan ayrılana kadar geçen zamanı göstermektedir (79,81).

Bazı protokoller tek countermovement sıçramayı içermekte iken, diğerleri çoklu sıçrama önermektedir (örneğin beş tekrarlı countermovement sıçrama). Çünkü çoklu sıçramaları içeren protokollerde, tek bir sıçramaya göre bahsi geçen değişkenler için farklı değerler elde edilebilir, ki bu da yorgunluk mekanizmalarını anlamada yarar sağlayabilir (79,82). Taşınabilir kuvvet platformuna erişilemediği zaman sıçrama performansı temas minderi veya benzer bir sistem ile de değerlendirilebilir. Fakat bu yöntem diğer ölçüm yöntemleri ile karşılaştırıldığında sıçrama yüksekliğini vermede zayıf kalmaktadır (83).

Takım sporlarıyla uğraşan sporcularda, nöromüsküler fonksiyon izometrik ve izokinetik dinamometre kullanılarak değerlendirilebilir. Bu yöntemler ile izole kas gruplarına yönelik veri sağlamak mümkündür, fakat spora özgü hareketlere dönük bilgi vermede yetersiz kalırlar. Sonuç olarak, nöromüsküler yorgunluğu değerlendirmek için izokinetik ve izometrik dinamometre önerilmez (61,69,84).

Uzamış aralıklı aktivite sonrası sprint performansı bozulur, bunun ölçülmesi ile harekete özgü yorgunluk hakkında bilgi edinilir (69). Genellikle sprint yeteneğinin ölçülmesinde, kızılötesi zamanlayıcılar kullanılmaktadır. Bu sistemler kısa mesafelerde (10-30 m) güvenilir veri sağlamaktadırlar (20). Bunun dışında sprint performansının moniterize edilmesinde global konumlandırma sistemi (GPS) cihazları kullanılabilir. GPS aletleri, sistematik veri sağlamalarına rağmen, hareket hızını belirlemede eşzamanlı cihazlarla karşılaştırıldığında zayıf kalmaktadır. Bu sistemlerin kısa mesafelerde sprint hızına yönelik verdiği veriler güvenilir (85-88). Sonuç olarak; GPS cihazları maç ve antrenman sırasında sprint performansı hakkında bilgi vererek yorgunluğun antrenman kalitesi üzerine etkisinin daha iyi anlaşılmasına yardımcı olurlar.

Özetle üst ve alt ekstremité nöromüsküler fonksiyonun değerlendirilmesi, oyuncunun yorgunluk durumu hakkında yararlı bilgiler verir. Sıçrama performansının basit ölçümü ile ucuz ve büyük grupların değerlendirilmesi mümkün iken, kas gücü ve kuvvetinin ölçümü ile nöromüsküler fonksiyon hakkında kapsamlı bilgi sağlanabilir. Sprint performansının, sistematik takibine olanak veren cihazların kullanımı ile sporcunun nöromüsküler fonksiyonunun uzun vadeli gözlenmesi olasıdır.

2.2. Newtest Powertimer

Newtest Powertimer sporcu, antrenör, doktor, fizyoterapist ve ilgili profesyonellere sporcunun nöromüsküler fonksiyonları hakkında objektif sayısal veriler sağlar. Atletik performansın bileşenleri olan hız, patlama kuvveti, anaerobik güç ve reaksiyon süresi bu sistem yardımıyla ölçülebilir. Elde edilen veriler; antrenman programlarının düzenlenmesinde, sporcunun gelişiminin izlenmesinde, yaralanmış sporcunun rehabilitasyonun organize edilmesinde ve spor yaralanmasını önleyici yaklaşımların planlanmasında kullanılabilir (89-94). Tüm bu amaçlar ile birçok bilimsel araştırmada nöromüsküler değerlendirilmesinde kullanılmıştır (95-102).

Newtest Powertimer şarj edilebilir ve taşınabilir bir test sistemidir. Bu özelliği sayesinde test ediciye laboratuvar, jimnastik salonu, buz pisti, saha gibi yerlerde uygulama kolaylığı sağlamaktadır. Newtest Powertimer herhangi bir bilgisayar yardımıyla çalıştırılabilir. Powertimer bilgisayar yazılımı kullanıcıya, istenilen bir

test protokolünü seçme, test kontrolü ve sporcular için de anlık geribildirim sağlar. Sonuçlar otomatik olarak kaydedilir ve Powertimer Analyzer veri tabanına yüklenir. Bu özellikleri sayesinde büyük grupları hızlı bir şekilde test etmek mümkündür. Tabloda ölçülebilecek performans parametreleri ve ilişkili testler verilmektedir (103,104).

Tablo 1. Newtest Powertimer sistemi ile ölçülebilecek performans bileşenleri

Hız ve Patlama Kuvveti	Hız ve Akselerasyon	Çabukluk ve Çeviklik	Anaerobik Güç	Vücut Kompozisyonu	Reaksiyon Süresi
Statik sıçrama	Hız zamanlaması	505 testi	Margaria merdiven koşu testi	Vücut kütle endeksi	Çıkış reaksiyon zamanı
Karşı hareket sıçraması	Sprint analizi	Illinois çeviklik koşusu	Tekrarlı sıçrama testi	Skinfold denklemi, vücut yağ yüzdesi	
Düşerek sıçrama		Ajax mekik koşusu	RAST testi		
Reaktivite-sertlik testi		T testi			
Dikey sıçrama					
Fırlatma kapısı testi					

2.3. Egzersiz ve Spor Biyomekaniği

Mühendislik, biyoloji, kinezyoloji, zooloji gibi birçok farklı alandaki bilim insanları biyomekaniğe ilgi duymuştur. Hayvan, bitki ile insan hareketlerinin gözlemi ve analizine olan merak biyomekanik biliminin temelini oluşturmuştur (105).

Hareketin mekanik ilkeler kullanılarak incelendiği bilime biyomekanik adı verilir. Başka bir deyişle insan hareketiyle ortaya çıkan kuvvetlerin mekanik kuralları kullanılarak hücre, doku ve daha geniş anlamda organizma seviyesindeki etkilerini ve sonuçlarını ele alan bir disiplindir. Hareket analizinin amacı normal hareketi bireysel farklılıklardan bağımsız sayısal verilerle ifade edebilmek ve normalden farklı hareketi, bu bozukluğun altında yatan neden veya işlevsel uyum ile ilişkilendirebilmektir (106).

Biyomekanik bilimi insan hareketi, postürü, biyolojik yapı ile fonksiyon arasındaki ilişki, mekanik yüklenmeye biyolojik yapının yanıtı ve biyomekanik prensiplerin daha iyi anlaşılması konuları üzerinde çalışmaktadır. Biyomekanik araştırmaların temel özelliği fizik, matematik, anatomi, fizyoloji, nöroloji ve mühendislik gibi bilim dallarıyla disiplinler arası çalışma gerektirmesidir. Tıp, mühendislik ile hareket ve spor bilimi üç ana uygulama alanı olarak öne çıkmaktadır (107).

Spor biyomekaniği motor becerinin uygulanması sırasında vücut kısımlarının hareketlerini ve etki eden kuvvetleri, kişinin tekniğini inceleyen ve teknik ilkelerde belirleyici rol oynayan bilim dalıdır. Yani dinlenme ve hareket anında insan vücudu üzerinde etkili olan kuvvetleri ve bu kuvvetlerin çevredeki nesneler, kişilere etkilerinin incelenmesini esas alır. Spor biyomekaniği egzersiz fizyolojisi, ortopedi ve antrenman bilimi alanlarıyla sıkı etkileşim içerisinde. Sayılan bu başlıkların derinliği spor biyomekaniğine geniş bir uygulama alanı sunmaktadır (108-111).

Performansın geliştirilmesi, yaralanmaların önlenmesi ve rehabilitasyonu, sporda konfor ile güvenliğin optimize edilmesi bu alanda yapılan araştırmaların temel amaçları olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu amaçlar doğrultusunda spordaki hareketlerin analizi ve biyomekanik olarak tanımlanması, belirli ölçüm ve analiz metodolojilerinin geliştirilmesi, spor ekipmanlarının tasarlanması ve geliştirmesi, mekanik müdahalenin (örneğin malzeme, yüzey, ekipman) hareket ile hareket kontrolü üzerine etkisinin incelenmesi spor biyomekaniğinin sahadaki kullanım alanlarıdır (112).

Biyomekanik çalışmaların veri havuzunun en önemli kısmını kinetik ve kinematik değerler oluşturmaktadır. Kinetik hareketin meydana gelmesine neden olan faktörleri inceler. Hareketin sonuçlarından çok nedenleri üzerinde durur.

Hareketin meydana gelmesine neden olan kuvvetler; enerji, güç ve verimlilik gibi konuları ele alarak, hareketin daha kompleks olan yapısına açıklık getirmeye çalışır. Masa tenisi ve dart gibi teknik becerilerin ön planda olduğu spor branşlarında küçük değerler ile ölçülebilen kinetik değişkenler, boks ve güreş gibi kuvvetin yoğun olarak gözlemlendiği spor branşlarında oldukça büyük değerlere ulaşabilmektedir.

Kinematik ise hareketin hangi sebepten oluştuğu sorusunun yanıtını vermeden; yalnızca yer değiştirme, hız ve ivme gibi fiziksel nicelikleri tanımlayıp, bunlar arasındaki ilişkiyi ortaya koyar. Vücut bölümlerinin uzaydaki yer değişimleri sonucu ortaya çıkan hız, açısal hız, ivme gibi değişkenlerin incelendiği ölçümler; biyomekaniğin kinematik veri tabanını oluşturur. Kinematik değişkenler açısal ve doğrusal olmak üzere iki tip veriden oluşur. Kompleks bir hareketin gözlenmesi iç içe geçmiş ve birbirinden ayrılması zor bileşenler içerir, bu nedenle kinematik verilerin analizinde kullanılacak formüllerin veri tipine göre seçilmesi oldukça önemlidir (105-113).

Kinematik değişkenlerin ölçümü hareket gözlemine dayanır. Çeşitli ölçüm araçları ile yapılan hareketin değerlendirilmesi ile vücudun veya ekstremitelerin ne kadar hızlı, ne kadar uzağa ve ne kadar yükseğe gittiği gibi bilgiler sağlanmış olur. Ayrıca vücut veya vücut kısımlarının pozisyonları, vektörel hızları ya da ivmeleri de kinematik ölçümler ile belirlenir. Yüksek hızlı görüntü yakalama sistemleri kinematik ölçümler için en çok kullanılan yöntemler arasındadır. Ancak teknolojik gelişmeler ile birlikte farklı sensörler yardımıyla hareketi takip etmek olanaklı hale gelmiştir. İvme ölçerler, jiroskoplar, manyetometrelerden oluşan sistemler görüntü gereksinimi olmadan kinematik ölçümler yapabilmektedir (114-118).

Hareket analizi için kullanılabilecek ekipman çeşitliliği oldukça fazladır. Bununla birlikte genelde kullanılan donanımlar şunlardır (119-123):

- a. Yer tepki kuvvetlerini ölçen bir kuvvet platformu;
- b. Vücuda yerleştirilen işaret noktalarını hareket sırasında izleyen kameralar ve yazılım sistemi;
- c. Ekstremitte bileşenlerinin hızlanması ve yavaşlaması sırasında ivmeyi üç yönde kaydeden ivme ölçerler;
- d. Kastaki elektriksel etkinliği ölçen elektromiyografi (EMG).

2.4. İniş Hatası Puanlama Sistemi

Spor hekimliğinde; denge, hareket bozuklukları ve kas kuvvetini değerlendiren yöntemler son derece popüler ve yaygın kullanılan klinik değerlendirme araçlarıdır. Klinisyenler, bu yöntemleri kullanarak risk altındaki bireyleri belirlemeyi, spor yaralanmalarını önlemeyi ve etkin rehabilitasyon programları oluşturmayı hedeflemişlerdir (124). Ancak spora özgü hareketlerin analizini ve nöromüsküler sistemin verimini tam olarak ölçen standardize bir yöntem yoktur (125).

Biyomekanik ve nöromüsküler durumu belirlemek için, direkt gözleme dayalı geçerli ve güvenilir yöntemlere ihtiyaç duyulmuştur. Ancak klinisyenlerin bu talebini karşılayacak değerlendirme aracı sayısı kısıtlıdır. Denge hatası puanlama sistemi ve yıldız dengede sapma testi denge yetisini değerlendiren güvenilir testlerdir. Ancak dengenin klinik ortamda ölçülmesini sağlayan bu testlerden, kişinin spora özgü hareketler sırasında hareket kalitesi hakkında fikir edinmek oldukça zordur. Fonksiyonel Hareket Gözlemi ve Baş Üzeri Çömelme testi hareketin gerçek zamanlı değerlendirilmesinde kullanılabilir, fakat geçerlilik ve güvenilirlikleri zayıftır (126-128). Bu testler adım alma ve çömelme sırasındaki hareket tekniğinin kalitesini vermesine rağmen, spora özgü hareket analizi için yetersiz kalmaktadırlar.

Buna karşın spora özgü olabilecek sıçrama-inme biyomekaniğini değerlendiren çalışmalarda ise video kamera, kuvvet platformu gibi ekipmanlara ihtiyaç duyulmaktadır. Yani bu testlerle gerçek zamanlı olarak sıçrama-inme biyomekaniğini değerlendirmek olanaklı değildir. Literatürde sıçrama iniş biyomekaniğini gerçek zamanlı ölçebilmek için tuck jump test tanımlanmıştır; fakat bu testin güvenilirlik, geçerlilik ve duyarlılığı konusunda yeterli bilimsel kanıt mevcut değildir (129). Laboratuvar tabanlı hareket analizi sistemleri şüphesiz biyomekanik risk faktörlerini araştırmak için altın standarttır. Ancak, zaman ve maliyet kısıtlamaları nedeniyle büyük grupların değerlendirilmesinde pratik değildirler (130).

İniş dizilimi sadece iyi bir tekniğe işaret etmez, aynı zamanda alt ekstremitelerde spor yaralanmaları için de önemli bir referanstır. İniş sırasında ortaya çıkan kuvvet özellikle diz yaralanmaları için bir risk faktörüdür. Bu nedenle birçok araştırmacı iniş dizilimi sırasında özellikle diz eklemi biyomekaniği üzerinde çalışmışlardır (131,132). İniş biyomekaniğindeki risklerin büyük ölçekli takımlarda kısa, kolay, geçerli ve güvenilir bir şekilde taranması için İniş Hatası Puanlama Sistemi

geliştirilmiştir. Üç boyutlu hareket analizi ile karşılaştırıldığında, bu puanlama sisteminin geçerliliği yüksektir. Bununla birlikte aynı ve farklı test ediciler tarafından yapılan değerlendirmelerden güvenilirliğinin iyi olduğu sonucu da çıkmıştır. İniş Hatası Puanlama Sistemi ucuz bir klinik değerlendirme aracıdır. Sıçrama-iniş manevraları sırasında potansiyel yüksek riskli hareket dizilimlerinin belirlenmesi için iki standart video kamera kullanılır. Bunlara ek olarak koruyucu rehabilitasyon programları sonrası sıçrama ve inme biyomekaniğindeki değişimleri ölçmede de etkilidir (133-137).

İniş Hatası Puanlama Sistemi insan hareketinin kolaylıkla gözlemlenebilen öğeleri üzerine kurgulanan 17 test başlığı içerir. Bu başlıkların puanlanmasından elde edilen toplam skor kaydedilir. Toplam puanın düşüklüğü kuvvetli sıçrama ve iniş tekniğine işaret eder. Skor ne kadar düşükse tekniğin o kadar kaliteli olduğu söylenebilir.

Ayağın yer ile ilk teması sırasında gövde ve alt ekstremitenin pozisyonu dikkate alınarak yapılan değerlendirme puanlama sisteminin birinci kısmını oluşturur (1.-6. Başlıklar). İkinci bölüm ayağın pozisyonunun değerlendirilmesini esas alır ki (7-11. Başlıklar), yerle ilk temas sırasında ayağın pozisyonu (11. Başlık), tüm ayak yere temas ettiği anda ayağın durumu (7. ve 8. Başlıklar) ve ilk temas ile maksimum diz fleksiyonu sırasında ayağın yerleşiminin (9. ve 10. Başlıklar) puanlanmasını içerir. Üçüncü bölüm maksimum diz fleksiyon (12-14. Başlıklar) veya valgus açısı (15. Başlık) anındaki gövde ve alt ekstremita hareketleri ile yerle ilk temas sırasındaki gövde ve alt ekstremita hareketlerinin karşılaştırılmasını içerir. İki genel değerlendirme basamağını içeren son kısımda, sagittal düzlemdeki hareketler ve iniş kalitesi puanlanır (16. ve 17. Başlıklar) (133). Tablo 2’de iniş hatası puanlama sistemi başlıkları ayrıntılı olarak verilmektedir (138).

