

163808

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

163808

SPORCULARIN DENGİ PERFORMANSLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

DOKTORA TEZİ

Hazırlayan
Nurtekin ERKMEN

Danışman
Yrd. Doç. Dr. Sibel SUVEREN

Yardımcı Danışman
Doç.Dr. A. Salim GÖKTEPE

ANKARA-2006

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Sağlık Bilimleri Enstitüsü

DOKTORA /YÜKSEK LİSANS TEZ SAVUNMA SINAV TUTANAĞI

ÖĞRENCİNİN ADI ve SOYADI : NURTEKİN ERKMEK
ANABİLİM DALI : Beden Eğitimi
SINAV TARİHİ : 13.11.2006
TEZ KONUSU : Sporcuların Denge Performanslarının
karşılaştırılması

KARAR : Başarılı.

Yukarıda belirtilen tarihte yapılan Tez Savunma Sınavı sonucunda yukarıda konusu belirtilen tezin

Düzeltilmesine :
Kabulüne : ✓
Reddine :

OYBİRLİĞİ / OYÇOKLUĞU ile karar verilmiştir.

GEREKÇE :

JÜRİ BAŞKANI

Prof. Dr. Mehmet GÖRAN

ÜYE

Prof. Dr. GÜLBAKAR

ÜYE

Yrd. Doç. Dr. Mehmet KAYA

ÜYE

Yrd. Doç. Dr. İbrahim ÖZGÜR
Yrd. Doç. Dr. İbrahim ÖZGÜR

ÜYE

Yrd. Doç. Dr. İbrahim ÖZGÜR

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Denge ve Postüral Stabilite	2
2.1.1. Tanımlar	2
2.2. Dengenin Biyomekaniği	4
2.3. Denge Pozisyonunun Algılanması	6
2.3.1. Vestibüler Sistem	7
2.3.2. Somatosensory Sistem	10
2.3.2.1. Kas duyu organları	11
2.3.3. Görsel (Visual) Sistem	13
2.3.4. Diğer Pozisyon Algılayan Sistemler	13
2.4. Hareket Stratejileri	15
2.5. Dengenin Kontrolü	18
2.6. Sportif Performans Açısından Dengenin Önemi	23
3. MATERYAL VE METOD	29
3.1. Deneklerin Seçimi	29
3.2. Uygulanan Ölçüm ve Testler	29
3.2.1. Denge Ölçümleri	29
3.2.2. Metabolik Ölçüm Aleti	34
3.2.3. Egzersiz Protokolü	35
3.3. Verilerin Analizi	37
4. BULGULAR	38

5. TARTIŞMA	61
6. SONUÇ	73
7. ÖNERİLER	76
8. ÖZET	76
9. SUMMARY	78
10. KAYNAKLAR	80
11. ÖZGEÇMİŞ	91
12. EKLER	92



TABLOLAR LİSTESİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Dengeyi Sağlamak için Duyulardan Yararlanma	7
Tablo 2. Denge Hareketlerini İçeren Kasların Fonksiyonel Anatomisi	17
Tablo 3. Araştırmada Yer Alan Sporcuların Yaş, Boy, Vücut Ağırlığı ve Spor Yaşı Ortalama Değerleri	38
Tablo 4. Yaş, Boy, Vücut Ağırlığı ve Spor Yapma Süresi ile Denge Skorları Arasındaki Korelasyon	39
Tablo 5. Ön Test Denge Skorlarının Branşlara göre Ortalama ve Standart Sapma Değerlerinin Dağılımı	40
Tablo 5. Ön Test Denge Skorlarının Branşlar Arası Karşılaştırılmasında Uygulanan Kruskal-Walis H Testi ve Farklılığın Kaynağının Tespiti için Mann Withney U Testi Sonuçları	42
Tablo 7. Branşlara göre Son Test Denge Skorlarının Ortalama ve Standart Sapma Değerleri	43
Tablo 8. Son Test Denge Skorlarının Branşlar Arası Karşılaştırılmasında Uygulanan Kruskal-Walis H Testi ve Farklılığın Kaynağının Tespiti için Mann Withney U Testi Sonuçları	44
Tablo 9. Tüm Sporcular için Denge Skorlarının Ön-Son Test Ortalama Değerleri	45
Tablo 10. Tüm Deneklerin Ön-Son Test Denge Skorlarının Karşılaştırılması ..	46
Tablo 11. Branşlara göre Denge Skorları Ön-Son Test Ortalama Değerleri	47
Tablo 12. Ön-Son Test Dominant Bacak Statik Denge Skorlarının Spor Branşlarına göre Karşılaştırılması	48
Tablo 13. Ön-Son Test Nondominant Bacak Statik Denge Skorlarının Spor Branşlarına göre Karşılaştırılması	49

Tablo 14. Ön-Son Test Çift Bacak Statik Denge Skorlarının Spor Branşlarına göre Karşılaştırılması	50
Tablo 15. Ön-Son Test Dinamik Denge Skorlarının Spor Branşlarına göre Karşılaştırılması	51
Tablo 16. Deneklerin Ön-Arka (FB) ve Sağ-Sol (RL) Doğrultuya Kayma Oranlarının Ön Test Ortalama ve Standart Sapma Değerleri	52
Tablo 17. FB ve RL Kayma Düzeylerinin Ön Teste göre Branşlar Arası Karşılaştırılması	53
Tablo 18. FB ve RL Kayma Düzeylerinin Son Teste göre Branşlar Arası Karşılaştırılması	54
Tablo 19. Tüm Deneklerin Ön-Son Test FB ve RL Kayma Oranlarının Karşılaştırılması (Wilcoxon Testi)	55
Tablo 20. Dinamik Denge Ön-Son Test FB ve RL Kayma Oranlarının Karşılaştırılması (İlişkili Örneklemeler İçin T-Testi)	55
Tablo 21. FB Kayma Ortalama Değerlerinin Branşlara göre Ön-Son Test Karşılaştırılması	56
Tablo 22. RL Kayma Ortalama Değerlerinin Branşlara göre Ön-Son Test Karşılaştırılması	57
Tablo 23. Egzersiz Protokolü Sonucunda Tespit Edilen Parametreler	58
Tablo 24. Denge Skorları ile Egzersiz Süresi, Anaerobik Eşik Seviyesindeki Kalp Atım Sayısı ve O ₂ Tüketim Miktarı Arasındaki Korelasyon	58
Tablo 25. Ön Test Denge Skorları Arasında Korelasyon	59
Tablo 26. Son Test Denge Skorları Arasındaki Korelasyon	60

ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. İç Kulağın Anatomik Görünümü	9
Şekil 2. Yerçekimi Merkezini Kontrol Etmek için Temel Postüral Kaslar Arasındaki Bağlantının Eşleştirilmesi	16
Şekil 3. Fonksiyonel Dengenin Belirleyicileri	20
Şekil 4. Postüral Kontrolün Bileşenleri	23
Şekil 5. Statik Denge Skoruna ait KAT 2000 Sonuçlarını Gösteren Bilgisayar Çıktısı	32
Şekil 6. Dinamik Denge Skoruna ait KAT 2000 Sonuçlarını Gösteren Bilgisayar Çıktısı	34

RESİMLER LİSTESİ**Resim****Sayfa No**

Resim 1.	Resim 1. Deney Öncesinde Deneklerin KAT 2000 ile Alıştırma Yaparken bir Görünüm	31
Resim 2.	KAT 2000'de Dominant ve Nondominant Bacak Statik Denge Ölçümü	31
Resim 3.	KAT 2000'de Çift Bacak Statik Denge Ölçümü	33
Resim 4.	Egzersiz Protokolünün Uygulanışı	36