Tablo 2. İniş Hatası Puanlama Sistemi

İniş Hatası Puanlama Sistemi Başlığı	Operasyonel Tanım	Kamera Görünümü	Hata Durumu	Puan
1 İlk temasta diz fleksiyon açısı	Test edilen ekstremitte ilk teması 30 dereceden fazla diz fleksiyonu ile yapıyor ise EVET. Diz fleksiyon açısı 30 dereceden az ise HAYIR.	Yandan	Hayır	EVET: 0 HAYIR: 1
2 İlk temas kalça fleksiyon açısı	İlk temas sırasında test edilen ekstremitenin uyluğu gövde ile aynı çizgide, yani kalça fleksiyonu yok ise HAYIR. Eğer kalça fleksiyonu var ise EVET.	Yandan	Hayır	EVET: 0 HAYIR: 1
3 İlk temasta gövde fleksiyon açısı	İlk temas sırasında gövde vertikal veya ekstansiyonda ise HAYIR. Gövde fleksiyonda ise EVET.	Yandan	Hayır	EVET: 0 HAYIR: 1
4 İlk temas ayak bileği plantar fleksiyon açısı	İlk temas sırasında sırayla önce parmaklar sonra topuk yerle temas ediyorsa EVET. Önce topuk sonra parmaklar temas ediyor ya da taban düz bir şekilde yere iniyorsa HAYIR.	Yandan	Hayır	EVET: 0 HAYIR: 1
5 İlk temasta diz valgus açısı	İlk temas sırasında, patella merkezinden aşağı düz bir çizgi çizilir. Çizgi orta ayak üzerinden geçiyor ise, HAYIR. Çizilen hat orta ayağın medialinden geçiyor ise, EVET.	Önden	Evet	EVET: 1 HAYIR: 0
6 İlk temas lateral gövde fleksiyon açısı	İlk temasta gövde orta hattan sola veya sağa fleksiyonda ise, EVET. Gövde vücudun sol veya sağ tarafına fleksiyonda değil ise, HAYIR.	Önden	Evet	EVET: 1 HAYIR: 0
7 Destek yüzeyi Geniş	Tüm ayağın yere temasından sonra omuz ucundan aşağı bir çizgi çizilir. Test edilen ekstremitede ayak bu çizginin dışında kalıyor ise, EVET. Eğer ayak iç veya dış rotasyonda ise puanlama topuk referans alınarak yapılır.	Önden	Evet	EVET: 1 HAYIR: 0

Tablo 2. İniş Hatası Puanlama Sistemi					
İniş Hatası Puanlama Sistemi Başlığı	Operasyonel Tanım	Kamera Görünümü	Hata Durumu	Puan	
8 Destek yüzeyi Dar	Tüm ayağın yere temasından sonra omuz ucundan aşağı bir çizgi çizilir. Test edilen ekstremitede ayak bu çizginin dışında kalıyor ise, EVET. Eğer ayak iç veya dış rotasyonda ise puanlama topuk referans alınarak yapılır.	Önden	Evet	EVET: 1 HAYIR: 0	
9 Ayak pozisyonu – ayak ucu içeri	Test edilen ekstremitede ilk temas ve maksimum diz fleksiyonu arasında ayak 30 dereceden fazla iç rotasyonda ise, EVET. Test edilen ekstremitede ilk temas ve maksimum diz fleksiyonu arasında ayak 30 dereceden daha az iç rotasyonda ise, HAYIR.	Önden	Evet	EVET: 1 HAYIR: 0	
10 Ayak pozisyonu – ayak ucu dışarı	Test edilen ekstremitede ilk temas ve maksimum diz fleksiyonu arasında ayak 30 dereceden fazla dış rotasyonda ise, EVET. Test edilen ekstremitede ilk temas ve maksimum diz fleksiyonu arasında ayak 30 dereceden daha az dış rotasyonda ise, HAYIR.	Önden	Evet	EVET: 1 HAYIR: 0	
11 Simetrik ilk ayak teması	Eğer bir ayak diğerinden önce yerle temas ediyor veya bir ayak topuk-burun diğeri burun topuk şeklinde iniyor ise, HAYIR. Yerle temas simetrik ise, EVET.	Önden	Hayır	EVET: 0 HAYIR: 1	
12 Diz fleksiyonundaki değişim	Test edilen ekstremitenin dizi ilk temastan maksimum diz fleksiyonuna kadar 45 dereceden fazla fleksiyon açısında ise, EVET. Test edilen ekstremitenin dizi 45 dereceden daha az fleksiyon açısında ise, HAYIR.	Yandan	Hayır	EVET: 0 HAYIR: 1	

Tablo 2. İniş Hatası Puanlama Sistemi

İniş Hatası Puanlama Sistemi Başlığı	Operasyonel Tanım	Kamera Görünümü	Hata Durumu	Puan
13	Maksimum diz fleksiyonunda kalça fleksiyon açısı	Test edilen ekstremitenin uyluğu ilk temas sırasında maksimum diz fleksiyonuna kadar gövde üzerinde daha fazla fleksiyona geliyor ise, EVET.	Hayır	EVET: 0 HAYIR: 1
14	Maksimum diz fleksiyonunda gövde fleksiyon açısı	Gövde ilk temas anından maksimum diz fleksiyonuna kadar daha fazla fleksiyona geliyor ise, EVET. Daha fazla gövde fleksiyonu var ise, HAYIR.	Hayır	EVET: 0 HAYIR: 1
15	Diz valgus açısındaki değişim	Dizdeki valgusun maksimum olduğu noktada, patella orta noktasından aşağı düz çizilen çizgi başparmak veya onun medialinden geçiyor ise, EVET. Patella ortasından çizilen hat başparmak lateralinden geçiyor ise, HAYIR.	Evet	EVET: 1 HAYIR: 0
16	Birleşik yer değişimi	İlk temas anından maksimum diz fleksiyonuna kadar kalça ve dizin sagittal plandaki hareketi gözlenir. Gövde, diz ve kalçalardaki hareket büyük bir yer değiştirme şeklinde gerçekleşiyor ise, YUMUŞAK. Eğer gövde, dizler ve kalçalardaki bir miktar hareketle geçiş yapılıyor ise, ORTA. Gövde, dizler ve kalçaların hareketi kısıtlı ve geçişteki hareket miktarı az ise, SERT.	Orta veya sert	Yumuşak: 0 Orta: 1 Sert: 2
17	Genel izlenim	Dizin frontal planda hiçbir hareketinin olmadığı ve yer ile yumuşak temasın sağlandığı iniş, MÜKEMMEL. Dizin frontal planda büyük bir hareket yaptığı sert inişler, ZAYIF. Bunlar arasındaki diğer durumlar, ORTA.	Orta Zayıf	Mükemmel: 0 Orta: 1 Zayıf: 2

2.5. Yorgunluk

Genel ifadeyle yorgunluk, egzersiz veya verilen bir görev sırasında fark edilen zorluk ile ilişkili fiziksel performanstaki düşüş olarak tanımlanır (139). Literatürde çeşitli modeller ile yorgunluk açıklanmaya çalışılmıştır. Kardiyovasküler/anaerobik, enerji üretimi/tüketimi, nöromusküler yorgunluk, kas travması, biyomekanik, termoregülasyon, psikolojik/motivasyonel, merkez yönetim ve gömme modeli bunlardan bazılarıdır. Aslında tüm bu modeller iç içedir ve birbirinden etkilenir (140-145).

Bir asrı aşkın süredir kas yorgunluğu ve ilgili mekanizmalar üzerine bilimsel araştırmalar süregelmektedir. Buna rağmen hala birçok belirsizlik söz konusudur. Temel soru ise kas yorgunluğunun nedenin ne olduğudur. Bu sorunun cevabı üzerindeki tartışmaların birçok sebebi olsa da, en önemli engellerden biri kas yorgunluğu tanımı üzerinde görüş birliğinin olmamasıdır. Birçok araştırmacı yorgunluğu “beklenen ya da gerekli olan kuvveti ortaya koymadaki başarısızlık” olarak tarif eder. Bu tanım tek kas lifi izolasyonu, deney hayvanlarından elde edilen motor ünite ve insan kasının elektiriksel uyarımı ve izometrik kasılma üzerinde çalışan araştırmacılar tarafından tamamen benimsenmiştir (146).

Buna karşılık insan üzerinde istemli kas kasılmalarını çalışanlar, bu tanımın kas aktivitesinin dinamik ölçümleri ve fiziksel aktivite ile ilişkili eforu tam manasıyla yansıtmadığını iddia etmektedirler. Şöyle ki deney hayvanlarından elde edilen kas fibrilleri üzerinde yapılan çalışmalarla kalsiyum kinetiğindeki bozulma, metabolit birikimi, substrat tüketimi ve çapraz köprü dinamiklerindeki bozulma hakkında bilgi sağlamak mümkündür. Bu tip deneylerden elde edilen veriler insan kas fizyolojisini anlamakta katkı sunarlar, fakat insan performansının limitleri hakkında belirleyici olmakta yetersiz kalırlar (146).

Yukarıdaki açıklamaya paralel olan diğer bir tanımlamada yorgunluk; “fiziksel yük için gerekli kuvveti veya gücü sürdürmedeki yetersizlik” olarak verilmiştir. Bu tanımdan yorgunluğun belirli bir noktadan sonra aniden geliştiği ve egzersize devam etmede yetersizliğin ortaya çıktığı anlaşılmaktadır. Oysa ki birçok nörofizyolojik mekanizma yorgunluk başlamadan önce uyarıcı bir takım belirtilerin oluştuğunu ve bu belirtilerin yorgunluğun habercisi olduğunu vurgulamaktadır. Nöromusküler sistemin egzersiz başlangıcındaki durumu (enerji rezervi, iyon konsantrasyonu,

kontraktil proteinlerin düzeni, vs) egzersiz başlar başlamaz değişmeye başlar. Değişen bu nöromusküler şartlara bağlı olarak yorgunluk oluşmaya başlar ve kademeli olarak artar. Bu nedenle nöromusküler yorgunluğu “herhangi bir egzersizden kaynaklanan, verilen görevi devam ettirip ettirmediğine bakmaksızın güç veya kuvvetteki azalma” olarak ifade etmenin daha doğru olacağı görüşü öne sürülmüştür (147).

Biraz daha detaylı ancak aynı çerçevede bir başka tanım 5. Uluslar arası Egzersiz Biyokimyası Sempozyumunda (1982) ileri sürülmüştür: “Yorgunluk, önceden belirlenmiş bir egzersiz şiddetinde organizmanın tümünden ve/veya bu belirli yükte çalışma sırasında fonksiyonların devamında görev yapan fizyolojik mekanizmaların/süreçlerin bazılarında yetersizlik olmasıdır”(148).

Yorgunluk birçok faktörden etkilenen karmaşık süreçtir. Yaş, cinsiyet, fiziksel uygunluk düzeyi, altta yatan herhangi bir hastalığın varlığı, egzersiz tipi, egzersiz süresi, kas kasılmasının hızı ve süresi gibi birçok faktör yorgunluk mekanizmasını etkiler. Örneğin maksimal şiddetteki bir egzersiz gibi submaksimalden daha düşük şiddetteki bir egzersiz de yorgunluğa sebep olabilir ki bunların oluşturduğu yorgunluk ve mekanizmaları birbirinden farklıdır (149-153).

Egzersize bağlı kas yorgunluğu egzersiz başlar başlamaz ortaya çıkıyorsa buna akut kas yorgunluğu denir. Sürekli, yüksek şiddetteki bir fiziksel aktivitenin uzun süreli yapılmasından sonra hissedilen tipi ise gecikmiş kas yorgunluğu olarak adlandırılır ve egzersiz biter bitmez en yüksek şiddette ulaşır (139).

Altta yatan neden ve mekanizmaya bağlı olarak toparlanma süresi de değişkenlik gösterir. Örneğin maraton sonucu ortaya çıkan yorgunluk ile 10 tekrarlı olarak yapılan bench press egzersizinden kaynaklı yorgunluk birbirlerinden farklıdır (154,155).

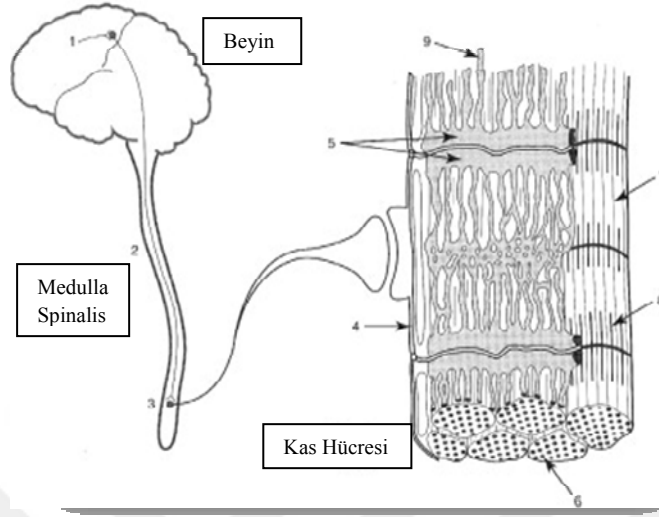
Yorulma; kas kuvvetinin zaman içerisindeki azalma oranıdır. Bu noktada, yorgunluğun tanımında temel olarak bir zaman faktörü söz konusudur. Yorulma dinlenmeye karşı yorgunluğun interaktif bir belirleyicisidir. Toparlanma kas fonksiyonunun yorgunluk öncesi bazal değerlerine dönme süreci olarak tarif edilir. Toparlanma süresi yorgunluk şiddeti ve egzersize verilen biyolojik yanıtların seviyesini gösteren önemli bir göstergedir. Tıpkı yorulma gibi toparlanma da

dinlenmeye karşı yorgunluğun interaktif bir belirleyicisidir. Yorgunluk şiddeti ve dinlenme süresi kas fonksiyon kaybının seviyesi ve yorulmadan etkilenir (156).

2.5.1. Yorgunluk Nedenleri ve Yeri

Submaksimal ve maksimal egzersiz sırasındaki güç üretiminde düşüş birkaç farklı fizyolojik fenomenle açıklanabilir. Santral yorgunlukta istemli kas aktivasyonunda azalma söz konusudur ki, ateşlenen motor ünite sayısı düşmüş veya ateşlenme eşiği yükselmiştir. Periferik yorgunlukta, aksiyon potansiyeli iletimindeki değişikliklerle birlikte kas fibrillerinin kasılma kuvveti azalır. Bu fenomen sinir sonlanmaları ve kas-sinir kavşağında meydana gelir (157-159).

Kas kuvvet üretimindeki düşüşün aşağıdaki bölgelerde meydana gelen değişiklikler nedeniyle ortaya çıktığı düşünülmektedir (147). Bu bölgeler Şekil 1.'de gösterilmiştir. Yorgunluğun oluşmasından sorumlu olabileceği düşünülen merkezi bölgeler 1-3 ile, periferik kısımlar ise 4-9 ile gösterilmiştir (147).



Şekil 1. Yorgunluktan sorumlu olabileceği düşünülen bölgeler (1) primer motor korteks aktivasyonu; (2) uyarıların merkezi sinir sisteminden motor nöronlara ulaşmasından sorumlu bölgeler (piramidal yollar); (3) motor ünite ve kas aktivasyonu; (4) nöromüsküler yayılım (sinir-kas kavşağındaki yayılma dahil); (5) uyarılma-kasılma çifti; (6) metabolik substratın varlığı; (7) hücre içi ortamın durumu; (8) kasılma aparatının performansı; (9) kan akışı.

2.5.1.1. Santral Yorgunluk

Santral yorgunlukta motor kortekste aktivasyon azalması, α -motor nöron aktivitesinin baskılanması, sinaptik işlgelerdeki nörotransmitter salınımındaki düşüş veya motor sinir boyunca aksiyon potansiyeli deşarj frekansındaki azalma etken olarak tartışılmaktadır. Kaslardan ve eklemlerden kaynaklanan ağırlı afferent impulslar sporcuların kazanma ve yarışa devam etme isteğini olumsuz etkilemektedir. Nöral işlgede meydana gelen olası fizyolojik değişikliklere ek olarak, sporcunun yarışma arzusunu olumsuz etkileyebilecek psikolojik direnç azalması performansta azalmaya neden olabilir (143,146,147,160).

Santral yorgunluğa neden olan olası mekanizmalar şunlardır (147,161):

1. Aksonal aksiyon potansiyelinin yayılımı kas fibrillerinin aktivasyonunun azalmasına bağlı olarak aksonal dallarda bloke olur.
2. Kaslardan taşınan affarent uyarılarla motor nöron refleksi olarak uyarılır. Bu nedenledir ki santral yorgunluk mekanoresöptörler (kas içiği, Golgi tendon organı) aracılığı ile kompanse edilebilir.
3. Tip 3 ve tip 4 sinir liflerinin (kemoseptif ve nosiseptif affarentler) uyarımı sonucu motor nöron ateşlenme oranı düşer ve motor kortek inhibisyonu gerçekleşir.
4. Motor korteks içerisindeki hücrelerin uyarılabilirliği kesintisiz yapılan motor hareketler sırasında değişkenlik gösterebilir.
5. Beyinde serotonin öncüsü triptofanın artmasına paralel serotonerjik nöronların sinaptik etkileri yorgunluk algılamasını artırır. Uzamış egzersiz esnasında beyindeki bu tip bir artış dallı zincirli amino asitlerin plazma derişimlerinin yükselmesiyle ilişkilendirilebilir.
6. Yorgunluk algılanmasında etkili interlökin-6 gibi sitokinlerin salınımı egzersiz ile birlikte uyarılır.