GRAFİKLER LİSTESİ

<u>Grafik</u>	<u>Sayfa No</u>
Grafik 1. Tüm Sporcuların Ön Test Denge Skorları	41
Grafik 2. Ön Test Denge Skorlarının Branşlara göre Dağılımı	41
Grafik 3. Tüm Sporcuların Son Test Denge Skorları	43
Grafik 4. Son Test Denge Skorlarının Branşlara göre Dağılımı	44
Grafik 5. Tüm Sporcular için Denge Skorlarının Ön Test ve Son Teste göre Değişimi	45
Grafik 6. Dominant Bacak Statik Denge Skorunun Ön Test ve Son Teste göre Değişimi	47
Grafik 7. Nondominant Bacak Statik Denge Skorunun Ön Test ve Son Teste göre Değişimi	49
Grafik 8. Çift Bacak Statik Denge Skorunun Ön Test ve Son Teste Göre Değişimi	50
Grafik 9. Dinamik Denge Skorunun Ön Test ve Son Teste göre Değişimi	51

SİMGELER ve KISALTMALAR

%	Yüzde
kg	Kilogram
cm	Santimetre
Std. Sapma	Standart Sapma
KAT 2000	Kinesthetic Ability Trainer
PC	Postüral Kontrol
ACL	Ön Çapraz Bağ (Anterior Cruciate Ligament)
Dominant Bacak	Baskın olarak kullanılan, tercih edilen bacak
Nondominant Bacak	Tercih edilmeyen Bacak
FB	Ön-arka (Front - Back)
RL	Sağ-sol (Right - Left)
FP	Frontal Düzlem
SP	Sagital Düzlem
An. Eşik K.A.S.	Anaerobik Eşik Seviyesindeki Kalp Atım Sayısı
An. Eşik O ₂	Anaerobik Eşik Seviyesinde O ₂ Tüketim Miktarı

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın hazırlanmasında fikirleriyle yol gösteren danışmanım Yrd. Doç Dr. Sibel SUVEREN'e, Yrd. Doç. Dr. İbrahim CİCİOĞLU'na ve Prof. Dr. Gül BALTACI'ya teşekkür ederim.

Araştırmanın gerçekleştirildiği laboratuvarın kullanılması ve çalışmaya verdiği bilgi desteğinden dolayı TSK Rehabilitasyon ve Bakım Merkezi'nden Doç. Dr. A. Salim GÖKTEPE'ye, ölçümlerin gerçekleştirilmesinde yardımlarından dolayı Dr. Barış ÇAKIR ve fizyoterapist Hayriye ÇITAK'a teşekkür ederim.

Ayrıca sporcuların teste alınmasında yardımcı olan Fatih YILDIZ'a, çalışmanın her aşamasında yer alan mesai arkadaşım Araştırma Görevlisi Hasan EKER'e, her zaman yanımda olan ve yardımlarını esirgemeyen eşim Fatma Erkmen'e ve aileme teşekkür ederim.

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Spor öğrenme, antrenman veya yarışma sırasında yüksek seviyeli motor görevleri uygulamak, statik ve dinamik dengenin her ikisini de eş zamanlı olarak sürdürmeyi içermektedir ^{41,72}. Bir cimnastikçinin yaptığı bir hareket sonrasında dengesini koruyarak yere inmesi, bir futbolcunun aynı anda takım arkadaşları ve rakibinin konumunu kontrol ederek kendisine gelmekte olan topa göre doğru pozisyonu dengesini sürdürerek alabilmesi veya bir basketbolcunun rakiple birlikte çıktığı ribaunt sonrasında topa birlikte yere indiğinde dengesini koruyabilmesi başarılı performans için şarttır.

Jastrejevskaya'ya göre dengenin sporsal becerilerde, iyi performans gösterenler ve göstermeyenler arasında ayrım yapılmasında bir etkindir ve motor becerilerin sergilendiği bedensel gelişim için pozitif yönde bir ivme kazandırmaktadır ⁴.

Diğer taraftan; motor kontrolün azalmasına yol açan merkezi ve çevresel düzeylerde meydana gelen farklı fizyolojik mekanizmaların bir kombinasyonu yorgunluğa sebep olur ⁶². Bu yüzden, yorucu egzersizin postüral kontrolde bir etkiye sahip olacağı hipotezi akla uygundur ⁸⁰. Egzersiz sırasında oluşan stresler yüzünden meydana gelen yorgunluk sportif becerilerin istenilen düzeyde uygulanmasını engelleyecektir. Ayrıca bu yorgunluk denge kaybı neticesinde sakatlanmaya da yol açabilir.

Denge ya da postüral salınımın üst düzeyde olması sporcuların iyi bir performans sergilemelerine yardımcı olacaktır. Ayrıca spor branşının gerektirdiği denge seviyesinin belirlenmesi yetenekli sporcuların belirlenmesinde kullanılabileceği gibi yetersiz denge parametrelerine sahip sporcuların sakatlık riskiyle karşı karşıya olduğu bilinerek gerekli tedbirler önceden alınmasında da faydalanılabilir. Bu çalışmada, farklı branşlara sahip sporcuların denge parametrelerinin karşılaştırılması ve bu parametrelerde egzersiz sonrasında görülen değişimin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Denge ve Postüral Stabilite

Denge kontrolü, duyuşal girdilerin bütünleşmesi yanında esnek hareket şekillerinin planlanması ve uygulanmasını içeren kompleks bir motor yetenektir²⁰. Algılayıcı sistemlerden gelen bilgilerin integrasyonu, düzenleyici refleksif hareketlere izin veren uzayda postür kontrolünü sürdürmek için kişiye oryantasyonu hakkında bilgi sağlar¹³. Ancak duyuşal girdiler postüral kontrolü sürdürmek için tek başına sorumlu değildir. Postüral stabilite kas kitlesinin bütünlüğü, merkezi sinir sistemi içerisindeki sistemlerin etkinliği ve motor kontrol için eksiksiz sinirsel yollara bağlıdır⁴⁰. Postürün doğru kontrolü sağlıklı bireyler için otomatik olarak gerçekleşebilir fakat yorgunluk, patolojik bir durum, sakatlık veya yaş gibi sebeplerden dolayı denge kaybı olan bireyler için mücadele etmek anlamına gelir²⁰.

2.1.1. Tanımlar

Postür: Basit anlamda, vücut kısımlarının pozisyonu veya dizilimi, sözlük anlamı olarak ise farklı vücut kısımlarının göreceli düzenidir. Postür statik veya dinamiktir. Statik postür oturma, ayakta durma, yatma sırasındaki postürdür. Dinamik postür hareketler sırasındaki vücut pozisyonlarıdır⁴⁷.

Denge: Denge ve postür birbirlerine çok yakın kavramlardır, fakat aynı şeyler değildirler. Denge postürü de içine alır. Denge esas itibarıyla kas aktivitesinin koordinasyonudur⁶⁴.

Birçok duyuşal, motor ve biyomekaniksel bileşenlerin koordine edilen aktivitelerini içeren karmaşık bir süreçtir⁵⁷ ve kişinin yerçekimi merkezinin, varolan algısal çevrede, dayanma yüzeyinin alanı içinde tutulabilmesi olarak tanımlanır⁸⁷.

Denge, dinlenme ve aktivite anında yer çekimi merkezinin değişikliklerine karşı hızlı ve postüral olarak yapılan uyum olarak da tanımlanmaktadır⁴⁶.

Denge, istenilen fonksiyonun devam ettirilebilmesi için kassal fonksiyon ve eklem pozisyonunun ayarlanması ile vücut ağırlık merkezinin korunmasıdır ⁷⁵.

Denge, statik ve dinamik denge olarak ikiye ayrılır. Statik denge, istirahat sırasında uygun destek alanı içinde gravite (yerçekimi) merkezini korurken stabil (sabit, durağan) antigravite pozisyonunu koruma yeteneğine karşılık gelir. Dinamik denge, yerçekimi pozisyonunun merkezinin bozulmasına otomatik postüral cevapları içerir ⁷.

Tittel, statik dengeyi; bireyin belirli bir zaman aralığında sadece ağırlık merkezi desteğinin üzerinde iken sağladığı pozisyonunu koruyabilme yeteneği, dinamik dengeyi ise; bir hareketin uygulanışı sırasında vücudun kontrolü olarak tanımlamaktadır ⁴.

Postüral salınım, dengenin sürdürülmesinin bir göstergesi olarak yaygın şekilde kullanılır ^{10, 49}.

Normal denge, hem postürü sürdürmek için yerçekimine ait güçlerin hem de dengeyi sürdürmek için ivmelenme güçlerinin kontrolünü gerektirir ⁴².

Winter'e göre ivmelenme güçleri, istemli hareketlerin sonucu olarak vücuttan veya bir itme gibi beklenmeyen bozulmaların sonucu olarak dışarıda doğabilir. Denge kontrolü için temel, hareketsiz duruşta olduğu gibi destek yüzeyinin yönetilebilir sınırları içerisinde vücudun ağırlık merkezini sürdürme veya yürüyüş ve koşmada olduğu gibi yeni bir destek yüzeyini takip etme gereksinimidir ⁴².

Denge kapalı kinetik zincir içinde hareket stratejileri gerektiren pek çok önemli unsurdan biridir. Bu yüzden, dengeyi sürdürmek için etkili stratejilerin kazanımı sportif performans için temeldir. Denge sıklıkla statik bir süreç olarak düşünülmesine rağmen aslında pek çok nörolojik yolları içeren son derece bütünleşmiş dinamik bir süreçtir. Daha yaygın olarak kullanılan terim denge olsa bile postüral equilibrium, stabilitenin maksimum sınırlarının optimal genişlikte yerçekimi merkezini sürdürmek için çaba harcama sürecinde eklem segmentlerinin sıralanmasını içeren daha geniş bir terimdir ³¹.

2.2. Dengenin Biyomekaniği

Dengenin sürdürülebilmesi için gerekli koşul, vücut ağırlık merkezinin dikey izdüşümünün destek yüzeyi içerisinde olmasıdır ⁸⁰. Destek yüzeyi veya destekleme alanı, basınç merkezinin olası genişliği, yer reaksiyon vektörünün merkezi olarak tanımlanır ⁸.

Vücut Ağırlık Merkezi: Her bir vücut parçasının ağırlık merkezinin ortalamasını bulmak suretiyle belirlenen toplam vücut ağırlığının merkezinde bir nokta olarak tanımlanır ⁸⁰.

Yerçekimi Merkezi (Gravite Merkezi): Dünya üzerinde her kütlenin bir yer çekimi merkezi mevcuttur. Bu merkez, kütlenin içinde, kuvvetlerin ve momentlerin toplamının sıfır olduğu hayali bir noktadır ⁸⁷. Vücut ağırlık merkezinin dikey izdüşümü çoğunlukla yerçekimi merkezi olarak isimlendirilir ⁸⁰.

Destek Yüzeyi: Düz, sabit bir yüzeyde hareketsiz bir duruş için destek yüzeyi, iki ayak ve yüzey arasındaki temas eden bölgeyi kapsayan alan olarak tanımlanır. Destek yüzeyinin alanı, kişi hareketsiz olarak dururken ayaklar rahat bir şekilde birbirinden ayrı olarak yerleştirildiği zaman hemen hemen karedir ⁵⁷.

Stabilitenin Sınırları: Yerçekimi merkezinden geçen izdüşümün, dayanma yüzeyine vertikal (dikey) pozisyonunu kaybetmeyecek şekilde öne, arkaya, sağa ve sola maksimum postür dalgalanmasıyla oluşturduğu hayali bir konidir. Ayakta dururken bu koninin tepesi, dayanma yüzeyinin merkezindedir. Aldığımız pozisyona göre koninin tepesi, dayanma yüzeyinin merkezine kayar ⁸⁷.

Bu tanımlardan yola çıkarak postüral stabilite veya dengeyi; stabilite sınırları olarak bahsedilen destek yüzeyinin sınırları içerisinde tasarlanan ağırlık merkezini sürdürme yeteneği olarak tanımlayabiliriz. Hareketsiz duruş sırasında stabilite sınırları, yer ile temas eden ayakların dıştaki kısımları tarafından kapsanan alan olarak tanımlanır ⁸⁰.

Ayaklar ile dengede durabilmek için vücudun yerçekimi merkezinin pozisyonu, destek yüzeyi üzerinde dikey olarak sürdürülmelidir. Bu koşullar sağlandığı zaman, bir kişi hem yerçekiminin destabilizasyon etkisine karşı koyar

hem de aktif bir şekilde yerçekimi merkezini hareket ettirir. Eğer yerçekimi merkezi destek yüzeyinin çevresi dışında yer alırsa, kişi stabilite sınırlarını aşmıştır. Bu noktada yerçekimi merkezinin altında destek yüzeyini tekrar kurmak ve düşmeyi engellemek, hızlı bir adım alma, sendeleme veya ilave dışsal destek almayı gerektirir ⁵⁷.

Bir kişinin denge durumunu en iyi tanımlama, yerçekimsel dikey doğrultudan yerçekimi merkezinin açısız yer değiştirme şartlarında yapılır. O halde yerçekimi salınım merkezi, destek yüzeyinin merkezinden yerçekimi merkezine gelen birinci çizgi ve destek merkezinden dikey olarak uzayan ikinci bir çizginin etkileşimi ile oluşturulan açı olarak tanımlanır ⁵⁷. Dengeye ilişkin bu tanımlama, kişinin ayak bileği ve kalça eklemleri veya her iki bölgedeki eklemlerin etrafında hareket edip etmediğine dairdir ve tanımda boyda yer alır ⁵⁸.

Gentile'ye göre, çevre ve hareketten kaynaklanan baskılar motor performansı iki yönde etkiler. Sonuç olarak denge gereksinimleri değişir. Birincisi; aktivitenin biyomekaniksel özelliklerini değiştirir. İkinci; hem denge hem de motor hedefi gerçekleştirmek için işlenmesi gerekli bilgi miktarını etkiler. Postüral ve equilibrium kontrolü, vücudun üzerindeki yerçekimi ve ivmelenme etkisinin güçlerine karşı vücudun stabilitesini sürdürmesi için gereklidir ⁴².

İnsan vücudu, nispeten küçük bir destek üzerinde denge sağlayan çok uzun bir yapıdır, tam pelvis üzerinde olan yerçekimi merkezi oldukça yüksektir ³¹.

Bir çok faktör destek yüzeyi içerisinde dengeyi kontrol etme işlemine katılır ³¹. Denge kontrolü, çevresel ve merkezi geri bildirim mekanizmalarıyla ilişkili sinirsel bağlantılar ve merkezlerin kompleks bir ağını içerir ³⁴.

Hareketsiz dururken ve yürürken yerçekiminin destabilizasyon etkisi ve amaçlı motor aksiyonlarının bozucu etkilerine karşı koymak amacıyla gereken kesintisiz düzeltmeleri uygulamak amacıyla denge sistemi yerçekimi ve destek yüzeyine ait yerçekimi merkezinin pozisyonunu belirlemelidir. Daha sonra da oluşan yerçekimi sapmalarını doğrultmak için koordine edilen hareketleri uygulamalıdır ⁵⁷.

Yerçekimi merkezinin pozisyonunu belirlemek ve yerçekimi merkezini hareket ettirmek için sinirsel işlemler oldukça bütünleştirilmiş olmasına rağmen sistematik bir denge kontrol modelinin geliştirilmesi amacıyla 2'ye ayrılır. Klinik bir perspektiften, dengenin duyu ve motor süreçlerini ayırmak, bir veya iki sebebin birlikte olmasından dolayı bir hastanın dengesinin bozulduğu anlamına gelir; (1) destek yüzeyine ilişkin yerçekimi merkezinin pozisyonu kesintisiz bir şekilde algılanmıyor, (2) yerçekimi merkezini dengeli bir konuma getirmek için gereken otomatik hareketler zamanında veya etkili olarak koordine edilmiyor⁵⁷.