2.5.1.2. Periferik Yorgunluk

Periferik yorgunluk kasılma özelliğini etkileyen ve doğrudan kasın kendisinden kaynaklanan etkenler tarafından oluşturulmaktadır. Periferik yorgunluk konusunda yapılan çalışmalarda fiziksel aktivite sırasında kasta biriken metabolitler ile enerji yolağında kullanılan substratlar arasındaki dinamik dengenin değerlendirmesi yapılmıştır. Bu çerçevede kas içinde biriken LA, hidrojen iyonları (H^+), inorganik fosfat (Pi), adenosin difosfat (ADP) ve K^+ ağırlıklı olarak çalışılmışken; substrat düzeyinde ise öncelikli olarak depo ATP, PCr, glikoz ve glikojen miktarları irdelenmiştir (147,156,160-163)

Periferik Yorgunluktan sorumlu olası mekanizmalar şunlardır (147,161):

- a. İntrasellüler değişiklikler.
 - a.1. Laktat ve hidrojen iyon birikimi. Karbondioksit salınımı sonucu oluşan hidrojen iyon birikimi kısmen bikarbonatla tamponlanır.
 - a.2. Amonyum birikimi.
 - a.3. Ortam ısının artmasıyla sıvı kaybının meydana gelmesi ve sonuçta dehidratasyon gelişmesi.

b. Kas fibrilleri içerisinde meydana gelen değişimler.

b.1. Sarkoplazmada inorganik fosfat konsantrasyonunun artması. Kontraktil kuvvetteki düşüş çapraz köprü etkileşimin inhibisyonuna ve inorganik fosfatın sarkoplazmada birikimine neden olur.

b.2. Sarkoplazmada hidrojen iyon konsantrasyonunun artması. Kontraktil kuvvetteki azalma çapraz köprü etkileşimin inhibisyonuna ve hidrojen iyonlarının sarkoplazmada birikimine neden olur. Ayrıca hidrojen iyon konsantrasyonundaki bu artış kalsiyumun sarkoplazmik retikulum tarafından geri alınma mekanizmasındaki düzensizlikleri tetikler. Yorucu bir kas kasılmasından sonraki uzamış dinlenme periyodunun asıl nedeni kalsiyum geri emilimindeki bu bozulmadır.

b.3. Sarkoplazmik retikulumdan kalsiyum salınımını sınırlayan magnezyum iyonlarının sarkoplazmada birikimi.

b.4. İnorganik fosfatın konsantrasyonunun artmasına bağlı olarak sarkoplazmik retikulumdan kalsiyum salınımının inhibisyonu. Kalsiyum fosfat oranının azalması ve kalsiyum kanallarının fosforilasyonu ile kalsiyum salınımı inhibe olur.

b.5. Glikojen deposundaki azalma ve kan glikoz düzeyindeki düşüş. Glikojen rezervlerindeki azalmanın yorgunluğa neden olma mekanizması henüz tam olarak açıklanamaz değildir. Kan glukoz seviyesindeki düşüş geçici olsa bile, merkezi sinir sisteminin işlevini çok güçlü şekilde etkilemektedir.

b.6. Sinir aksiyon potansiyel hızının düşmesi. Bunun muhtemel nedeni kas lifi içi ve etrafındaki biyokimyasal değişikliklerdir.

b.7. Potasyum iyonlarının kas lifleri içeriden sızması. Transvers tübül lümeni içerisindeki potasyumun artması aksiyon potansiyelinin bu noktada bloke olmasına neden olur. Sonuçta uyarılma-kasılma ilişkisi bozulacağından kuvvet üretiminde de azalma gözlenir.

Fiziksel yük ve onun organizma üzerindeki etkilerini ölçmek için bir dizi yöntem kullanılabilir. Bunlar sporcular, antrenörler ve bilim insanları için yol göstericidir. Fakat literatürde yorgunluğu tarif etmek için kullanılan bu belirteçlerden sadece birkaçını destekleyen güçlü bilimsel kanıt vardır ve bunlar da tek başlarına yeterli değildir. Sporcularda maksimal test yapmakta bir dizi zorlukla karşılaşmaktadır. Maksimal test sırasında oluşan yorgunluk yarışma fazı için bir takım problemlere neden olmaktadır. Kaldı ki, doğru performans kapasitesini belirlemek çoğu zaman pratik değildir. Yorgun olduğunda, sporcularda rekabet

amaçlı olmayan bir maksimal çaba üretmek için motivasyon eksikliği olabilir. Birçok spor, özellikle takım sporları için, maksimum performansı elde etmek son derece zordur. Sonuçta; maksimum performans ortaya konup değerlendirilmez ise, yorgunluk ve mekanizmaları hakkındaki bilgiler sınırlı olacaktır (164,165). Tablo 3 fiziksel yük ve ortaya çıkan yorgunluğu izlemek için kullanılabilecek bir dizi değişkeni özetlemektedir (164).

Tablo 3. Fiziksel stres ve yorgunluğun gözlenmesinde kullanılabilecek değişkenler

DEĞİŞKEN	BİRİMLER/TANIMLAYICILARI
Frekans	Günlük, aylık, yıllık
Süre	Saniye, dakika, saat
Yoğunluk	Görelî, mutlak
Tip	Yöntem, ortam
Maksimal efor	Maksimum ortalama güç, sıçrama yüksekliği
Efor tekrarı	Tekrar sayısı, tekrar kalitesi
Antrenman volümü	Süre, yoğunluk
Efor algısı	Algılanan zorluk derecesi
Algılanan yorgunluk ve toparlanma	Visual analog skalası, toparlanma stres anketi
Hastalık/Yaralanma	Sıklığı, süresi, tipi, süresi
Biyokimya ve hormon analizleri	Bazal, egzersize cevap
Teknik	Hareket sapmaları
Vücut kompozisyonu	Toplam vücut ağırlığı, yağ kütlesi, yağsız kitle
Uyku	Kalitesi, miktarı, rutin
Psikoloji	Stres, kaygı, motivasyon
Hisler	Umutlu, nötr, umutsuz

2.5.2. Borg'un Algılanan Ağrı ve Yorgunluk Düzeyi Ölçeği

Algılanan zorluk derecesi (AZD, perceived rate of exertion = RPE, Borg) yapılan egzersiz sırasında ortaya konan işin zorluğunun değerlendirilmesine yönelik bir yöntemdir. Skalar bir değer olarak okunan AZD daha çok dayanıklılık egzersizlerinde çalışılmıştır (148). Buna karşın anaerobik çalışma kapasitesi ölçüm testlerinde de kullanımı artmaktadır (166).

Kısa zaman periyodunda belirli bir güç düzeyindeki maksimal çalışma kapasitesi, kalp atımından ve Borg'un Algılanan Ağrı ve Yorgunluk Düzeyi Ölçeği ile önceden tahmin edilebilir. Bu ölçeğin sınıflandırması 60-200 arasındaki nabızları kapsadığı için 6-20 arasındadır (167,168).

Birey istenilen yada sürdürülen aktivitenin kendisi için ne kadar zor olduğunu kendisine gösterilen skala üzerinden değerlendirir. Ölçümün yapılacağı zaman skala gösterilir ve hangi değer karşısındaki zorluğun kendi durumunu ifade ettiğinin sorulmasıyla ölçüm tamamlanır (167,168).

Tablo 4. Borg'un Algılanan Ağrı ve Yorgunluk Düzeyi Ölçeği

Algılanan Ağrı ve Yorgunluk Düzeyi Ölçeği		
6.	Hiç yorgunluk yok	
7.	Aşırı derecede hafif Çok hafif	(Herhangi bir özelliği geliştirmek için uygun değildir.)
8.		
9.		
10.		
11.	Hafif Biraz hafif Orta Biraz zor	(Gençler için etkili, yaşlılar ve hastalar için güvenli bölge)
12.		
13.		
14.		
15.	Zor	(Gençler için optimum)
16.	Çok zor Aşırı derece zor	(Yaşlılar için çok zor ve çok tehlikeli, gençlerde ise çok zor düzeyler)
17.		
18.		
19.		
20.	Maksimal efor	

3. GEREÇ YÖNTEM

3.1. Evren ve Örneklem

Futbol maçının oyuncular üzerinde yarattığı yorgunluğun nöromusküler performansa ve biyomekanik parametrelere etkisinin araştırılması için planlanmış bu çalışmanın evreni futbol oyuncularıdır. Örneklem için İzmir ilindeki spor kulüplerinden Altınordu Spor Kulübü oyuncularını çalışmaya alındı.

3.2. Araştırma Yer ve Zamanı

Değerlendirme protokolü 28.12.2014 tarihinde oynanan Manisaspor futbol maçı öncesi ve sonrasında uygulandı. Profesyonel takım oyuncularının maç öncesi değerlendirmesi takımın kamp yaptığı otelde gerçekleştirildi. Profesyonel takım maç sonrası değerlendirmesi ile U21 takımı maç öncesi ve sonrası değerlendirilmesi Aydın ili Kuşadası ilçesinde bulunan Altınordu sürekli Kamp ve Eğitim Merkezinde yapıldı.

3.3. Olgular

Türkiye Futbol Federasyonu PTT 1. Liginde yarışan Altınordu Futbol Kulübü bünyesindeki profesyonel futbol takımı oyuncularını ve U21 Liginde yarışan U21 takımı oyuncularını çalışma kapsamına alındı. Sporcular araştırmaya gönüllü olarak katıldılar. Araştırmanın amacı hakkında sporculara gerekli ve yeterli bilgi uygulama öncesi verildi.

Çalışmaya alınma kriterleri resmi bir futbol müsabakasında en az 60 dakika oynamak, maç içerisinde herhangi bir yaralanmaya maruz kalmamak olarak belirlendi. Maç öncesi müsabaka listesinde bulunan her iki takımdan toplam 36 oyuncu değerlendirildi. Maç sonu yapılan değerlendirmeye maçta en az 60 dakika oynayan 18 oyuncu alındı. Toplamda 60 dakikadan az oynayan 15, maç içinde yaralanma geçiren bir, doping kontrolüne katılması gereken iki futbolcu maç sonu incelemeye alınmadı ve çalışmadan dışlandı.

3.4. Ölçüm Araç ve Gereçleri

Demografik özellikler; denek adı, soyadı, kronolojik yaşı, antrenman yaşı, vücut ağırlığı, boy uzunluğu, yaralanma geçmişi, oynadığı statü ve futbol oyun pozisyonu bilgileri olmak üzere soru cevap olarak anket şeklinde alındı.

Olguların yorgunluk düzeyi Borg'un Algılanan Ağrı ve Yorgunluk Düzeyi Ölçeği ile değerlendirildi. Ölçek A4 kağıda basıldı ve bir masaya sabitlendi. Oyuncular ölçeğe bakarak kendilerini en iyi tanımlayan seçeneği seçtiler (167,168).

Nöromüsküler performansın ölçülmesi için Newtest Powertimer cihazı kullanıldı. Newtest Powertimer cihazı ile olgulara “drop jump” sıçrama testi uygulandı. Bu test ile sıçrama yüksekliği, sıçrama kuvveti, vücut ağırlığı başına düşen sıçrama gücü ve reaktif kuvvet endeksi değerleri belirlendi (89-94).

Biyomekanik parametrelerin değerlendirilebilmesi için olgular sıçrama testi sırasında önden ve yandan video kamera ile kayda alındı. Bunun için el kameraları (Sony 30GB DCR-SR52 model, Canon Powershot SX200 IS model) kullanıldı. Maç öncesi ve sonrası el kameraları ile kaydedilen görüntüler video tabanlı görüntü analiz programı (Kinovea) yardımıyla analiz edildi. Video analizi İniş Hatası Puanlama Sistemi başlıklarına göre yapıldı (133,138).

3.5. Deney Düzenekinin Hazırlanması

Sıçrama için 30 cm yüksekliğinde, zemini kaygan olmayan ahşap bir kutu hazırlandı. Kutudan her deneğin boy uzunluğunun yarısı mesafeye sıçrama minderi yerleştirildi. Sıçrama minderinin sağ yanına ve ön kısmına el kameraları sabitlendi. Kameraların sıçrama minderinden uzaklığı 345 cm, kamera lensinin yerden uzaklığı 122 cm olacak şekilde ayarlandı (Şekil 1, Fotoğraf 1 ve Fotoğraf 2) (133,138).

3.6. Deney Protokolü

Olgular, lastik spor ayakkabı ve şort ile sıçrama protokolüne alındı. Sıçrama uygulayıcı tarafından olgulara tek tek gösterildi, gereksinim duyanların deneme yapmasına müsaade edildi. Uygulama esnasında herhangi bir komut verilmedi ve sıçrama protokolü art arda üç kez tekrarlandı (133).

Protokol resmi futbol maçı öncesi ve sonrası uygulandı. Maç öncesi uygulama için oyuncuların dinlenik oldukları maç akşamı seçildi. Maç sonrası uygulama maçtan sonraki iki saat içerisinde gerçekleştirildi. Protokol uygulanmadan önce deneklerin yorgunluk seviyesi belirlendi.

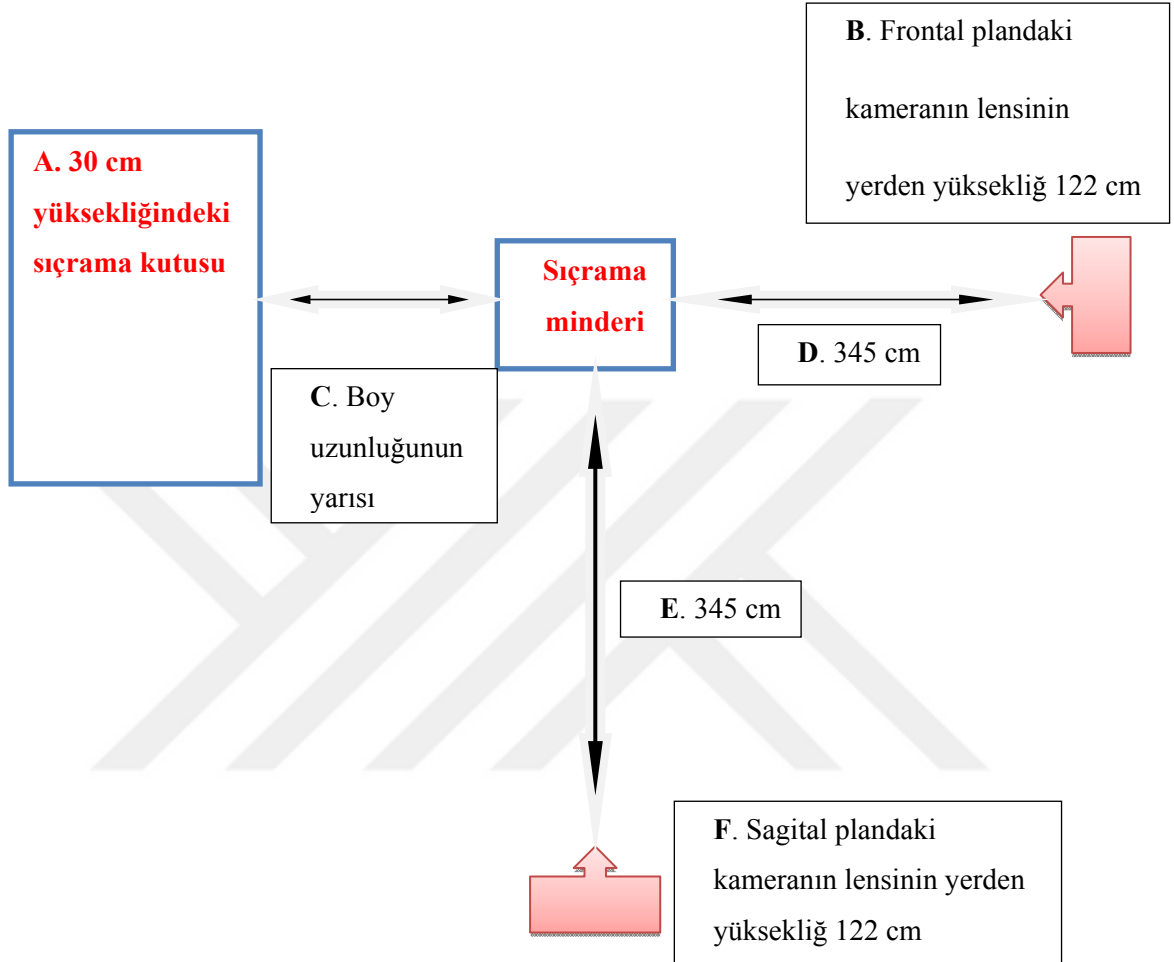
Maç öncesi Borg Algılanan Ağrı ve Yorgunluk Düzeyi ölçeğinden olgunun seçtiği seçenek maç öncesi yorgunluk seviyesi olarak kaydedildi. Aynı ölçek maç sonu tekrar edildi ve maç sonu yorgunluk seviyesi saptandı. Maç öncesi ve sonrası değerleri birbiri ile karşılaştırıldı (167,168).