2.3. Denge Pozisyonunun Algılanması

Denge üzerindeki çevresel bileşenler somatosensory (duyusal), visual (görsel) ve vestibüler (işitsel) sistemleri içerir. Merkezi sinir sistemi bu sistemlerden gelen çevresel girdileri birleştirir, vücut pozisyonu ve destek tabanı üzerinde postürü kontrol etmek için bir çok uygun kassal cevapları seçer^{59, 81}.

Çevresel sinir sisteminin afferent bölümü, periferden merkezi sinir sistemine bilgi taşır. Bilgi, uyarıların özel türlerine tepki gösteren duyu (sensory) reseptörler tarafından tespit edilir. Bu reseptörlerin bazıları dış çevredeki uyarıları tespit ederken, visseral reseptörler olarak isimlendirilen diğerleri vücut içerisinden doğan uyarıyı tespit eder²⁵. Afferent bilgi beyin sapı ve beyincikte işlenir ve ardından dengeyi sürdürmek için motor komutlar başlatılır⁵⁶.

Görme, çevredeki nesnelere ilişkin gözler ve başın oryantasyonunu ölçer. Somatosensory girdiler, vücudun parçalarının diğerine ve destek yüzeyine ilişkin oryantasyonunda bilgi sağlar. Vestibüler sistem, dışsal objelere ilişkin bilgileri sağlamaz. Uzaya ilişkin başın yerçekimsel, lineer ve açısal ivmelenmelerini ölçer⁵⁷.

Yerçekimi ve destek yüzeyine ilişkin yerçekimi merkezinin pozisyonunu algılamak visual, vestibüler ve somatosensory girdilerin bileşimini gerektirirken⁵⁷,

vestibüler sistemin dikey bir belirleyici olduğundan temel kontrol sistemi olduğu düşünülür ⁵⁴.

Tablo 1. Dengeyi Sağlamak için Duyulardan Yararlanma ⁵⁷.

Duyu	Kaynak	Kullanılması tercih edilen unsurlar	Kullanılmasını olumsuz olarak etkileyen unsurlar
Somatosensory	Destek Yüzeyi	Sabit Destek Yüzeyi	Düzensiz ve hareketli destek
Visual	Çevredeki Nesneler	Görülebilir sabit çevre Ve düzensiz veya hareketli destek	Hareketli çevre, karanlık
Vestibüler	Yerçekimi ve Atalet Uzay	Düzensiz ve hareketli destek ve hareket eden çevre veya karanlık	Alışılmayan hareket ve çevre

2.3.1. Vestibüler Sistem

İşitme ve denge gibi iki duyu modalitesinin almaçları kulağa yerleşmiştir. Dış kulak, orta kulak ve iç kulağın kohleası işitme ile ilgilidir ²³. İç kulaktaki yarım daire kanalları (semisirküler kanallar), utrikul ve sakkulus denge ile ilgilidir ^{15, 23}.

İç kulak (labirent), biri diğerinin içine yerleşmiş iki parçadan oluşmuştur. Kemik labirent, temporal kemiğin petroz kısmında yer alan bir seri kanallar halindedir. Bu kanalların iç tarafında bulunan zarsı labirent perilenf adı verilen bir sıvıyla çevrelenmiştir. Bu zarsı çatı aşağı yukarı kemiksi labirentin biçimine benzer. Zarsı labirent endolenf denen bir sıvıyla dolu olup endolenf ve perilenf ile dolu boşluklar arasında iletişim bulunmaz ²³.

Yarım daire kanallar; başın her iki yönündeki yarım daire kanalları uzaydaki her üç boyut düzlemine yerleşip birbirlerine dik bir konum gösterir ^{23,64}. Zarsı kanallar kemiksi kanalların içinde perilenf içine asılı haldedir. Almaç bir yapı olan krista ampullaris her zarsı kanalın genişlemiş son kısmına (ampulla) yerleşmiştir. Her krista ampulayı kapatan jelatinsi bir bölme (kupula) ile örtülmüş

tüy hücreleri ve destek hücreleri içerir. Tüy hücrelerinin uzantıları kupulaya gömülü iken bu hücrelerin tabanları vestibülokohlear sinirin vestibüler parçasının afferent lifleri ile yakın temastadır ²³.

Utrikulus ve sakkulusun iç yüzeyinde, çapı 2 mm'den biraz daha büyük makula adı verilen küçük bir duysal alan bulunur. Utrikulustaki makula esas olarak alt yüzeyde horizontal plandadır ve şahıs dik durduğu zaman yer çekiminin yönüne göre başın yönelimini tespit etmede önemli bir rol oynar. Öte yandan, sakkulustaki makula düşey düzlemde yerleşmiştir ve bu nedenle insan yatar durumdayken denge organı olarak çalışır ³³.

Her makula, içinde statokonya adı verilen bir çok küçük kalsiyum karbonat kristallerinin gömülü bulunduğu jelatinsi bir tabakayla örtülüdür. Makulada binlerce tüy hücresi de vardır. Bu hücrelerden jelatinsi tabakanın içine kadar silyalar uzanır. Tüy hücrelerinin tabanı ve yanları vestibüler sinirin duysal sinir uçlarıyla sinaps yapar. Statokonyanın ağırlığı silyaları yerçekimi yönünde eğilmesine neden olur ³³.

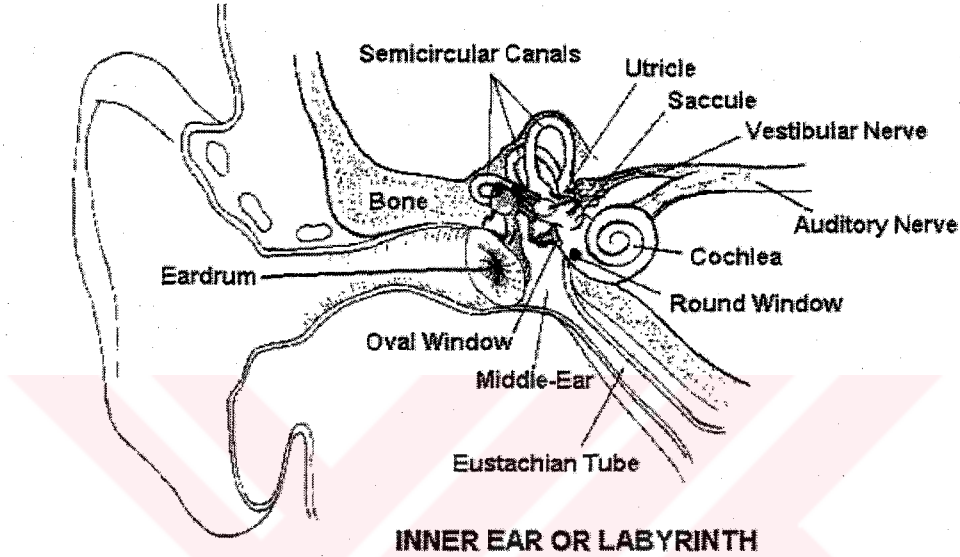
İç kulaktaki tüy hücreleri ortak bir yapıya sahiptir. Hücrelerin tabanları afferent nöronlarla yakın temastadır ²³. Her bir tüy hücresi stereosilya denen 50-70 kadar küçük silya ile büyük bir silyum olan kinosilyuma sahiptir. Kinosilyum daima bir kenarda bulunur ve stereosilyalar hücrenin diğer tarafına doğru gittikçe küçülür. İnce filament benzeri bağlar kinosilyum ve stereosilyaları birbirine bağlar ³³.