Maç öncesi sıçrama minderi üzerinden bilgisayara aktarılan sıçrama yüksekliği, sıçrama kuvveti, vücut ağırlığı başına düşen sıçrama gücü ve reaktif kuvvet endeksi değerleri kaydedildi ve üç sıçrama içinde ortalama değer maç öncesi değeri olarak kullanıldı. Yine maç sonrası ölçülen ortalama değer maç sonu değeri olarak kullanıldı. Nöromüsküler performansı yansıtan sıçrama yüksekliği, sıçrama kuvveti ile vücut ağırlığı başına düşen sıçrama kuvveti maç öncesi ve sonrası değerleri kıyaslandı (89-94).

Maç öncesi ve maç sonrası Newtest Powertimer cihazı ile ortalama nöromüsküler performans değerlerinin elde edildiği sıçrama görüntüleri video tabanlı görüntü analizinde kullanıldı ve buradan İniş Hatası Puanlama Sistemi maç öncesi ve maç sonrası skorları belirlendi. İniş Hatası Puanlama Sistemi maç öncesi ve sonrası skorları iniş biyomekaniği parametrelerinin futbol maçının oluşturduğu yorgunluktan ne kadar etkilendiğini belirlemek için karşılaştırıldı.

3.7. İstatistiksel Analiz

Çalışmada sunulan verilerin tümü ortalama $\pm$ standart hata olarak verildi. Maç öncesi ve sonrasına ait değerler arasındaki değişiklikler eşleştirilmiş (paired)-t testi ile karşılaştırıldı. Güven aralığı %95 olarak seçildi ve $p<0.05$ “istatistiksel olarak anlamlı fark var” olarak kabul edildi. İstatistik hesaplamalarının tümü Windows için yazılmış olan SPSS 21.0 paket programı kullanılarak yapıldı (169).



Şekil 2. Çalışma tasarımında sıçrama kutusu ve kameraların yerleşimi. A: sıçrama kutusunun yerden yükekliliği. B ve F: kamera lensinin yer ile mesafesi, C: sıçrama kutusu ve sıçrama minderi arasındaki mesafe, D ve E: kameralar ile sıçrama minderi arasındaki mesafe.



Fotoğraf 1. Sıçrama kutusu, sıçrama minderi ve frontal plandaki kameranın yerleşimi



Fotoğraf 2. Sıçrama kutusu, sıçrama minderi ve sagital plandaki kameranın yerleşimi

4. BULGULAR

Değerlendirilen 36 futbol oyuncusundan araştırmaya katılma kriterlerine uyan 18 kişinin verileri analiz edildi.

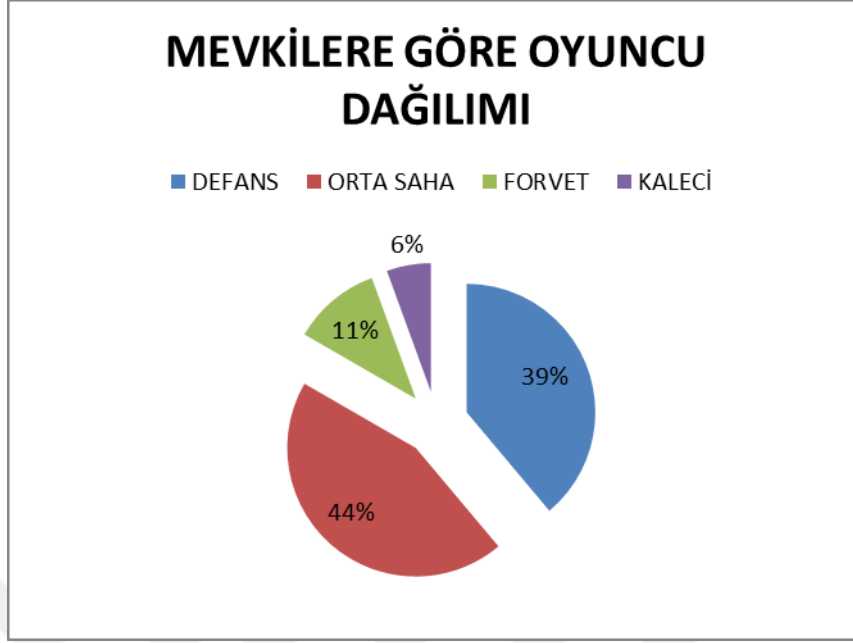
4.1. Demografik Özellikler

Olguların ortalama yaşı 20.1 ± 3.6 yıl; boy uzunluğu 180.2 ± 5.9 cm; vücut ağırlığı 73.1 ± 6.6 kg; vücut kütle endeksi 22.5 ± 1.1 kg/m²; antrenman yaşı 10.2 ± 4.0 yıl olarak hesaplandı (Tablo 5).

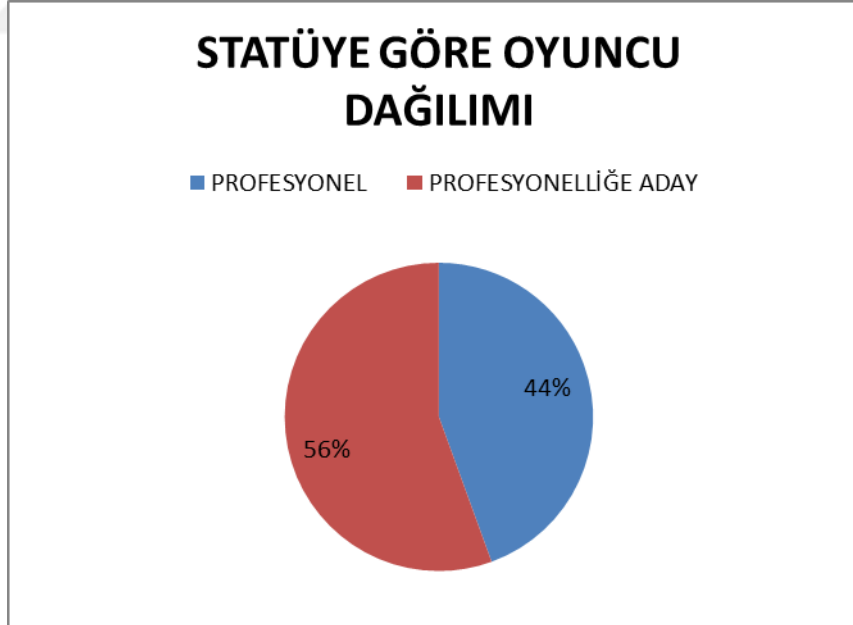
Tablo 5. Olguların Demografik Özellikleri

Parametre	Ortalama (X)	$\pm$ Standart Sapma (SS)
Yaş (yıl)	20.1	3.6
Boy Uzunluğu (cm)	180.2	5.9
Vücut Ağırlığı (kg)	73.1	6.6
Vücut Kütle Endeksi (kg/m ²)	22.5	1.1
Antrenman Yaşı (yıl)	10.2	4.0

Çalışmaya dahil edilen 18 futbol oyuncusunun %39'u defans, %44'ü orta saha, %11'i forvet, %6'sı kaleci pozisyonunda oynamakta idi (Grafik 1). Olguların %44'ünü profesyonel, %56'sını profesyonelliğe aday oyuncu statüsündeki oyuncular oluşturmakta idi (Grafik 2).

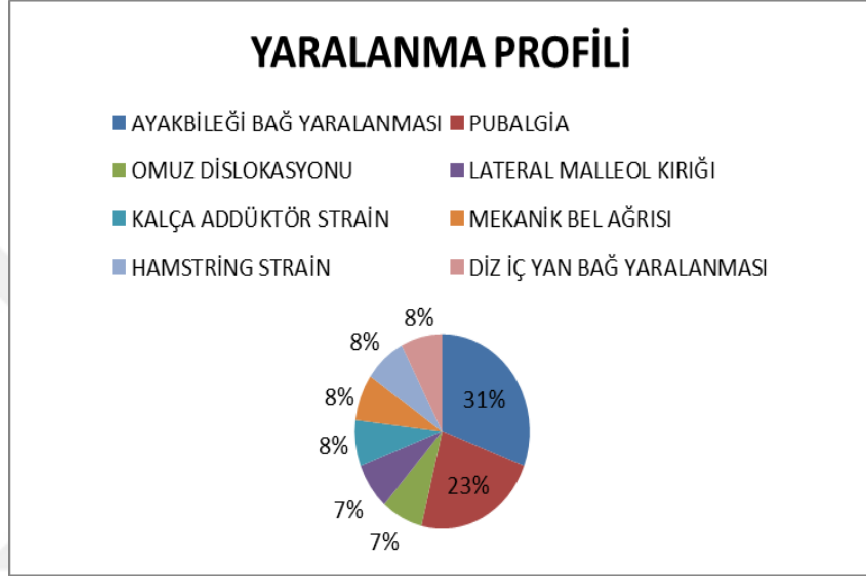


Grafik 1. Oyuncuların oyun pozisyonlarına göre dağılımı



Grafik 2. Oyuncuların statülerine göre dağılımı

Olguların geçmişte yaşamış olduğu sakatlıkların %31'ini ayak bileği bağ yaralanması; %23'ünü pubalgia; %8'ini diz iç yan bağ yaralanması; %8'ini hamstring straini; %8'ini mekanik bel ağrısı; %8'ini kalça addüktör straini; %7'sini omuz dislokasyonu; %7'sini lateral malleol kırığı oluşturmakta idi (Grafik 3).



Grafik 3. Oyuncuların geçirilmiş yaralanma profilleri

4.2. Borg Algılanan Ağrı ve Yorgunluk Ölçeği Sonuçları

Çalışmada değerlendirilen oyuncuların Borg Algılanan Ağrı ve Yorgunluk Ölçeğine göre maç öncesi ortalama yorgunluk düzeyi 7.2 ± 1.1 ; maç sonrası ortalama yorgunluk düzeyi ise 17.9 ± 1.9 olarak bulundu. Olguların maç öncesi ve sonrası Borg Algılanan Ağrı ve Yorgunluk Ölçeği puanlarının farkı istatistiksel olarak anlamlı idi ($p < 0.05$).

4.3. Nöromüsküler Performans Sonuçları

Olguların maç öncesi ortalama sıçrama yüksekliği 38.7 ± 5.5 cm, ortalama sıçrama gücü 2752.7 ± 566.9 W, ortalama bağıl gücü 38.7 ± 9.1 W/kg; ortalama reaktif kuvvet endeksi 0.10 ± 0.04 idi. Maç sonrası ortalama sıçrama yüksekliği 37.8 ± 5.5 cm; ortalama sıçrama gücü 2742.3 ± 541.7 W; ortalama bağıl gücü 37.8 ± 8.4 W/kg; ortalama reaktif kuvvet endeksi 0.10 ± 0.03 olarak bulundu. Nöromüsküler fonksiyonu yansıtan bu değerlerin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı saptandı (Tablo 6).

Tablo 6. Olguların nöromüsküler fonksiyon özellikleri

Parametre	Maç Öncesi ($\bar{X} \pm SS$)	Maç Sonrası ($\bar{X} \pm SS$)	p
Sıçrama Yüksekliği (cm)	38.7 ± 5.5	37.8 ± 5.5	0.270
Sıçrama Gücü (W)	2752.7 ± 566.9	2742.3 ± 541.7	0.920
Bağıl Güç (W/kg)	38.7 ± 9.1	37.8 ± 8.4	0.883
Reaktif Kuvvet Endeksi	0.10 ± 0.04	0.10 ± 0.03	0.218

* $p < 0.05$

4.4. İniş Hatası Puanlama Sistemi Sonuçları

Çalışmaya katılan oyuncular İniş Hatası Puanlama Sistemiinden maç öncesi ortalama 6.4 ± 2.0 ; maç sonrası 8.4 ± 2.6 puan aldılar. Yorgunluğun biyomekanik parametrelere etkisini göstermesi için seçilen İniş Hatası Puanlama Sisteminden oyuncuların maç sonrası aldıkları puanların istatistiksel olarak anlamlı arttığı görüldü ($p < 0.05$).

5. TARTIŞMA

Resmi bir futbol maçında oluşan yorgunluğun, oyuncuların iki saat sonra ölçülen nöromüsküler performans ve iniş biyomekaniği hatalarına etkisini incelemek için yapılan çalışmada; ölçülen nöromüsküler performans unsurlarının maç öncesi ve sonrası değerleri arasında istatistiksel anlamlı fark yoktu, buna karşın oyuncuların maç öncesi ve maç sonrası İniş Hatası Puanlama Sistemi skorları arasında istatistiksel anlamlı fark olduğu ve buradan yola çıkarak futbol maçında oluşan nöromüsküler yorgunluğun iniş biyomekaniğini bozduğu gözlemlendi.

5.1. Nöromüsküler Performans

Çalışma sonuçlarına göre oyuncuların maç sonrası ölçülen sıçrama yüksekliği, sıçrama gücü, bağıl güç ve reaktif kuvvet endeksinin maç öncesi ölçülen değerlerden farklı olmadığı gözlemlendi. Bu çalışmanın aksine futbol oyunu sonrası ortaya çıkan yorgunluğun nöromüsküler performansı düşürdüğünü iddia eden çalışmalar bulunmaktadır.

Andersson H ve arkadaşları; 17 elit kadın futbol oyuncusunu uluslararası futbol müsabakasından önce ve sonra değerlendirmişlerdir. Countermovement jump sıçrama yüksekliğinin maçtan sonra %5 azaldığını ve toparlanmanın 69 saatten uzun sürdüğünü bildirmişlerdir (45). Ascensao A ve arkadaşları; 20 genç erkek futbolcuyu dostluk maçında değerlendirmişlerdir. Countermovement jump sıçrama ve squat jump sıçrama yüksekliğinin anlamlı olarak maçtan sonra azaldığını ve toparlanma süresinin 48 saatten uzun sürdüğünü rapor etmişlerdir (46).

Öte yandan bu çalışma sonuçlarına koşut olan ve futbol maçında oluşan yorgunluğun nöromüsküler performansı değiştirmediğini bildiren çalışmalar da söz konusudur. Hoffman JR ve arkadaşları; 19 kadın futbol oyuncusunun üniversiteler arası futbol maçı sonrası nöromüsküler fonksiyonlarındaki değişimi araştırmışlardır. Maçtan hemen önce yapılan ölçümler ile hemen sonra yapılan ölçümlerde “countermovement jump” sıçrama tepe güç, tepe kuvvet ve ‘squat jump’ sıçrama tepe güç, tepe kuvvet değerleri arasında fark olmadığını gözlemişler. Buna karşın maçtan 24 saat sonra yapılan ölçümlerde oynayan oyuncuların “countermovement

jump” sıçrama tepe güç değerlerinin %16, tepe kuvvet değerlerinin %9; squat jump sıçrama tepe güç değerlerinin %12, tepe kuvvet değerlerinin % 9 azaldığını bildirmişlerdir (43). Zemková E ve Hamar D, 10 futbol oyuncusunu maç öncesi, devre arası ve maç sonu değerlendirmişlerdir. Maç öncesi ile maç sonrası countermovement jump sıçrama ve squat jump sıçrama yüksekliklerinin farklı olmadığını rapor etmişlerdir (48).

Literatürde futbolcularda yorgunluk ve nöromusküler fonksiyon ilişkisini farklı ölçüm araçları kullanılarak değerlendiren araştırmalarda bulunmaktadır. Futbol maçından kaynaklı yorgunluğun kısa pas yeteneğini bozduğu (170), maksimal istemli kas kasılması ile sprint performansını azalttığı (171) ve topa vurma hızını negatif yönde etkilediği (172) ortaya konan hususlar arasında dikkati çeken noktalaradır.

Futbol dışındaki sporlardan kaynaklanan yorgunluğun nöromusküler performans üzerine etkisini araştıran çalışmalara ulaşmakta mümkündür. Avusturalya futbolu, triatlon, rugby ve hentbol sonrası oluşan yorgunluğun nöromusküler performansı gösteren unsurları (countermovement jump sıçrama gücü countermovement jump sıçrama yüksekliği, squat jump sıçrama yüksekliği dikey sıçrama yüksekliği) düşürdüğü gösterilmiştir (38,40,41,42,173).

Sağlıklı ve rekreasyonel olarak spor yapan olguların örneklediği çalışmalara bakacak olursak, farklı egzersiz protokollerinden kaynaklı yorgunluğun nöromusküler performansı gösterebilecek değişkenleri (countermovement jump sıçrama yüksekliği, drop jump sıçrama yüksekliği, squat jump sıçrama yüksekliği) olumsuz etkilediği çıkarımında bulunabiliriz (37, 39).

5.2. Biyomekanik Parametreler

Çalışmada; olguların maç sonrası İniş Hatası Puanlama Sisteminden aldıkları toplam puanın arttığı gözlemlendi. Buradan yola çıkarak; futbol oyunundan kaynaklı nöromusküler yorgunluğun, oyuncuların maç sonu biyomekanik parametrelerini bozduğu söylenebilir.

Literatürde; yorgunluğun biyomekanik unsurlara etkisini araştıran çalışmalar çok kısıtlıdır. Var olan çalışmalar ise laboratuvar koşullarında ya da klinikte yapılmıştır. Ayrıca gerçek oyun koşullarında rekabet sporcularının biyomekanik ve yorgunluk ilişkisini inceleyen çalışma da yoktur. Bu konudaki çalışmalar

yorgunluğun iniş kinetik ve kinematik değerlerini dolayısıyla iniş stratejilerini bozduğunu (33,34,47), eklem mekaniği üzerindeki zararlı etkilerin yorgunlukla doğru orantılı arttığını (174) ve yorgunluğun yaralanma için risk olduğunu ileri sürmüşlerdir. Öte yandan farklı eklemlerin biyomekanik belirteçlerinin yorgunluktan etkilendiği fakat eklem patoloji ve yaralanmalarından sorumlu mekanik bozuklukların yüksek yoğunluklu yorgunlukla ilişkilendirilemeyeceğini (35) belirten çalışmalarda bulunmaktadır.

Çalışma sonucunda görülen biyomekanik bozulmanın sebebinin, nöromüsküler yorgunluğun propriyosepsiyon sistemi üzerindeki etkisinden kaynaklanabileceği olasıdır. Bu doğrultuda literatüre bakıldığında önerilen savı destekleyen az sayıda araştırma bulunmaktadır. Bu çalışmalarla değişik sportif aktivite ya da egzersiz protokolü ile ilişkili yorgunluğun; dinamik dengeyi bozduğu (48), pozisyon hissini azalttığı (175,176), motor kontrol stratejilerini değiştirdiği (177,179), kas koaktivasyonunu düşürdüğü (26,178) ve proprioseptif keskinliği azalttığı (28, 30) ortaya konmuştur.

Literatürde yorgunluğun nöromüsküler performans ve biyomekani üzerine etkilerini inceleyen çalışmaların çoğunluğu laboratuvar koşullarında gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalardaki ölçümler maçtan önce ve maçtan iki saat sonra gerçekleştirilmiştir. Resmi otoritelerden ve takım sorumlularından gerekli izinlerin alınamaması nedeniyle ölçümlerin maçtan hemen önce ve sonra gerçekleştirilememiş olması bu çalışmanın kısıtlılığı olarak öne çıkmaktadır. Araştırma ekibinin kısıtlılığı nedeniyle yorgunluğun propriyosepsiyona etkisini ortaya koyacak bir başka ölçüm aracı uygulanamadı.

Gelecekteki çalışmalarda; iniş biyomekaniğinin maç içinde kaydedilen görüntülerinden analiz edilip yorgunlukla nasıl değiştiğini ortaya koymak konu edilebilir. Ayrıca İniş Hatası Puanlama Sistemi yardımı ile iniş biyomekaniği kusurları saptanan ve buna göre planlanan rehabilitasyon programlarının, spor yaralanmanın önlenmesindeki etkinliği bir başka araştırılacak husus olabilir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

1. Futbol maçı oyuncular üzerinde büyük bir fiziksel stres yaratmaktadır.
2. Maçtan sonraki iki saat içerisinde yapılan ölçümlerde nöromusküler fonksiyonda maçtan önceye göre fark gözlenmedi. Bunun nedenin bu süre içerisinde oyuncuların toparlanma fazının büyük kısmının tamamlanması olduğu düşünüldü.
3. Nöromusküler fonksiyonlar ile Borg Algılanan Ağrı ve Yorgunluk Ölçeği'nin ilişkili olmadığı gözlemlendi.
4. Her ne kadar nöromusküler fonksiyonlarda istatistiksel anlamlı fark çıkmasa da, bireyler arasında farkların olduğu belirlendi. Bu farkların toparlanmadaki bireysel farklardan kaynaklanabileceği düşünüldü.
5. Bu çalışmada kullanılan nöromusküler sistem değerlendirmesi, oyuncuların nöromusküler sisteminin bütününün ortaya koyduğu sonuçları vermektedir. Lokal olarak her kas grubuna yönelik yapılabilecek çalışmalar ile futbol maçında oluşan yorgunluğun, nöromusküler sistem üzerinde yarattığı stresin detayları ortaya çıkarılabilir.
6. Maçtan sonraki iki saat içerisinde, oyuncuların; İniş Hatası Puanlama Sisteminden aldıkları skorların maçtan önceki skorlardan istatistiksel olarak yüksek oldukları gözlemlendi. Buradan futbol maçında oluşan yorgunluğun iniş biyomekaniğini bozduğu sonucu çıkarılabilir.
7. İniş Hatası Puanlama Sistemi ile Borg Algılanan Ağrı ve Yorgunluk Ölçeğinin ilişkili olduğu belirlendi.
8. Futbol maçı sonrası oluşan yorgunluğun proprioseptif bozulmaya neden olduğu, bunun da iniş biyomekaniğini etkilediği düşünülmektedir.
9. Nöromusküler sistem fonksiyonları ile İniş Hatası Puanlama Sistemi sonuçları; futbol maçı sonrası toparlanma döneminde proprioseptif sistemdeki toparlanmanın, nöromusküler sistemdeki toparlanmaya koşut gitmediğini düşündürdü.
10. Maç öncesi İniş Hatası Puanlama Sisteminden daha düşük puan alan oyuncuların, maç öncesi daha yüksek puan alan oyunculara göre maç sonu iniş biyomekaniğinin daha az bozulduğu saptandı.

6.2. Öneriler

1. Futbol oyununun oyuncular üzerinde oluşturduğu nöromüsküler yorgunluğun toparlanma dönemi, başta biyokimyasal süreçler olmak üzere birçok aşama içermektedir. Proprioseptif sistemin toparlanma dönemindeki durumunun da dikkatle izlenmesi ile spor yaralanmalarının önlenmesine katkı sunabilir.
2. İniş Hatası Puanlama Sistemi sporcuların yere iniş mekaniğindeki hataları belirlemede kullanılabilir.
3. Futbolcuların iniş biyomekaniğindeki hatalarının düzeltilmesini içeren unsurların, koruyucu rehabilitasyon programlarına dahil edilmesi ile sporcuların alt ekstremitte yaralanmalarının azaltılmasına katkı sunulabilir.
4. Alt ekstremitte yaralanması geçirmiş sporcunun, rehabilitasyon programı içerisinde iniş biyomekaniği hatalarının düzeltilmesi ile tekrar yaralanmanın oluşma riski azaltılabilir.
5. Antrenman programlarının sporcuların nöromüsküler yorgunluk düzeyleri göz önüne alarak düzenlenmesi, nöromüsküler yorgunluk kaynaklı biyomekanik bozulmayı, dolayısıyla spor yaralanması riskini azaltacaktır.
6. Sporcuların biyomekanik profillerinin analizinden çıkacak sonuçlarla birlikte, sporcunun biyomekanik düzeltmelerini içeren rehabilitasyon programlarının uğraşılan sporun gereklerine uygun şekilde oluşturulması, hem yaralanma riskini azaltacak, hem de sportif performansın optimize edilmesini sağlayacaktır.
7. Propriosepsiyon gelişimine yönelik egzersiz vb uygulamaların koruyucu rehabilitasyon programları ve yaralanmış sporcunun tedavi planı içerisine eklenmesi iniş hatalarının düzeltilmesine yardımcı olabilir.
8. Akut yorgunluğun biyomekanik parametrelere etkisini inceleyen çalışmalar sınırlıdır. Bu konu üzerinde daha çok çalışmaya gereksinim vardır. Bununla birlikte, kronik yorgunluğun biyomekanik ve nöromüsküler fonksiyonlara etkisinin de irdelenmesi gerekir.

7. KAYNAKLAR

1. Waldén M, Hägglund M, Magnusson H, Ekstrand J. Anterior cruciate ligament injury in elite football: a prospective three-cohort study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2011;19:11-9.
2. Waldén M, Hägglund M, Werner J, Ekstrand J. The epidemiology of anterior cruciate ligament injury in football (soccer): a review of the literature from a gender-related perspective. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2011;19:3-10.
3. American Academy of Orthopaedic Surgeons(AAOS) web site. In spectrum of ACL injury treatment, new study reveals cost savings for those who need surgery. Available from: <http://newsroom.aaos.org/media-resources/news/in-spectrum-of-acl-injury-treatment-new-study-reveals-cost-savings-for-those-who-need-surgery.htm>. 03.02.2015.
4. Ageberg E, Forssblad M, Herbertsson P, Roos EM. Sex differences in patient-reported outcomes after anterior cruciate ligament reconstruction: data from the Swedish knee ligament register. *Am J Sports Med* 2010;38:1334-42.
5. Hewett TE, Ford KR, Hoogenboom BJ, Myer GD. Understanding and preventing acl injuries: current biomechanical and epidemiologic considerations-update 2010. *N Am J Sports Phys Ther* 2010;5:234-51.
6. Ambegaonkar JP, Mettinger LM, Caswell SV, Burt A, Cortes N. Relationships between core endurance, hip strength, and balance in collegiate female athletes. *Int J Sports Phys Ther* 2014;9:604-16.
7. Theiss JL, Gerber JP, Cameron KL, Beutler AI, Marshall SW, Distefano LJ et. al. Jump-landing differences between varsity, club and intramural athletes: the jump-acl study. *J Strength Cond Res* 2014;28:1164-71.
8. Sugimoto D, Myer GD, Foss KD, Hewett TE. Dosage effects of neuromuscular training intervention to reduce anterior cruciate ligament injuries in female athletes: meta- and sub-group analyses. *Sports Med* 2014;44:551-62.
9. Myer GD, Brent JL, Ford KR, Hewett TE. Real-time assessment and neuromuscular training feedback techniques to prevent anteriorcruciateligament injury in female athletes. *Strength Cond J* 2011;33:21-35.

10. Sugimoto D, Myer GD, McKeon JM, Hewett TE. Evaluation of the effectiveness of neuromuscular training to reduce anterior cruciate ligament injury in female athletes: a critical review of relative risk reduction and numbers-needed-to-treat analyses. *Br J Sports Med*. 2012;46:979-88.
11. Michaelidis M, Koumantakis GA. Effects of knee injury primary prevention programs on anterior cruciate ligament injury rates in female athletes in different sports: A systematic review. *Phys Ther Sport* 2014;15:200-10.
12. Alentorn-Geli E, Myer GD, Silvers HJ, Samitier G, Romero D, Lázaro-Haro C et al. Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 2: a review of prevention programs aimed to modify risk factors and to reduce injury rates. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2009 ;17:859-79.
13. Van Beijsterveldt AM, van de Port IG, Krist MR, Schmikli SL, Stubbe JH, Frederiks JE et al. Effectiveness of an injury prevention programme for adult male amateur soccer players: a cluster-randomised controlled trial. *Br J Sports Med* 2012;46:1114-8.
14. Beutler A, de la Motte S, Marshall S, Padua D, Boden B. Muscle strength and qualitative jump-landing differences in male and female military cadets: The jump-ACL study. *J Sports Sci Med* 2009;8:663-671.
15. Yom JP, Simpson KJ, Arnett SW, Brown CN. The effects of a lateral in-flight perturbation on lower extremity biomechanics during drop landings. *J Appl Biomech* 2014;30:655-62.
16. Hewett TE, Torg JS, Boden BP. Video analysis of trunk and knee motion during noncontact anterior cruciate ligament injury in female athletes: lateral trunk and knee abduction motion are combined components of the injury mechanism. *Br J Sports Med* 2009;43:417-22.
17. Shirey M, Hurlbutt M, Johansen N, King GW, Wilkinson SG, Hoover DL. The influence of core musculature engagement on hip and knee kinematics in women during a single leg squat. *Int J Sports Phys Ther* 2012;7:1-12.
18. Ford KR, Myer GD, Hewett TE. Valgus knee motion during landing in high school female and male basketball players. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35:1745-50.

19. Zahradnik D, Jandacka D, Uchytíl J, Farana R, Hamill J. Lower extremity mechanic during landing after a volleyball block as a risk factor for anterior cruciate ligament injury. *Phys Ther Sport* 2015;16:53-8.
20. Norcross MF, Lewek MD, Padua DA, Shultz SJ, Weinhold PS, Blackburn JT. Lower extremity energy absorption and biomechanics during landing. Part I: Sagittal-plane energy absorption analyses. *J Athl Train* 2013;48:748-56.
21. Norcross MF, Lewek MD, Padua DA, Shultz SJ, Weinhold PS, Blackburn JT. Lower extremity energy absorption and biomechanics during landing. Part II: Frontal-plane energy analyses and interplanar relationships. *J Athl Train* 2013;48:757-63.
22. Fox AS, Bonacci J, McLean SG, Spittle M, Saunders N. What is normal? Female lower limb kinematic profiles during athletic tasks used to examine anterior cruciate ligament injury risk: A systematic review. *Sports Med* 2014;44:815-32.
23. Alentorn-Geli E, Myer GD, Silvers HJ, Samitier G, Romero D, Lázaro-Haro C et al. Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2009;17:705-29.
24. Shimokochi Y, Shultz SJ. Mechanisms of noncontact anterior cruciate ligament injury. *J Athl Train*. 2008;43:396-408.
25. Hassanlouei H, Falla D, Arendt-Nielsen L, Kersting UG. The effect of six weeks endurance training on dynamic muscular control of the knee following fatiguing exercise. *J Electromyogr Kinesiol* 2014;24:682-8.
26. Hassanlouei H, Arendt-Nielsen L, Kersting UG, Falla D. Effect of exercise-induced fatigue on postural control of the knee. *J Electromyogr Kinesiol* 2012;22:342-7.
27. Rozzi SL, Lephart SM, Fu FH. Effects of muscular fatigue on knee joint laxity and neuromuscular characteristics of male and female athletes. *J Athl Train* 1999;34:106-14.
28. Gear WS. Effect of different levels of localized muscle fatigue on knee position sense. *J Sports Sci Med* 2011;10:725-30.
29. Lew FL, Qu X. Effects of multi-joint muscular fatigue on biomechanics of slips. *J Biomech* 2014;47:59-64.

30. Changela PK, Selvamani K, Ramaprabhu. A study to evaluate the effect of fatigue on knee joint proprioception and balance in healthy individuals. *Medicina Sportiva* 2012;8:1851-1857.
31. Bruniera CA, Rogério FR, Rodacki AL. Stabilometric response during single-leg stance after lower limb muscle fatigue. *Braz J Phys Ther* 2013;17:464-469.
32. Iguchi J, Tateuchi H, Taniguchi M, Ichihashi N. The effect of sex and fatigue on lower limb kinematics, kinetics, and muscle activity during unanticipated side-step cutting. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2014;22:41-48.
33. Liederbach M, Kremenich IJ, Orishimo KF, Pappas E, Hagins M. Comparison of landing biomechanics between male and female dancers and athletes. Part 2: Influence of fatigue and implications for anterior cruciate ligament injury. *Am J Sports Med* 2014;42:1089-1095.
34. Pappas E, Sheikhzadeh A, Hagins M, Nordin M. The effect of gender and fatigue on the biomechanics of bilateral landings from a jump: Peak values. *J Sports Sci Med* 2007;6:77-84.
35. Longpré HS, Potvin JR, Maly MR. Biomechanical changes at the knee after lower limb fatigue in healthy young women. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2013;28:441-447.
36. Moran KA, Clarke M, Reilly F, Wallace ES, Brabazon D, Marshall B. Does endurance fatigue increase the risk of injury when performing drop jumps? *J Strength Cond Res* 2009;23:1448-1455.
37. Byrne C, Eston R. The effect of exercise-induced muscle damage on isometric and dynamic knee extensor strength and vertical jump performance. *J Sports Sci* 2002;20:417-425.
38. Cormack SJ, Newton RU, McGuigan MR. Neuromuscular and endocrine responses of elite players to an Australian Rules Football match. *Int J Sports Physiol Perform* 2008;3:359-74.
39. Chatzinikolaou A, Fatouros IG, Gourgoulis V, Avloniti A, Jamurtas AZ, Nikolaidis MG et. al. Time course of changes in performance and inflammatory response after acute plyometric exercise. *J Strength Cond Res* 2010;24:1389-1398.
40. Nosaka K, Abbiss C, Watson G, Wall B, Suzuki K, Laursen P. Recovery following an Ironman triathlon: A case study. *European Journal of Sport Science* 2010;10: 169-165.