Statik Dengenin Korunmasında Utrikulus ve Sakkulusun Fonksiyonu:

Utrikulus ve sakkulusun makulalarındaki farklı tüy hücrelerinin çeşitli yönlerde yönelmiş olması başın değişik durumlarında farklı hücrelerin uyarılması açısından özellikle önemlidir. Farklı tüy hücrelerinin uyarılma modelleri başın yerçekimine göre pozisyonunu sinir sistemine bildirir. Vestibüler sistemin dengeyi koruma fonksiyonu baş dikeye yakın pozisyonda iken son derece etkindir. Gerçekten de vücut tam dik durumdan hafifçe eğilirse, insan yarım derecelik bir denge bozukluğunu bile algılayabilir. Vücut dikey durumdan giderek daha fazla

uzaklaşırsa, vestibüler duyu yoluyla başın oryantasyonunu tespit etmek giderek zayıflar³³.

Şekil 1. İç Kulağın Anatomik Görünümü¹⁰⁰.



Lineer Akselerasyonun (Doğrusal İvmenin) Utrikulus ve Sakkulusun Makulalarıyla Tespit Edilmesi: Vücut aniden ileri doğru hamle yaptığında, yani vücut ivme kazandığında, etrafındaki sıvıdan daha büyük ataletle sahip olan statokonya tüy hücrelerinin silyası üzerine arkaya doğru düşer ve sinir merkezlerine dengenin kaybolduğu bilgisi taşınır. Şahıs arkaya doğru düşme hissine kapılır ve otomatik olarak, statokonya eski yerine gelinceye kadar eski yerine öne doğru eğilir. Bu noktada, sinir sistemi tam denge konumunu algıladığından vücut öne doğru daha fazla eğilmez. Böylece makulalar doğrusal ivmelenme esnasında dengeyi, tamamen statik dengedeki yöntemle korur. Makulalar doğrusal hızın tespitinde görev almazlar. Koşucular sadece havanın vücuda olan direnci nedeniyle dengeyi korumak için öne eğilirler; bu durumda eğilmeye sebep olan makulalar değil, uygun denge düzenlemelerini başlatarak düşmeyi önleyen derideki basınç reseptörlerine havanın yaptığı basıncıdır³³.

Döngüsel Hızlanmaya Verilen Yanıtlar: Herhangi bir yarım daire kanalı düzleminde döngüsel hızlanma bu kanalın kristasını uyarır. Endolenf, eylemsizliğinden dolayı dönüş yönüne ters yönde yer değiştirir ve bu sıvı kupulayı iterek bunu deforme eder. Sabit bir dönüş hızına ulaşıldığında sıvı vücutla aynı hızda döner ve kupula dik konumuna geri döner. Dönüş durduğunda hızın kesilmesi endolenfin dönüş yönünde yer değiştirmesine neden olur ve kupula hızlanma sırasında yöneldiği yönün aksi tarafına bükülür. Kupula 25-30 sn sonra tekrar orta konumuna geri döner ²³.

2.3.2. Somatosensory Sistem

Somatosensory sistem, vücudun pek çok alanlarından doğan uyarı türüne yanıt verir ve bu yüzden pek çok reseptör türlerini kullanır. Örneğin; vücudumuzun pozisyonunun propriosepsiyonu, derideki reseptörler kadar kaslarda, eklemlerde, ligamentlerde ve tendonlardaki reseptörleri gerektirir. Vücudun yüzeyi ile ilgili uyarının somastatik duyuları; basıncı, kuvveti ve titreşimi belirleyen mekanoreseptörleri gerektirir ²⁵.

Sensorimotor sistem; duysal uyarı alımı, uyarının nöral sinyale dönüşümü, sinyalin afferent yollarla merkezi sinir sistemine taşınması, merkezi sinir sisteminde sinyalin işlenmesi, hareket ve fonksiyonel görevlerin yapılması ve eklem stabilizasyonu ile ilgilidir ⁹.

Kas ve iskelet mekanoreseptörleri primer ve sekonder kas içiği, golgi tendon organı, eklem kapsülü mekanoreseptörleri ve gerilmeye hassas serbest sonlanmalardır. Deri mekanoreseptörleri ise kılsız deride meissner korpüskülleri, merkel disk reseptörleri ve serbest sinir sonlanmalarıdır; kıllı deride ise kıl reseptörleri, merkel reseptörleri ve serbest sinir sonlanmaları; cilt altında ise; pacinian korpüskülleri ve ruffini sonlanmalarıdır. Proprioepsiyon, kalın myelinli, büyük ve hızlı sinir lifleriyle taşınır ⁹.

Ayaklar ve destek yüzeyi arasında temas güçleri ve hareketlerden elde edilen somatosensory girdiler, sağlam destek yüzeyi durumunda denge için dominant duyusal girdidir ⁵⁷.

Propriosepsiyon dokunma duyusunun özelleşmiş bir varyasyonu olarak kabul edilir. Eklem hareket (kinesteziya) ve eklem pozisyon duyularını kapsar ⁷³.

2.3.2.1. Kas Duyu Organları

Kas İğciği: Kaslarda en fazla miktarda bulunan duyu organıdır. Kısaca, kas iğciği merkezi sinir sistemine kas geriliminin derecesini belirleyen bilgiler gönderir. Uzama ve gerilmeye duyarlıdır ²¹. Kas iğciği reseptörü iki yolla uyarır: (1) Kasın tümüyle uzaması; iğciğin orta bölümünü gererek reseptörü uyarır. (2) Kasın boyu tümüyle değişmese bile, iğcikteki intrafüzal liflerin uç bölümlerinin kasılması da liflerin orta kısmını gerer ve sonuçta reseptörü uyarır. Oluşan gerilim, merkezi sinir sistemine gönderilir. Bu uyarılar alfa motor nöronları, ektrafuzal liflerin çevresinde harekete geçirir ve kaslar kasılır. Kas kasılırken kısalınca, kas iğciği de kısalarak uyarıyı göndermeyi durdurur ve gevşer ^{21, 35, 88}.

Kas iğciği sisteminin en önemli fonksiyonlarından biri motor hareket sırasında vücut durumunu stabil hale getirmektir. Bunu yapmak için bulboretiküler kolaylaştırıcı bölge ile beyin sapının ilgili alanları gama sinir yoluyla uyarıcı sinyalleri kas iğciklerinin intrafuzal liflerine iletir. Sinyaller iğciklerin uçlarını kısaltıp, ortadaki reseptör bölgeleri gererek, iğcik reseptöründen sinyal çıkışını arttırır. Eklem her iki tarafındaki iğcikler aynı anda uyarılır. Böylece eklem her iki tarafındaki iskelet kaslarının refleks yoldan uyarılması da artarak eklemde birbirine zıt yönde etkili sert, gergin kaslar oluşturur. Kişi hassas ve kesin pozisyon ayarı gerektiren bir kas fonksiyonu yapmak zorunda kaldığı zaman, uygun kas iğciklerinin beyin sapının bulboretiküler kolaylaştırıcı bölgelerden gelen sinyallerle uyarılmasıyla ana eklemlerin pozisyonu stabilize olur ^{24, 35}. Kas iğciği fonksiyonunun en basit göstergesi, kas gerilme refleksidir. Aynı zamanda myotatik refleks de denir ³³. Myotatik gerilme refleksi, eklem

dışsal bir rotasyona maruz kalması sonrasında bir eklemin kaslarının aktivasyon seviyesini arttırmak için en erken mekanizmadır. Bu cevap bileşeni, kas içciklerinden gelen inputlar tarafından başlatılır. Yaygın teori; myotatik gerilme reflekslerinin hareket kontrolü sırasında dışsal bozucu unsurların etkilerini kontrol etmede kasların nonlinear gerginlik özelliklerini geliştirdiği yönündedir. Bu yüzden, daha geniş eklem yer değişimleri sırasında refleksler hızlı bir şekilde uzayan kasların aktivitesini artırır, kısalan antagonistlerin aktivasyonunu azaltır ve böylece eklem gerginliğinin bozulmasını engeller⁵⁷.

Bir kas ne zaman gerilirse, içciklerin eksitasyonu aynı kasın veya işbirliği yapan sinerjist kasların büyük iskelet kası liflerinin refleks kasılmalarına neden olur³³.

Golgi Tendon Organı: Tendon liflerinin içinde kapsüllenmiş proprioseptörlerdir ve kasın tendon lifleri ile birleştiği yerde bulunurlar. Kas içciği gibi tendon organları da gerilmeye hassastır. Golgi tendon organları kasların kasılmasına sebep olan gerilmeden dolayı aktive olurlar. Bu tür gerilmeler merkezi sinir sistemine duyuşal bilgiler gönderir ve kasılan kasın gevşemesine yol açarlar. Kas içciklerinin aksine golgi tendon organları kasları inhibe ederler ve bu bir çeşit koruma fonksiyonudur. Kas içciği kas gerilimini başlatır ve hatasız hareketlere sebep olur, golgi tendon organları da kasın herhangi bir yüke karşı sakatlanmasını önlemek için gevşemesine sebep olurlar²¹.

Pacini Cisimcikleri: Fibroz doku yapısındadır, eklem çevrelerinde ve tendon kılıflarında yer alırlar. *Ruffini reseptörler* ise eklem kapsülünde yer alırlar. Hareket ile yapışal değişime uğrayarak sinyal ulaştıran özelliğe sahiptirler. Pozisyon ruffini reseptörleri, basınç duyuları ise pacini cisimcikleri ile sağlanır³⁶.

Deri Reseptörleri: Bazı reseptörler, derinin dıştaki tabakası olan epidermise yakın, derinin yüzeysel tabakalarında bulunurlar. Yüzeysel reseptörler, Merkel's diskleri ve Meissner's yuvarları (Corpuscle)'dır. Diğer reseptörler, daha derinlerde derinin iç tabakası dermis de yerleşiktirler. Bu reseptörler ise tüy kökü reseptörleri (Hair follicle receptors), pacini yuvarları (corpuscles), ve ruffini sonlanmalarıdır. Tüy kökü reseptörleri (Hair follicle receptors) yalnızca tüylü

deride bulunurken meissner's yuvarları sadece tüy olmayan deride bulunur. Yavaş bir şekilde adapte olan mekanoreseptörler basınca (sürdürülen bir uyarıya) cevap verirken hızlı bir şekilde adapte olan reseptörler titreşime (sürekli değişen uyarı) cevap verir ²⁵.

2.3.3. Görsel (Visual) Sistem

Görme, özellikle destek yüzeyi sabit olmadığı zaman dengede önemli bir rol oynar. Örneğin anterior-posterior salınım doğrultusunda ayak parmaklarının yukarı ve aşağıya bükülmesi denge için faydalı olan somatosensory girdiyi bozduğu zaman yerçekimi merkezinin salınımı gözler açık durumda, gözler kapalı duruma göre önemli derecede daha azdır ⁵⁷.

Görsel (visual) girdiler, çevredeki nesnelerle ilgili olarak pozisyon ve başın hareketlerine göre bilgi rapor eder. Görsel girdiler dikey doğrultu için bir referans sağlar. Buna ek olarak görsel sistem; kişinin başı ileriye doğru hareket ederken çevredeki nesnelerin karşı yönde hareket ettiği durumda da başın hareketlerini rapor eder. Görsel girdiler, postüral kontrol sağlanmasında önemli bir bilgi kaynağıdır, fakat kesinlikle gereklidir? Hayır, gözlerimizi kapattığımız veya karanlık bir odada olduğumuz zaman çoğumuz dengemizi koruyabiliriz ⁸⁰.

2.3.4. Diğer Pozisyon Algılayan Sistemler

Boyun Reseptörleri: Vestibüler oluşum yalnızca başın hareketlerini ve oryantasyonunu saptayabilir ^{23,33}. Dengenin korunması için gereken en önemli proprioseptif bilgi boyundaki eklem reseptörlerinden taşınır. Boyun eğilip baş bir tarafa yatırılınca, boyundaki proprio reseptörlerden gelen bilgiler, vestibüler organın insana denge bozukluğu hissettirmesini önler. Bunu, vestibüler organdan gelen sinyallere tamamen zıt sinyaller ileterek yaparlar. Bununla birlikte, bütün vücut bir yana eğildiği zaman, vestibüler aygıttan gelen sinyaller boyun reseptörlerinden gelen sinyallerin zıt etkisiyle karşılaşmaz ve bu durumda şahıs tüm vücudun dengesinde belirecek bir değişikliği algılar ³³.

Retiküler Formasyon: Beyin sapında, gevşek bir paternde bir araya gelmiş nöronal hücre gövdeleri ve retiküler tarzda dağılmış aksonlardan oluşan ve yaşamsal değeri çok yüksek olan bir merkezdir ⁴⁷. Retiküler formasyon, spinotalamik yolların kollaterallerinden, spinoretiküler traktuslardan, vestibüler çekirdeklerden, serebellumdan, bazal ganglionlardan, serebral korteksin hem duyu hem de motor alanlarından, hipotalamus ve çevresindeki alt yardımcı sahalardan sürekli uyarılar alarak dengenin korunmasında bir bilgi ağı oluşturur ³⁵.

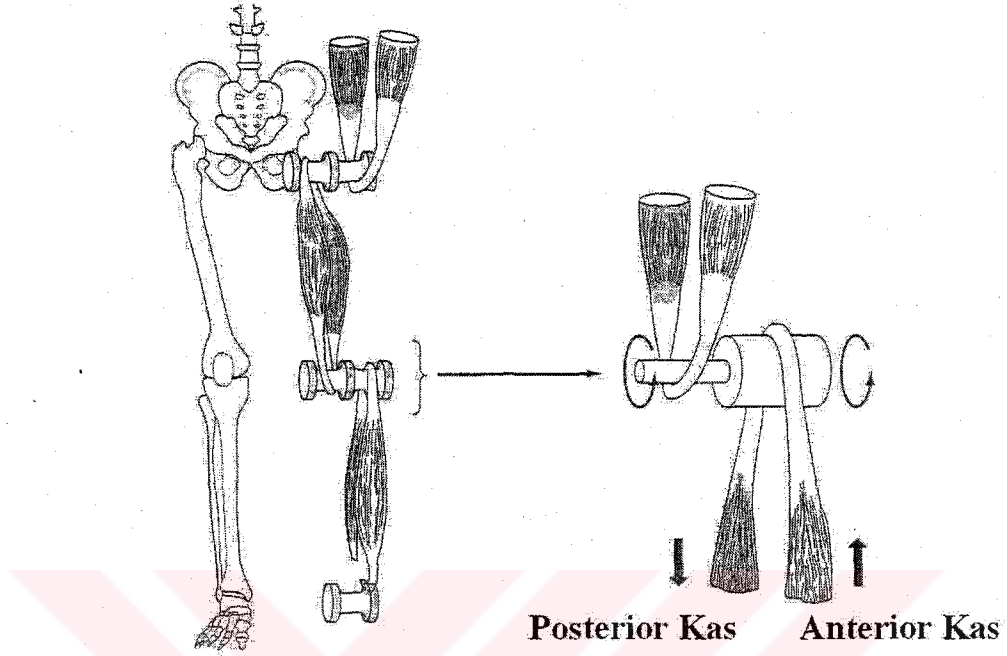
Serebellum: Beyin sapının arkasında yer alır, postür ve hareketin kontrolünde ve özellikle de motor öğrenmede çok önemli bir rolü vardır. Serebellum, kaslardan gelen impulslarla o iş için kasların yapması gereken davranışları karşılaştırmaktadır ⁴⁷. Serebellum kas kontrolünün tüm düzeyleri ile fonksiyon gösterebilir ²². Uyarının kaynağına bağlı olarak motor uyarıları oluştuğunda serebellum bilgileri alır ²¹. Beyin sapı düzeyinde serebellum vücudun postüral hareketlerinin, özellikle denge sistemi tarafından ihtiyaç duyulan hızlı hareketlerinin anormal osilasyonlar olmadan, düzgün ve sürekli yapılması için fonksiyon gösterir. Serebellumun temel olarak çok hızlı hareketlerle ilgili fonksiyon gördüğünü özellikle belirtmek gerekir. Serebellum olmaksızın yavaş ve hesaplanmış hareketler hala yapılabilir, ancak kortikospinal sistemin kontrollü, hızlı, hedefe yönelik hareketleri başarması, özellikle bir hareketten diğerine düzgün geçiş zorlaşır ²².