41. McLean BD, Coutts AJ, Kelly V, McGuigan MR, Cormack SJ. Neuromuscular, endocrine, and perceptual fatigue responses during different length between-match microcycles in professional rugby league players. *Int J Sports Physiol Perform* 2010;5:367-83.
42. McLellan CP, Lovell DI, Gass GC. Markers of postmatch fatigue in professional rugby league players *J Strength Cond Res* 2011;25:1030-1039.
43. Hoffman JR, Nusse V, Kang J. The effect of an intercollegiate soccer game on maximal power performance. *Can J Appl Physiol* 2003;28:807-817.
44. Gee TI, French DN, Howatson G, Payton SJ, Berger NJ, Thompson KG. Does a bout of strength training affect 2,000 m rowing ergometer performance and rowing-specific maximal power 24 h later? *Eur J Appl Physiol* 2011;111:2653-2662.
45. Andersson H, Raastad T, Nilsson J, Paulsen G, Garthe I, Kadi F. Neuromuscular fatigue and recovery in elite female soccer: effects of active recovery. *Med Sci Sports Exerc* 2008;40:372-380.
46. Ascensão A, Leite M, Rebelo AN, Magalhães S, Magalhães J. Effects of cold water immersion on the recovery of physical performance and muscle damage following a one-off soccer match. *J Sports Sci* 2011;29:217-225.
47. McLean SG, Samorezov JE. Fatigue-induced ACL injury risk stems from a degradation in central control. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41:1661-1672.
48. Zemková E and Hamar D. The Effect of soccer match induced fatigue on neuromuscular performance. *Kinesiology* 2009;2:195-202.
49. Latash ML. Neurophysiological basis of movement. Champaign: Human Kinetics, 1998.
50. Cronin J, Sleivert G. Challenges in understanding the influence of maximal power training on improving athletic performance. *Sports Med* 2005;35:213-234.
51. Abernethy PJ, Jürimäe J. Cross-sectional and longitudinal uses of isoinertial, isometric, and isokinetic dynamometry. *Med Sci Sports Exerc* 1996;28:1180-7.
52. Bozic PR, Celik O, Uygur M, Knight CA, Jaric S. Evaluation of novel tests of neuromuscular function based on brief muscle actions. *J Strength Cond Res* 2013;27:1568-1578.
53. Markovic G, Mikulic P. Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. *Sports Med* 2010;40:859-895.

54. Cormie P, McGuigan MR, Newton RU. Developing maximal neuromuscular power. Part 1: Biological basis of maximal power production. *Sports Med* 2011;41:17-38.
55. Cormie P, McGuigan MR, Newton RU. Developing maximal neuromuscular power. Part 2: Training considerations for improving maximal power production. *Sports Med* 2011;41:125-146.
56. Jaric S. Muscle strength testing: use of normalisation for body size. *Sports Med* 2002;32:615-631.
57. Van Den Bogert AJ, Pavol MJ, Grabiner MD. Response time is more important than walking speed for the ability of older adults to avoid a fall after a trip. *J Biomech* 2002;35:199-205.
58. Mirkov DM, Nedeljkovic A, Milanovic S, Jaric S. Muscle strength testing: evaluation of tests of explosive force production. *Eur J Appl Physiol* 2004;91:147-154.
59. McIntyre-Robinson AJ, Byblow WD. A neurophysiological basis for the coordination between hand and foot movement. *J Neurophysiol* 2013;110:1039-1046.
60. Suzovic D, Pazin N, Planic N, Jaric S. Evaluation of consecutive maximum contractions as a test of neuromuscular function. *J Hum Kinetics* 2008; 20:51-67.
61. Twist C, Waldron M, Highton J, Burt D and Daniels M. Neuromuscular, biochemical and perceptual post-match fatigue in professional rugby league forwards and backs. *J Sports Sci* 2012;30:359-367.
62. Johnston RD, Gabbett TJ, Jenkins DG. Influence of an intensified competition on fatigue and match performance in junior rugby league players. *J Sci Med Sport* 2013;16:460-465.
63. Johnston RD, Gabbett TJ, Seibold AJ, Jenkins DG. Influence of physical contact on neuromuscular fatigue and markers of muscle damage following small-sided games. *J Sci Med Sport*. 2014;17:535-540.
64. Gabbett TJ, Polley C, Dwyer DB, Kearney S, Corvo A. Influence of field position and phase of play on the physical demands of match-play in professional rugby league forwards. *J Sci Med Sport* 2014;17:556-661.

65. McLellan CP, Lovell DI, Gass GC. Biochemical and endocrine responses to impact and collision during elite rugby league match play. *J Strength Cond Res* 2011;25:1553-1562.
66. McLellan CP, Lovell DI, Gass GC. Markers of postmatch fatigue in professional rugby league players. *J Strength Cond Res* 2011;25:1030-1039.
67. McLellan CP, Lovell DI. Neuromuscular responses to impact and collision during elite rugby league match play. *J Strength Cond Res* 2012;26:1431-1440.
68. Duffield R, Murphy A, Snape A, Minett GM, Skein M. Post-match changes in neuromuscular function and the relationship to match demands in amateur rugby league matches. *J Sci Med Sport* 2012;15:238-243.
69. Magalhães J, Rebelo A, Oliveira E, Silva JR, Marques F, Ascensão A. Impact of Loughborough Intermittent Shuttle Test versus soccer match on physiological, biochemical and neuromuscular parameters. *Eur J Appl Physiol* 2010;108:39-48.
70. Andersson H, Raastad T, Nilsson J, Paulsen G, Garthe I, Kadi F. Neuromuscular fatigue and recovery in elite female soccer: effects of active recovery. *Med Sci Sports Exerc* 2008;40:372-380.
71. Silva JR, Ascensão A, Marques F, Seabra A, Rebelo A, Magalhães J. Neuromuscular function, hormonal and redox status and muscle damage of professional soccer players after a high-level competitive match. *Eur J Appl Physiol* 2013;113:2193-2201.
72. Ascensão A, Rebelo A, Oliveira E, Marques F, Pereira L, Magalhães J. Biochemical impact of a soccer match - analysis of oxidative stress and muscle damage markers throughout recovery. *Clin Biochem* 2008;41:841-851.
73. Komi VP. Stretch-shortening cycle: A powerful model to study normal and fatigued muscle. *J Biomech* 2000;33:1197-1206.
74. Dousset E, Avela J, Ishikawa M, Kallio J, Kuitunen S, Kyröläinen H et al. Bimodal recovery pattern in human skeletal muscle induced by exhaustive stretch-shortening cycle exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39:453-460.
75. Toumi H, Poumarat G, Best TM, Martin A, Fairclough J, Benjamin M. Fatigue and muscle-tendon stiffness after stretch-shortening cycle and isometric exercise. *Appl Physiol Nutr Metab* 2006;31:565-572.

76. Bozic PR, Pazin N, Berjan B, Jaric S. Evaluation of alternating consecutive maximum contractions as an alternative test of neuromuscular function. *Eur J Appl Physiol* 2012;112:1445-1456.
77. McGuigan MR, Cormack S, Newton RU. Long-term power performance of elite Australian rules football players. *J Strength Cond Res* 2009;23:26-32.
78. Krstrup P, Zebis M, Jensen JM, Mohr M. Game-induced fatigue patterns in elite female soccer. *J Strength Cond Res* 2010;24:437-441.
79. Cormack SJ, Newton RU, McGuigan MR. Neuromuscular and endocrine responses of elite players to an Australian rules football match. *Int J Sports Physiol Perform* 2008;3:359-374.
80. Dias JA, Dal Pupo J, Reis DC, Borges L, Santos SG, Moro AR, Borges NG Jr. Validity of two methods for estimation of vertical jump height. *J Strength Cond Res* 2011;25:2034-2039.
81. Cormack SJ, Newton RU, McGuigan MR, Cormie P. Neuromuscular and endocrine responses of elite players during an Australian rules football season. *Int J Sports Physiol Perform* 2008;3:439-453.
82. Cormack SJ, Newton RU, McGuigan MR, Doyle TL. Reliability of measures obtained during single and repeated countermovement jumps. *Int J Sports Physiol Perform* 2008;3:131-144.
83. Moir G, Shastri P, Connaboy C. Intersession reliability of vertical jump height in women and men. *J Strength Cond Res* 2008;22:1779-1784.
84. Twist C and Sykesab D. Evidence of exercise-induced muscle damage following a simulated rugby league match. *European Journal of Sport Science* 2011;11:401-409.
85. Waldron M, Worsfold P, Twist C, Lamb K. Concurrent validity and test-retest reliability of a global positioning system (GPS) and timing gates to assess sprint performance variables. *J Sports Sci* 2011;29:1613-1619.
86. Coutts AJ, Duffield R. Validity and reliability of GPS devices for measuring movement demands of team sports. *J Sci Med Sport* 2010;13:133-1335.
87. Johnston RJ, Watsford ML, Pine MJ, Spurrs RW, Murphy AJ, Pruyn EC. The validity and reliability of 5-Hz global positioning system units to measure team sport movement demands. *J Strength Cond Res* 2012;26:758-765.

88. Dwyer DB, Gabbett TJ. Global positioning system data analysis: velocity ranges and a new definition of sprinting for field sport athletes. *J Strength Cond Res* 2012;26:818-824.
89. Why testing in team and power sport. Available from: <http://www.newtest.com/articles.php>. 07.03.2015
90. Rationale behind performance testing in team and power sports. Available from: <http://www.newtest.com/articles.php>. 07.03.2015
91. Testing explosive strength and speed in endurance athletes may help to improve the performance in running events. Available from: <http://www.newtest.com/articles.php>. 07.03.2015
92. ACL injuries in female athletes. Available from: <http://www.newtest.com/articles.php>. 07.03.2015
93. The effects of playground activities and exercising on playground equipment on the motor coordination of preschool children. Available from: <http://www.newtest.com/articles.php>. 07.03.2015
94. Exercising senior citizens' balance and motor coordination. Available from: <http://www.newtest.com/articles.php>. 07.03.2015
95. Perttunen JO, Kyröläinen H, Komi PV, Heinonen A. Biomechanical loading in the triple jump. *J Sports Sci* 2000;18:363-370.
96. Balčiūnas M, Stonkus S, Abrantes C, Sampaio J. Long term effects of different training modalities on power, speed, skill and anaerobic capacity in young male basketball players. *J Sports Sci Med* 2006;5:163-170.
97. Gorostiaga EM, Izquierdo M, Ruesta M, Iribarren J, González-Badillo JJ, Ibáñez J. Strength training effects on physical performance and serum hormones in young soccer players. *Eur J Appl Physiol* 2004;91:698-707.
98. Ehrnborg C, Lange KH, Dall R, Christiansen JS, Lundberg PA, Baxter RC et al. The growth hormone/insulin-like growth factor-I axis hormones and bone markers in elite athletes in response to a maximum exercise test. *J Clin Endocrinol Metab* 2003;88:394-401.
99. Nicol C, Kuitunen S, Kyröläinen H, Avela J, Komi PV. Effects of long- and short-term fatiguing stretch-shortening cycle exercises on reflex EMG and force of the tendon-muscle complex. *Eur J Appl Physiol* 2003;90:470-479.

100. Rosendal L, Langberg H, Skov-Jensen A, Kjaer M. Incidence of injury and physical performance adaptations during military training. *Clin J Sport Med* 2003;13:157-163.
101. Kyrolainen H, Kivela R, Koskinen S, McBride J, Andersen JL, Takala T et al. Interrelationships between muscle structure, muscle strength, and running economy. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35:45-49.
102. Izquierdo M, Ibañez J, González-Badillo JJ, Gorostiaga EM. Effects of creatine supplementation on muscle power, endurance, and sprint performance. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34:332-343.
103. Product Modules. Available from: <http://www.newtest.com/productmodules.php>
104. Technical Specifications. Available from: <http://www.newtest.com/technicalspecifications.php>
105. Hamill J, Knutzen KM. Biomechanical basis of human movement. Philadelphia; Williams and Wilkins: 1995.
106. Knudson D. Fundamentals of biomechanics. New York; Springer: 2007.
107. İnal H S. Spor ve egzersizde vücut biyomekaniği. İstanbul: Papatya Yayıncılık Eğitim, 2013.
108. Chan KM, Fong DT, Hong Y, Yung PS, Lui PP. Orthopaedic sport biomechanics - a new paradigm. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2008;23:21-30.
109. Bartlett R. Introduction to sports biomechanics analysing human movement patterns. New York and London; Routledge Taylor & Francis Group, 2007.
110. Elliott B. Biomechanics: An integral part of sport science and sport medicine. *J Sci Med Sport* 1999;2:299-310.
111. Li L. How can sport biomechanics contribute to the advance of world record and best athletic performance? *Measurement in Physical Education & Exercise Science* 2012;16:194-199.
112. Schwameder H. Issues and challenges of applied sport biomechanics research. *Journal of Biomechanics* 2007;40:2.
113. Winter D A. Biomechanics and motor control of human movement. University of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canada; John Wiley & Sons, 2009.
114. Ferro A, Villaceros J, Floría P, Graupera JL. Analysis of speed performance in soccer by a playing position and a sports level using a laser system. *J Hum Kinet* 2014;44:143-153.

115. Kapidžić A, Huremović T, Biberovic A. Kinematic analysis of the instep kick in youth soccer players. *J Hum Kinet* 2014;42:81-90.
116. Zahradnik D, Uchytíl J, Farana R, Jandacka D. Ground reaction force and valgus knee loading during landing after a block in female volleyball players. *J Hum Kinet* 2014;40:67-75.
117. Rodríguez-Ruiz D, Díez-Vega I, Rodríguez-Matoso D, Fernández-del-Valle M et al. Analysis of the response speed of musculature of the knee in professional male and female volleyball players. *Biomed Res Int* 2014;23:970-978.
118. Kortier HG, Sluiter VI, Roetenberg D, Veltink PH. Assessment of hand kinematics using inertial and magnetic sensors. *J Neuroeng Rehabil* 2014;11:70.
119. Barris S, Button C. A review of vision-based motion analysis in sport. *Sports Med* 2008;38:1025-1043.
120. Higginson BK. Methods of running gait analysis. *Curr Sports Med Rep* 2009;8:136-141.
121. Albertus-Kajee Y, Tucker R, Derman W, Lamberts RP, Lambert MI. Alternative methods of normalising EMG during running. *J Electromyogr Kinesiol* 2011;21:579-586.
122. Gazendam MG, Hof AL. Averaged EMG profiles in jogging and running at different speeds. *Gait Posture* 2007;25:604-614.
123. Cummins C, Orr R, O'Connor H, West C. Global positioning systems (GPS) and microtechnology sensors in team sports: a systematic review. *Sports Med* 2013;43:1025-42.
124. Gore CJ. Physiological tests for elite athletes / Australian Sports Commission. Champaign, IL: Human Kinetics, 2000.
125. Bahr R, Krosshaug T. Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. *Br J Sports Med* 2005;39:324-329.
126. Riemann BL, Guskiewicz KM, Shields EW. Relationship between clinical and forceplate measures of postural stability. *J Sport Rehabil* 1999;8:71-82.
127. Hertel J, Miller S, Denegar CR. Intratester and intertester reliability during the Star Excursion Balance Test. *J Sport Rehabil* 2000;9:104-116.
128. Sheehana DP, Lafavea MR and Katz L. Intra-rater and inter-rater reliability of the Balance Error Scoring System in pre-adolescent school children. *Measurement in Physical Education and Exercise Science* 2011;15: 234-243.

129. Padua DA, Boling MC, Distefano LJ, Onate JA, Beutler AI, Marshall SW. Reliability of the landing error scoring system-real time, a clinical assessment tool of jump-landing biomechanics. *J Sport Rehabil* 2011;20:145-56.
130. Myer GD, KR Ford, J Khoury, P Succo, Hewett TE. Biomechanics laboratory-based prediction algorithm to identify female athletes with high knee loads that increase risk of ACL injury. *Br J Sports Med* 2011;45:245–252.
131. Yin L, Sun D, Mei QC, Gu YD2, Baker JS et al. The kinematics and kinetics analysis of the lower extremity in the landing phase of a stop-jump task. *Open Biomed Eng J* 2015;9:103-107.
132. Kulas A S, Windley T C, Schmitz R J. Effects of abdominal postures on lower extremity energetics during single-leg landings. *J Sport Rehabil* 2005;14:58-64.
133. Padua DA, Marshall SW, Boling MC, Thigpen CA, Garrett WE Jr, Beutler AI. The Landing Error Scoring System (LESS) is a valid and reliable clinical assessment tool of jump-landing biomechanics: The JUMP-ACL study. *Am J Sports Med* 2009;37:1996-2002.
134. Onate J, Cortes N, Welch C, Van Lunen BL. Expert versus novice interrater reliability and criterion validity of the landing error scoring system. *J Sport Rehabil* 2010;19:41-56.
135. Padua DA, DiStefano LJ, Beutler AI, de la Motte SJ, DiStefano MJ, Marshall SW. The Landing Error Scoring System as a screening tool for an anterior cruciate ligament injury-prevention program in elite-youth soccer athletes. *J Athl Train* 2015;26 [Epub ahead of print].
136. Smith HC, Johnson RJ, Shultz SJ, Tourville T, Holterman LA, Slauterbeck J et al. A prospective evaluation of the Landing Error Scoring System (LESS) as a screening tool for anterior cruciate ligament injury risk. *Am J Sports Med* 2012;40:521-526.
137. Bell DR, Smith MD, Pennuto AP, Stiffler MR, Olson ME. Jump-landing mechanics after anterior cruciate ligament reconstruction: a landing error scoring system study. *J Athl Train* 2014;49:435-441.
138. Padua DA, Marshall SW, Boling MC, Thigpen CA, Garrett WE Jr, Beutler AI. The Landing Error Scoring System (LESS) Items. Available online Appendix 1 for this article at <http://ajs.sagepub.com/supplemental/>
139. John HW. Essentials of human anatomy and physiology. Dubuque; William C. Brown; 1995.

140. Abbiss CR, Laursen PB. Models to explain fatigue during prolonged endurance cycling. *Sports Med.* 2005;35:865-898.
141. Marcora SM. Do we really need a central governor to explain brain regulation of exercise performance? *Eur J Appl Physiol* 2008;104:929-931.
142. Weir JP, Beck TW, Cramer JT, Housh TJ. Is fatigue all in your head? A critical review of the central governor model. *Br J Sports Med.* 2006;40:573-586.
143. Millet GY. Can neuromuscular fatigue explain running strategies and performance in ultra-marathons? *Sports Med* 2011;41:489-506.
144. Pageaux B, Marcora SM, Rozand V, Lepers R. Mental fatigue induced by prolonged self-regulation does not exacerbate central fatigue during subsequent whole-body endurance exercise. *Front Hum Neurosci* 2015;9:67-82.
145. Noakes TD. Is it time to retire the A.V. Hill Model? *Sports Med* 2011;41:263-277.
146. Enoka RM. Mechanisms of muscle fatigue: Central factors and task dependency. *J Electromyogr Kinesiol* 1995;5:141-149.
147. Boyas S, Guével A. Neuromuscular fatigue in healthy muscle: underlying factors and adaptation mechanisms. *Ann Phys Rehabil Med* 2011;54:88-108.
148. Ergen E. Egzersiz ve sporda yorgunluk. Available from: <http://eminergen.com/bilgi04.html>
149. Linnamo V, Hakkinen K, Komi PV. Neuromuscular fatigue and recovery in maximal compared to explosive strength loading. *Eur J Appl Physiol* 1998;77:176-181.
150. Walker S, Davis L, Avela J, Häkkinen K. Neuromuscular fatigue during dynamic maximal strength and hypertrophic resistance loadings. *J Electromyogr Kinesiol* 2012;22:356-362.
151. Walker S, Peltonen J, Ahtiainen JP, Avela J, Hakkinen K. Neuromuscular fatigue induced by an isotonic heavy-resistance loading protocol in knee extensors. *J Sports Sci* 2009;27:1271-1279.
152. Armatas V, Bassa E, Patikas D, Kitsas I, Zangelidis G et al. Neuromuscular differences between men and prepubescent boys during a peak isometric knee extension intermittent fatigue test. *Pediatr Exerc Sci* 2010;22:205-217.
153. Hicks AL, Kent-Braun J, Ditor DS. Sex differences in human skeletal muscle fatigue. *Exerc Sport Sci Rev* 2001;29:109-112.

154. Girard O, Mendez-Villanueva A, Bishop D. Repeated-sprint ability. Part I : Factors contributing to fatigue. *Sports Med* 2011;41:673-694.
155. S Vojko, Blaž J. Pheripheral fatigue after maximal concentric and strech shortening cycle exercises. *Kinesiologia Slovenica* 2014;20:35–44.
156. Finsterer J. Biomarkers of peripheral muscle fatigue during exercise. *BMC Musculoskelet Disord* 201;13:218.
157. Goodall S, Charlton K, Howatson G, Thomas K. Neuromuscular fatigability during repeated-sprint exercise in male athletes. *Med Sci Sports Exerc* 2015;47:528-536.
158. Meeusen R, Watson P, Hasegawa H, Roelands B, Piacentini MF. Brain neurotransmitters in fatigue and overtraining. *Appl Physiol Nutr Metab* 2007;32:857-864.
159. Périard JD, Girard O, Racinais S. Neuromuscular adjustments of the knee extensors and plantar flexors following match-play tennis in the heat. *Br J Sports Med* 2014;48:45-51.
160. Westerblad H, Bruton JD, Katz A. Skeletal muscle: energy metabolism, fiber types, fatigue and adaptability. *Exp Cell Res* 2010;316:3093-3099.
161. Ament W, Verkerke GJ. Exercise and fatigue. *Sports Med* 2009;39:389-422.
162. Green HJ. Mechanisms of muscle fatigue in intense exercise. *J Sports Sci* 1997;15:247-256.
163. Ranieri F, Di Lazzaro V. The role of motor neuron drive in muscle fatigue. *Neuromuscul Disord* 2012;22:157-161.
164. Buchheit M, Racinais S, Bilsborough JC, Bourdon PC, Voss SC et al. Monitoring fitness, fatigue and running performance during a pre-season training camp in elite football players. *J Sci Med Sport* 2013;16:550-555.
165. Halson SL. Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Med* 2014;44:139-147.
166. Yıldız G. Süper Lig de Oynayan Bayan Hentbolcülerin Farklı Yorgunluk Düzeylerinde ki Reaksiyon Zamanları ve İsabetli Kale Atışlarının İncelenmesi. Yakın Doğu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Programı, Yüksek Lisans Tezi, Lefkoşa, 2010.
167. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc.* 1982;14:377-381.

168. Borg GA. Physical performance and perceived exertion. Available from: http://w3.psychology.su.se/staff/eb/Borg_G_1962_thesis.pdf;1962.
169. Aksakoğlu G. Sağlıkta araştırma ve çözümleme. İzmir; Dokuz Eylül Üniversitesi Rektörlük Basımevi: 2001.
170. Rampinini E, Impellizzeri FM, Castagna C, Azzalin A, Ferrari Bravo D et al. Effect of match-related fatigue on short-passing ability in young soccer players. *Med Sci Sports Exerc.* 2008;40:934-942.
171. Rampinini E, Impellizzeri FM, Impellizzeri FM, Castagna C, Coutts AJ et al. Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A League: effect of fatigue and competitive level. *J Science and Medicine in sport* 2009;12:227-233.
172. Ferraz R, van den Tillaar R, Marques MC. The effect of fatigue on kicking velocity in soccer players. *J Hum Kinet* 2012;35:97-107.
173. Thorlund JB, Michalsik LB, Madsen K, Aagaard P. Acute fatigue-induced changes in muscle mechanical properties and neuromuscular activity in elite handball players following a handball match. *Scand J Med Sci Sports* 2008;18:462-472.
174. Cortes N, Greska E, Kollock R, Ambegaonkar J, Onate JA. Changes in lower extremity biomechanics due to a short-term fatigue protocol. *J Athl Train* 2013;48:306-313.
175. Ribeiro F, Santos F, P Gonçalves, Oliveira J. Effects of volleyball match-induced fatigue on knee joint position sense. *European Journal of Sport Science* 2008;8:397-402.
176. Tripp BL, Uhl T, Mattacola C, Srinivasan C, Shapiro R. Functional fatigue decreases three-dimensional multi joint position reproduction in overhead athletes. ISB XXth Congress - ASB 29th Annual Meeting July 31 - August 5, Cleveland, Ohio.
177. Chappell JD, Herman DC, Knight BS, Kirkendall DT, Garrett WE, Yu B. Effect of fatigue on knee kinetics and kinematics in stop-jump tasks. *Am J Sports Med* 2005;33:1022-1029.

178. McEldowney KM, Hopper LS, Etlin-Stein H, Redding E. Fatigue effects on quadriceps and hamstrings activation in dancers performing drop landings. *J Dance Med Sci* 2013;17:109-114.
179. Gribble PA, Robinson RH, Hertel J, Denegar CR. The effects of gender and fatigue on dynamic postural control. *J Sport Rehabil* 2009;18:240-257.



EK-1 Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

Araştırmanın Adı: Futbol Maçının Oluşturduğu Yorgunluğun Biyomekanik Parametrelere ve Nöromüsküler Performansa Etkisi

Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

Lütfen Dikkatlice Okuyunuz !!!

Bu çalışmaya katılmak üzere davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışmada yer almayı kabul etmeden önce çalışmanın ne amaçla yapılmak istendiğini anlamanız ve kararınızı bu bilgilendirme sonrası özgürce vermeniz gerekmektedir. Size özel hazırlanmış bu bilgilendirmeyi lütfen dikkatlice okuyunuz, sorularınıza açık yanıtlar isteviniz.

Çalışmanın Amacı Nedir?

Futbol maçının oyuncular üzerinde oluşturduğu yorgunluğun, vücut kısımlarının düzenlenmesi ve kas-sinir performansı üzerine etkisinin incelenmesi.

Katılma Koşulları Nedir?

Bu çalışmaya dahil edilebilmeniz için kas iskelet sistemiyle ilgili herhangi bir yaralanmanız olmaması gerekir.

Nasıl Bir Uygulama Yapılacaktır?

Futbol oyuncularının kronolojik yaşı, antrenman yaşı, boy, vücut ağırlığı, vücut kütle endeksi, vücut yağ oranı kaydedilecektir. Resmi bir futbol maçı öncesi tüm oyuncular, maçtan sonra ise o maçta oynayan oyuncular değerlendirilecektir. Futbol maçı öncesi ve sonrası yorgunluk düzeyi Borg algılanan ağrı ve yorgunluk anketi ile ölçülecektir. Deneklerden 30 cm yüksekliğindeki bir yükseklikten kendi vücut uzunluğunun yarısı uzunluğundaki bir kuvvet platformu üzerine sıçraması ve hemen sonrasında hareketi kesintiye uğratmadan platform üzerinde bir dikey sıçrama gerçekleştirmesi istenecektir. Kuvvet platformu sayesinde havada kalış süresi, temas süresi, sıçrama gücü, vücut ağırlığı başına düşen sıçrama gücü belirlenecektir. Aynı zamanda denekler sıçrama yaparken video kamera ile kaydedilecektir. Video tabanlı görüntü analizi yapılarak iniş hatası puanlama sisteminden her bir oyuncunun futbol maçı öncesi ve sonrası aldığı puanlar belirlenecektir. Elde edilen sonuçlardan vücut bölümlerinin hareket sırasındaki konumu ve kas-sinir performansının futbol maçı sonrası oluşan yorgunluktan ne kadar etkilendiği, var olan performansın bu değişimde ne kadar pay sahibi olduğu ortaya konacaktır.

EK-1 Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

Araştırmanın Adı: Futbol Maçının Oluşturduğu Yorgunluğun Biyomekanik Parametrelere ve Nöromüsküler Performansa Etkisi

Sorumluluklarım Nedir?

Araştırma ile ilgili olarak size tarif edilen talimatlar doğrultusunda uygulamayı gerçekleştirmenizdir. Uygulamadan önce istemeniz durumunda deneme uygulaması yapabilirsiniz ve bunun için size gerekli süre ile yardım sağlanacaktır. Uygulamayı yapmadan önce öğrenmek ve mümkün olduğunca konsantrasyonla yapmak sizin sorumluluğunuzdadır. Bu koşullara uymadığınız durumlarda araştırmacı sizi uygulama dışı bırakabilme yetkisine sahiptir.

Katılımcı Sayısı Nedir?

Araştırmada yer alacak gönüllülerin sayısı 36'dır.

Katılımım Ne Kadar Sürecektir?

Bu araştırmada yer almanız için öngörülen süre maç öncesi ve sonrası 5'er dakika olmak üzere toplam 10 dakikadır.

Çalışmaya Katılma İle Beklenen Olası Yarar Nedir?

Sıçrama sırasında vücut kısımlarınızın dizilimindeki sapmalar tespit edilebilecektir. Bu sapmaların miktarı ve yönü spor yaralanmasına ne kadar açık olduğunuzu, hangi tip yaralanmayla karşılaşabileceğinizi öngörmek mümkün olabilecektir. Bu öngörüler doğrultusunda hazırlanacak size özel egzersiz programlarıyla karşılaşabileceğiniz spor yaralanmalarını azaltabilecektir. Ayrıca sinir-kas performansının futbol maçının oluşturduğu yorgunluktan ne kadar etkilendiğinin belirlenmesi ile antrenör, doktor, fizyoterapist vs profesyonellere antrenman programlarının oluşturulmasında yardımcı olunabilecektir.

Çalışmaya Katılma İle Beklenen Olası Riskler Nedir?

Bu araştırma kapsamında sizden 30 cm yükseklikten sıçramanız istenecektir. Bu uygulama ile ilgili gözlenebilecek istenmeyen etkiler arasında kas yaralanmaları, bağ yaralanmaları sayılabilir. Uzun sürede istenmeyen herhangi bir etkisi söz konusu değildir.

Araştırma Sürecinde Birlikte Kullanılmasının Sakıncalı Olduğu Bilinen İlaçlar/Besinler Nelerdir?

Çalışma süresince kullanımının sakıncalı olduğu herhangi bir ilaç ve besin yoktur.

EK-1 Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

Araştırmanın Adı: Futbol Maçının Oluşturduğu Yorgunluğun Biyomekanik Parametrelere ve Nöromüsküler Performansa Etkisi

Hangi Koşullarda Araştırma Dışı Bırakılabilirim?

Sıçrama testini direktiflere uymayarak kas iskelet sistemi yaralanmasına yol açabilecek şekilde hareket etmeniz durumunda uygulayıcı sizin izniniz olmadan sizi çalışmadan çıkarabilir.

Araştırma Süresince Çıkabilecek Sorunlar İçin Kimi Aramalıyım?

Uygulama sırasında karşılaşılabileceğiniz kas ağrısı, eklem ağrısı gibi durumları uygulayıcıya derhal bildiriniz.

Çalışma Kapsamındaki Giderler Karşılanacak Mıdır?

Yapılacak her tür tetkik, fizik muayene ve diğer araştırma masrafları size veya güvencesi altında bulunduğunuz resmi ya da özel hiçbir kurum veya kuruluşa ödetilmeyecektir.

Çalışmayı Destekleyen Kurum Var Mıdır ?

Çalışmayı destekleyen kurum yoktur.

Çalışmaya Katılmam Nedeniyle Herhangi Bir Ödeme Yapılacak Mıdır?

Bu araştırmada yer almanız nedeniyle size hiçbir ödeme yapılmayacaktır.

Araştırmaya Katılmayı Kabul Etmemem Veya Araştırmadan Ayrılmam Durumunda Ne Yapmam Gerekir?

Bu araştırmada yer almak tamamen sizin isteğinize bağlıdır. Araştırmada yer almayı reddedebilirsiniz ya da herhangi bir aşamada araştırmadan ayrılabilirsiniz; reddetme veya vazgeçme durumunda bile sonraki bakımınız garanti altına alınacaktır. Araştırmacı, uygulanan tedavi şemasının gereklerini yerine getirmemeniz, çalışma programını aksatmanız veya tedavinin etkinliğini artırmak vb. nedenlerle isteğiniz dışında ancak bilginiz dahilinde sizi araştırmadan çıkarabilir. Bu durumda da sonraki bakımınız garanti altına alınacaktır.

Araştırmanın sonuçları bilimsel amaçla kullanılacaktır; çalışmadan çekilmeniz ya da araştırmacı tarafından çıkarılmanız durumunda, sizle ilgili tıbbi veriler de gerekirse bilimsel amaçla kullanılabilir.

Katılmama İlişkin Bilgiler Konusunda Gizlilik Sağlanabilecek Midir?

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

EK-1 Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

Araştırmanın Adı: Futbol Maçının Oluşturduğu Yorgunluğun Biyomekanik Parametrelere ve Nöromüsküler Performansa Etkisi

Çalışmaya Katılma Onayı

Yukarıda yer alan ve araştırmaya başlanmadan önce gönüllüye verilmesi gereken bilgileri gösteren iki sayfalık metni okudum ve sözlü olarak dinledim. Aklıma gelen tüm soruları araştırmacıya sordum, yazılı ve sözlü olarak bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Çalışmaya katılmayı isteyip istemediğime karar vermem için bana yeterli zaman tanındı. Bu koşullar altında, bana ait tıbbi bilgilerin gözden geçirilmesi, transfer edilmesi ve işlenmesi konusunda araştırma yürütücüsüne yetki veriyor ve söz konusu araştırmaya ilişkin bana yapılan katılım davetini hiçbir zorlama ve baskı olmaksızın büyük bir gönüllülük içerisinde kabul ediyorum. Bu formu imzalamakla yerel yasaların bana sağladığı hakları kaybetmeyeceğimi biliyorum.

Bu formun imzalı ve tarihli bir kopyası bana verildi.