Postüral Sinerjistik Kasların Aktivasyonu: Ayakta sabit dik duruşta vücudun ağırlık merkezi, solunum ve dolaşım sistemlerine ait vital fonksiyonlara bağlı olarak sürekli olarak yer değiştirmektedir. Bu hareketler gövdede salınım oluşturmaktadır. Gövde salınımları sonucu bozulan dengeyi tekrar kurabilmek için ağırlık merkezinin hareketinden 100 milisaniye sonra postüral sinerjistik kaslar aktive olmaktadır ².

2.4. Hareket Stratejileri

Bir kişinin dengesi dışsal bir unsur tarafından bozulduğu zaman üç farklı stratejiden biri veya bir kombinasyon dengeli bir pozisyonu tekrar sağlamak amacıyla yerçekimi merkezinin hareketini koordine etmek için kullanılabilir. Bozulma stabilite sınırlarının ötesinde yerçekimi merkezinin yerini değiştirdiği zaman, bir adım veya sendeleme reaksiyonu düşmeyi engellemede etkili tek hareket stratejisidir. Yerçekimi merkezi stabilite sınırları içerisinde kaldığı zaman iki farklı strateji veya stratejilerin kombinasyonu, destek yüzeyi üzerinde ayakların önceki konumu sürdürülürken yerçekimi merkezini taşımak için kullanılır⁵⁷.

Örneğin; bir basketbol oyuncusu ribaunta çıkıyor ve diğer bir oyuncu ile çarpışıyor, bu durum sporcunun beklenilmeyen bir pozisyonda yere inmesine neden oluyor. Bu yüzden sporcunun normal dengesi tehlikeye giriyor. Vücut, kendisini düşmekten korumak için, stabilite sınırları içerisinde bir pozisyona yerçekimi merkezini tekrar çevirmek suretiyle kendi kendisini düzeltmelidir. Kalça, diz ve ayak bileği ekleminde gelen afferent mekanoreseptör inputları üç mümkün hareket stratejisinden birini kullanarak otomatik postüral cevapları başlatmak için sorumludur. Şekil 2’de yerçekimi merkezini kontrol etmek için kinetik zincir boyunca koordine edilen aksiyonları gerçekleştiren temel postüral kaslar arasındaki bağlantının eşleştirilmesi görülmektedir³¹.



Şekil 2. Yerçekimi Merkezini Kontrol Etmek için Temel Postüral Kaslar Arasındaki Bağlantının Eşleştirilmesi ³¹.

Ayak bileği eklemleri çevresinde neredeyse katı bir kütle gibi vücudu döndürerek ayakların yer değiştirmesini sürdürürken, ayak bileği stratejisi yerçekimi merkezinin yönünü değiştirir. Bu, ayak bileği eklemleri çevresinde dönme hareketi oluşturmak için ayak bileği ekleminin kasları kasılarak gerçekleştirilir. Vücudun anterior salınımı, vücudun arkaya doğru itildiği gastrocnemius aktivite tarafından etkisiz hale getirilir. Tersine, vücudun posterior salınımı, tibialis anteriorun kasılmasıyla etkisiz hale getirilir ^{31,57}. Aynı zamanda, yakın eklemlerde ayak bileği kaslarının indirekt etkisi yüzünden uyluk ve alt gövde kaslarının kasılmaları, bu proksimal eklemlerin destabilizasyona karşı koymasını gerektirir ⁵⁷.

Normal duyuşal şartlar altında, dengeyi sürdürmek için ayak bileği kaslarının aktivitesi çoğunlukla tek olarak seçilir ³¹. Eğer ayak bileği stratejisi aşırı salınımı kontrol edebilme kapasitesine sahip değilse, kalça stratejisi ayak bileğinin

antifaz rotasyonu ile kalça eklemlerinde geniş ve hızlı hareketlerin başlatılmasıyla yerçekimi merkezini kontrol hareketlerine yardım etmek için kullanılabilir ³¹. Destek yüzeyine karşı, zıt bir yatay reaksiyon gücü oluşturan gövdenin ataleti yüzünden yerçekimi merkezi kalçaya zıt yönde yer değiştirir ⁵⁸.

Tablo 2. Denge Hareketlerini İçeren Kasların Fonksiyonel Anatomisi ⁵⁷

Eklem	Ektensiyon		Fleksiyon	
	Anatomik	Fonksiyonel	Anatomik	Fonksiyonel
Kalça	Paraspinalis Hamstrings	Paraspinalis Hamstrings Tibialis	Abdominals Quadriceps	Abdominals Quadriceps Gastrocnemious
Diz	Quadriceps	Paraspinalis Quadriceps Gastrocnemious	Hamstrings Gastrocnemious	Abdominals Hamstrings Tibialis
Ayak Bileği	Gastrocnemious	Abdominals Quadriceps Gastrocnemious	Tibialis	Paraspinalis Hamstrings Tibialis

Diz ekleminin destabilizasyon eğilimine, ayak bileği, diz ve kalça eklemleri çevresinde kassal aksiyonların koordinasyonu sayesinde karşı koyulur. Quadriceps ve abdominal kaslar kalçaları bükmek için harekete geçirir ve yerçekimi merkezi geriye doğru taşınır. Bu iki kas, eklem çevresindeki fonksiyonel etkilere karşı koyduğu için diz nispeten stabil kalır. Paraspinal ve hamstring hareketi kalçalara ekstansiyon yaptırır ve yerçekimi merkezi geriye doğru hareket eder ⁵⁷.

2.5. Dengenin Kontrolü

Vücut dengesinin sağlanması geniş olarak refleks karakterdedir. Bu refleksler çeşitli kaynaklardan gelen afferent impulslar ile uyarılır. Bunlar boyun, gövde ve alt ekstremiteden gelen genel proprioseptif duyular ile vestibüler reseptörlerden gelen özel proprioseptif duyulardır. Ayrıca retinadan görme korteksine akseden duyuların rolü vardır. Baş hareket ettiği zaman krista uyarılır. Ekstremiteler ve gözlerin yardımıyla dengeyi sağlayacak hareket hemen yapılır ¹⁵.

Denge kontrolü, bilinç altı bir seviyede gerçekleştirilmesine rağmen tamamen otomatik bir süreç değildir ^{18,85}.

Postüral kontrol sistemi beyin ve kas-iskelet sistemi arasında bir geri bildirim kontrol döngüsü olarak işlem yapar ³¹. Postüral kontrol sisteme sağlanan afferent bilgi kaynakları visual, vestibüler ve somatosensory inputlardan kollektif olarak gelir. Dik duruşu sürdürmede merkezi sinir sisteminin ilişkisi iki bölüme ayrılabilir. Birinci bölüm; sensory organizasyon, vestibüler, visual ve somatosensory inputlardan elde edilen bilgiye dayalı düzeltici postüral aksiyonların zamanlaması, yönü ve genişliğini belirleme sürecini içerir ⁶⁰. Merkezi sinir sistemi pek çok sensory inputları elde edebilmesine rağmen oryantasyon bilgisi için bir zamanda genellikle sadece bir algıya güvenir. Sağlıklı yetişkinler için, denge kontrolünde tercih edilen duyu, somatosensory kaynaktan gelir (destek yüzeyi ile temasta ve eklemler hareketlerini tespit etmede ayaklar) ³¹. İkinci unsur; kas koordinasyonu, dengeyi sürdürmek için destekleyici reaksiyonlar oluşturan bacak ve gövde kasları arasında kontraktıl aktivitenin dağılması ve zamansal dizilimi belirleyen süreçlerin toplamıdır ^{60,81}.