EK-1 Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

Araştırmanın Adı: Futbol Maçının Oluşturduğu Yorgunluğun Biyomekanik Parametrelere ve Nöromüsküler Performansa Etkisi

Gönüllünün		İmzası
Adı & Soyadı		
Adresi		
Tel. & Faks		
Tarih		

Velayet Veya Vesayet Altında Bulunanlar İçin Veli Veya Vasinin		İmzası
Adı & Soyadı		
Adresi		
Tel. & Faks		
Tarih		

	Araştırma Ekibinde Yer Alan Ve Yetkin Bir Araştırmacının	İmzası
Adı & Soyadı		
Tarih		

Gerektiği Durumlarda Tanık		İmzası
Adı & Soyadı		
Görevi		
Tarih		

EK 2- Olgu Rapor Formu
Futbol Maçının Oluşturduğu Yorgunluğun Biyomekanik Parametrelere ve
Nöromüsküler Performansa Etkisi

Olgu Rapor Formu

Tarih:

Olgu No :

Yaş :

Boy :

Kilo :

Oynadığı Takım :

Oynadığı Statü :

Oynadığı Mevki :

Antrenman Yaşı :

Geçirilmiş Yaralanma Öyküsü

	Yaralanma	Ne Zaman Oldu	Ne Kadar Sürdü
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

Maç Öncesi Borg Yorgunluk Anketi :

Maç Sonrası Borg Yorgunluk Anketi :

Sıçrama Yüksekliği :

Sıçrama Gücü :

Rölatif Kuvvet :

Reaktif Kuvvet İndeksi :

İniş Hatası Puanlama Sistemi Skoru :

EK3- Etik Kurul Kararı



EGE ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı 2.Kat. Erzene Ankara Cad. 35100 Bornova / İZMİR
Tel: 0 232 390 4219 - 373 78 81 Fax: 0232 390 21 34
e-mail: aetikk@mail.ege.edu.tr www.aek.med.ege.edu.tr



ARAŞTIRMA BAŞVURUSU ONAY BELGESİ

BAŞVURU BİLGİLERİ	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Futbol Maçının Oluşturduğu Yorgunluğun Biyomekanik Parametrelere ve Nöromüsküler Performansa Etkisi.		
	ARAŞTIRMA PROTOKOL KODU	-		
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Uzm. Fizyot. Serdar ARSLAN		
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UZMANLIK ALANI	Spor Hekimliği		
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı		
	VARSA İDARİ SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI	-		
	DESTEKLEYİCİ	-		
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. kaynaklardan destek alanlar için)	-		
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ	-		
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1 ☐	FAZ 2 ☐	FAZ 3 ☐
DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Gözetimsel İlaç Çalışması ☐		Tıbbi Cihaz klinik Araştırması ☐	
	İn Vitro Tıbbi Tanı Cihazları İle Yapılan Performans Değerlendirme Çalışmaları ☐		İlaç Dışı Klinik Araştırma ☒	
	Diğer ise belirtiniz			
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER			
TEK MERKEZ ☒		ÇOK MERKEZLİ ☐	ULUSAL ☒	ULUSLARARASI ☐
KARAR BİLGİLERİ	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	-	-	Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	-	-	Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	OLGU RAPOR FORMU	-	-	Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
Karar Nu: 15-4.1/7	Tarih: 18.05.2015			
Yukarıda başvuru bilgileri verilen klinik araştırma başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak Kurulumuzca incelenmiş, araştırma giderlerinin gönüllüye ve/veya bağlı bulunduğu sosyal güvenlik kurumuna ödetilmediği koşullarda araştırmaya başlanmasının etik açıdan uygun bulunduğuna oy birliği ile karar verilmiştir.				

EGE ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

ÇALIŞMA ESASI	İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu, Tıbbi Cihaz Klinik Araştırmaları Yönetmeliği					
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	Prof. Dr. Ayşenur OKTAY					
Unvanı / Adı / Soyadı EK Üyeliği	Uzmanlık Dalı	Kurumu	Cinsiyeti	İlişki (*)	Kabılım (**)	İmza
Prof. Dr. Ayşenur OKTAY Başkan	Radyodiagnostik	EÜ. Tıp Fakültesi Radyoloji AD	K	☒ E ☒ H	☒ E ☒ H	TOPLANTIYA KATILMADI
Prof. Dr. Aytül ÖNAL Başkan Yardımcısı	Tıbbi Farmakoloji	E.Ü. Tıp Fakültesi Tıbbi Farmakoloji AD.	K	☒ E ☒ H	☒ E ☒ H	
Prof. Dr. Suna TOKSAVUL Üye	Protetik Diş Tedavisi	E.Ü. Diş Hek. Fakültesi Protetik Diş Tedavisi AD	K	☒ E ☒ H	☒ E ☒ H	
Prof. Dr. Sarenur GÖKBEN Üye	Çocuk Nörolojisi	EÜ. Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları AD	K	☒ E ☒ H	☒ E ☒ H	S. Gökben

Etik Kurul Başkanının Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Ayşenur OKTAY	İMZA	Araştırma Başvurusu Onay Belgesi	Belge Kodu	Rev. Tarihi / No.su:	Sayfa
			222	28.09.2011/05	1/2



EK3- Etik Kurul Kararı



T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı 2.Kat. Erzene Ankara Cad. 35100 Bornova / İZMİR
Tel:0 232 390 4219 - 373 78 81 Fax: 0232 390 21 34
e-mail: aetikk@mail.ege.edu.tr www.aek.med.ege.edu.tr



ARAŞTIRMA BAŞVURUSU ONAY BELGESİ

KARAR BİLGİLERİ		Karar Nu : 15- 4.1/7				
Unvanı / Adı / Soyadı EK Üyeliği	Uzmanlık Dalı	Kurumu	Cinsiyeti	İlişki (*)	Katılım (**)	İmza
Prof. Dr. Abdullah SAYINER Üye	Göğüs Hastalıkları	EÜ. Tıp Fakültesi Göğüs Hastalıkları AD	E	☐ E ☒ H	☐ E ☒ H	TOPLANTIYA KATILMADI
Prof. Dr. Bülent SEMERCİ Üye	Üroloji	E.Ü. Tıp Fakültesi Üroloji AD.	E	☐ E ☒ H	☒ E ☐ H	
Prof. Dr. Süheyla ALTUĞ ÖZSOY Üye	Halk Sağlığı Hemşireliği	EÜ. Hemşirelik Fakültesi Halk Sağlığı Hemşireliği AD.	K	☐ E ☒ H	☒ E ☐ H	
Prof. Dr. Murat PEHLİVAN Üye	Biyofizik	E.Ü. Tıp Fakültesi Biyofizik AD.	E	☐ E ☒ H	☒ E ☐ H	
Doç. Dr. Çağatay ÜSTÜN Üye	Tıp Tarihi ve Etik	E.Ü. Tıp Fakültesi Tıp Tarihi ve Etik AD.	E	☐ E ☒ H	☐ E ☒ H	TOPLANTIYA KATILMADI
Doç. Dr. Şafak TANER Üye	Halk Sağlığı	E. Ü. Tıp Fakültesi Halk Sağlığı AD.	K	☐ E ☒ H	☒ E ☐ H	
Doç. Dr. Ayşe EROL Üye	Tıbbi Farmakoloji	E.Ü. Tıp Fakültesi Tıbbi Farmakoloji AD.	K	☐ E ☒ H	☒ E ☐ H	
Yard. Doç. Dr. Gülsün AYGÖRMEZ ÜĞURLUBAY Üye	Ceza Hukuku	Gediz Üniversitesi Hukuk Fakültesi	K	☐ E ☒ H	☒ E ☐ H	
Uzm. Ecz. Ebru BEDİR Üye	Eczacı	E.U. Tıp Fakültesi Tıbbi Farmakoloji AD.	K	☐ E ☒ H	☒ E ☐ H	
Uzm. Dr. Özlem EKER Üye	Ruh Sağlığı ve Hastalıkları	Serbest	K	☐ E ☒ H	☐ E ☒ H	TOPLANTIYA KATILMADI
Fatma BÜYÜKAKKUŞ Üye	Ziraat Mühendisi	Emekli	K	☐ E ☒ H	☒ E ☐ H	

* Araştırma ile İlişki
** Toplantıda Bulunma

ASLI GİBİDİR
TÜTE Klinik Araştırmalar
Etik Kurulu Başkanı

Etik Kurul Başkanının Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Ayşenur OKTAY	İMZA	Araştırma Başvurusu Onay Belgesi	Belge Kodu 22	Rev. Tarihi / No.su: 28.09.2011/05	Sayfa 2/2
--	------	----------------------------------	------------------	---------------------------------------	--------------

EK 4- Olguların Ayrıntılı Demografik Özellikleri

Olgu No	Yaş (yıl)	Boy Uzunluğu (cm)	Vücut Ağırlığı (kg)	Vücut Kütle Endeksi (kg/m ²)	Antrenman Yaşı (yıl)
1	25	180	82	25.3	14
2	26	184	77	22.7	16
3	21	182	74	22.3	12
4	25	187	84	24.0	12
5	26	177	70	22.3	15
6	21	175	70	22.9	17
7	18	187	82	23.4	10
8	25	187	80	22.9	17
9	18	167	57	20.4	7
10	17	181	73	22.3	6
11	17	174	68	22.5	6
12	19	181	73	22.3	8
13	17	181	70	21.4	7
14	17	189	77	21.6	7
15	18	183	74	22.1	7
16	17	178	68	21.5	7
17	18	180	69	21.3	8
18	17	170	68	23.5	7
Ortalama	20.1	180.1	73.1	22.5	10.2
Maksimum	26	189.0	84	25.3	17
Minimum	17	167.0	57	20.4	6

EK 5- Olguların Oynadığı Takım, Oynadığı Statü ve Oynadığı Mevkiler

Olgu No	Oynadığı Takım	Oynadığı Statü	Oynadığı Mevki
1	Altınordu Futbol Kulübü	Profesyonel	Defans
2	Altınordu Futbol Kulübü	Profesyonel	Forvet
3	Altınordu Futbol Kulübü	Profesyonel	Orta Saha
4	Altınordu Futbol Kulübü	Profesyonel	Kaleci
5	Altınordu Futbol Kulübü	Profesyonel	Defans
6	Altınordu Futbol Kulübü	Profesyonel	Orta Saha
7	Altınordu Futbol Kulübü	Profesyonel	Defans
8	Altınordu Futbol Kulübü	Profesyonel	Orta Saha
9	Altınordu Futbol Kulübü	Profesyonelliğe Aday	Defans
10	Altınordu Futbol Kulübü	Profesyonelliğe Aday	Defans
11	Altınordu Futbol Kulübü	Profesyonelliğe Aday	Defans
12	Altınordu Futbol Kulübü	Profesyonelliğe Aday	Orta Saha
13	Altınordu Futbol Kulübü	Profesyonelliğe Aday	Defans
14	Altınordu Futbol Kulübü	Profesyonelliğe Aday	Forvet
15	Altınordu Futbol Kulübü	Profesyonelliğe Aday	Orta Saha
16	Altınordu Futbol Kulübü	Profesyonelliğe Aday	Orta Saha
17	Altınordu Futbol Kulübü	Profesyonelliğe Aday	Orta Saha
18	Altınordu Futbol Kulübü	Profesyonelliğe Aday	Orta Saha
%-Ortalama	Altınordu Futbol Kulübü : %100	Profesyonel : %44 Profesyonelliğe Aday : %56	Defans: %39 Orta Saha: %44 Forvet: %11 Kaleci: %6

EK 6- Oyuncuların Geçirilmiş Yaralanma Profilleri

Olgu No	Geçirilmiş Yaralanma ve Spora Dönüş Süresi
1	Sağ ayakbileği bağ yaralanması: 2 hafta Sol ayakbileği bağ yaralanması: 2 hafta Pubalgia: 24 hafta
2	Omuz dislokasyonu: 12 hafta
3	Sol ayakbileği bağ yaralanması: 5 hafta
4	Yok
5	Lateral malleol kırığı: 8 hafta
6	Yok
7	Kalça addüktör strain: 2 hafta Mekanik bel ağrısı: 2 hafta
8	Sağ hamstring strain: 4 hafta Sağ diz iç yan bağ yaralanması: 4 hafta
9	Yok
10	Pubalgia: 9 hafta
11	Pubalgia: 16 hafta
12	Yok
13	Yok
14	Yok
15	Yok
16	Yok
17	Sağ ayakbileği bağ yaralanması: 6 hafta
18	Yok

EK 7- Olguların ayrıntılı Borg Algılanan Ağrı ve Yorgunluk Düzeyi Ölçeği puanları

	Borg Algılanan Ağrı ve Yorgunluk Düzeyi Ölçeği	
	Maç Öncesi	Maç Sonrası
1	6	17
2	6	15
3	7	17
4	6	15
5	9	15
6	7	17
7	6	15
8	7	19
9	9	20
10	7	19
11	6	20
12	8	17
13	9	19
14	7	19
15	7	20
16	6	20
17	9	19
18	7	20
Ortalama	7.2	17.9
Maksimum	9	20
Minimum	6	15

EK 8- Olguların Maç Öncesi ve Sonrası Ayrıntılı Nöromüsküler Performans Durumları

Olgu No	Sıçrama Yüksekliği (cm)		Sıçrama Gücü (W)		Bağıl Güç (W/kg)		Reaktif Kuvvet Endeksi	
	Maç Öncesi	Maç Sonrası	Maç Öncesi	Maç Sonrası	Maç Öncesi	Maç Sonrası	Maç Öncesi	Maç Sonrası
1	37.2	35.9	2532.0	2474.0	30.9	30.2	0.090	0.090
2	34.0	30.9	2038.0	1975.0	26.5	25.6	0.069	0.072
3	36.9	36.4	2473.0	2219.0	33.4	30.0	0.104	0.086
4	42.4	40.4	2236.0	3040.0	26.6	36.2	0.067	0.118
5	34.6	35.0	1953.0	2154.0	27.9	30.8	0.076	0.089
6	45.3	41.4	3112.0	2964.0	44.5	42.3	0.147	0.145
7	33.8	32.5	2579.0	2879.0	31.5	35.1	0.105	0.097
8	29.8	33.5	2280.0	1824.0	28.5	22.8	0.037	0.052
9	41.4	37.8	2190.0	2449.0	38.4	43.0	0.125	0.149
10	43.0	40.8	3334.0	3185.0	45.7	43.6	0.162	0.152
11	32.4	36.3	2958.0	3238.0	43.5	47.6	0.159	0.176
12	34.8	28.4	3134.0	2359.0	42.9	32.3	0.116	0.114
13	49.7	46.5	3854.0	3367.0	55.1	48.1	0.180	0.170
14	37.9	37.5	3160.0	3391.0	41.0	44.0	0.144	0.159
15	36.4	43.0	2496.0	3286.0	33.7	44.4	0.105	0.155
16	45.5	43.8	3301.0	2663.0	48.5	39.2	0.171	0.130
17	36.1	31.6	2302.0	2300.0	33.4	33.3	0.116	0.109
18	45.5	48.7	3616.0	3594.0	53.2	52.9	0.152	0.190
Ortalama	38.7	37.8	2752.7	2742.3	38.7	37.8	0.100	0.100
maksimum	49.7	48.7	3854.0	35.94	55.1	52.9	0.180	0.190
minumum	29.8	28.4	1953.0	18.24	26.5	22.8	0.037	0.052

EK 9- Olguların İniş Hatası Puanlama Sistemi'den Aldıkları Puanların Detayı

İniş Hatası Puanlama Sistemi başlıkları																																						
Olgu no	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		Toplam			
	M Ö	M S	M Ö	M S	M Ö	M S	M Ö	M S	M Ö	M S	M Ö	M S	M Ö	M S	M Ö	M S	M Ö	M S	M Ö	M S	M Ö	M S	M Ö	M S	M Ö	M S	M Ö	M S	M Ö	M S	M Ö	M S	M Ö	M S	M Ö	M S		
1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	5	7
2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7	10
3	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	7	11
4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	2	3	
5	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	7	7	
6	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	6	6	
7	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	5	8	
8	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	4	7	
9	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	9	
10	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	6	6	
11	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	9	12	
12	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	1	1	8	11	
13	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	2	1	1	8	10	
14	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	1	1	8	11	
15	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	8	10		
16	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	6	8		
17	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	2	1	1	9	11	
18	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	3	4	
Minumum																												2	3									
Maksimum																												9	12									
Ortalama																												6.4	8.4									

MÖ: maç öncesi, MS: maç sonrası

ÖZGEÇMİŞ

Serdar Arslan 01.03.1981 tarihinde Bor'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Niğde'de tamamladı. 1999 yılında başladığı Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu'ndan 2004 yılında mezun oldu. Mezuniyet sonrası çeşitli futbol kulübü ve kliniklerde sporcu sağlığı üzerine çalıştı. 2006 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Genel Fizyoterapi Anabilim Dalında yüksek lisans öğrenimine başladı. 2011 yılında Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü ve Spor Hekimliği Anabilim Dalı Sporda Biyomedikal Uygulamalar doktora programına başladı.

Mail: etsarslan@gmail.com