Karşı konulan bir durumda postüral kontrolü sürdürmek için gereken dikkat seviyesi oturmadan, ayakta durmaya, yürümeye ve yaşlılıkta artar ⁸⁵.

Bir hareketin karakteristikleri, onun denge bileşenlerinin zorluğunu azaltabilir veya artırabilir. Örneğin; parmak uçlarında yürümeye ile karşılaştırıldığında zaman, normal yürümeye denge için daha az çaba gerektirir. Çünkü, destek yüzeyi parmak ucunda yürümeye sırasında daha küçüktür. Benzer şekilde aktivitenin

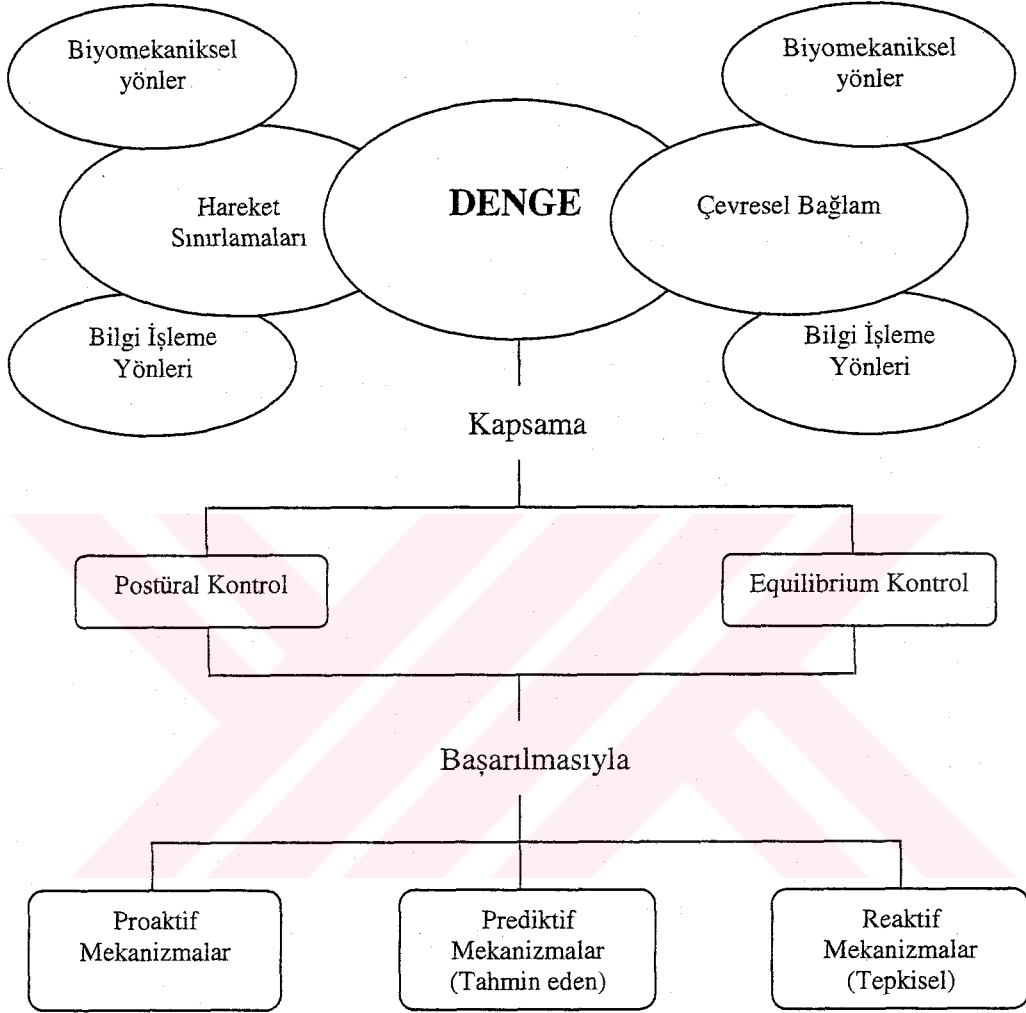
yapıldığı çevre, aktivitenin nasıl uygulanması gerektiği hususunda zorunluluklar getirir. Örneğin, karanlık ve bilinmeyen bir odada yürümek, daha kısa, daha dikkatli adımlamalara sebep olacaktır ⁴².

Dik postürün stabilizasyonu, koordine edilen postüral düzenleyicilerin uygulanması için tamamen kritik olan ve işbirliği içinde çalışan üç duyudan afferent bilgilerin integrasyonunu gerektirir. Bir unsurun bozulması genellikle geriye kalan ikisi tarafından telafi edilir. Sıklıkla, sistemlerin biri farklı yüzeyler ve/veya görsel duyarlıkta değişimler ve/veya çevresel görünüm hakkında yetersiz veya kusurlu bilgi sağlar. Bu durumda dengeyi sürdürebilmek için doğru ve kesin bilgiyi diğer duyulardan birinin sağlaması çok önemlidir. Örneğin, bir hareketli platform veya köpük bir yüzey üzerinde durulması gibi somatosensory uyumsuzluk mevcut olduğu zaman, gözler kapalı durumdayken açık duruma göre denge önemli şekilde azalır ³¹.

Kasların mekanik karakteristikleri, duruş destabilizasyonuna yol açan dışsal bozucu unsurlar tarafından üretilen torkları karşılamaya yeterli değildir. Bu yüzden denge, ihtiyaç duyulduğu zaman ilgili birçok kas aktivitesini çağıran merkezi sinir sistemi tarafından aktif bir şekilde kontrol edilir. Hareketsiz bir duruş sırasında, merkezi sinir sisteminin minimal vücut destabilizasyonunu tahmin yeteneği sayesinde, postüral kasların bir bölümünde küçük aktiviteye gereksinim duyulur ⁵⁵. Merkezi sinir sistemi, dönüşümlü olarak proprioseptif, görsel ve vestibüler girdilere güvenir ¹⁷.

Winter, dünyanın yerçekimine maruz kaldığı için postüral kontrolde iki unsur söz konusu olduğunu belirtmektedir: Birincisi, hareketsiz bir vücut bile yerçekimi güçleri altında dik olarak kalmaya çalışmalıdır ⁴². Yürürken, bir veya iki eklemin bükülmesine karşın düşmeyi engellemek için duruş ayağında kesintisiz ekstensör aktivite olmalıdır ⁹⁷. İkincisi; postüral kontrol, yerçekimi merkezine karşı vücudun ağırlık merkezinin iz düşümünü değiştiren herhangi bir hareketi dengelemek için gereklidir ⁵². Bir kolu kaldırmak gibi vücudun biçimi değiştirildiğinde, ağırlık merkezinin pozisyonu destek yüzeyinin sınırları yakınına veya ilerisine hareket edecektir ⁴².

Şekil 3. Fonksiyonel Dengenin Belirleyicileri ⁴².



Şekil 3’de proaktive, prodiktive ve reaktive mekanizmalara işaret edilmektedir. Proaktive denge mekanizmaları görsel sisteme dayalıdır. Çevresel şartlar ve değişmeler hakkında bilgi gözler vasıtasıyla kesintisiz olarak alınır ve bu bilgi denge için tecrübelerin ışında yorumlanır ⁶⁹. Bu şeklide biz, algılanan engellerin çevresinden veya üzerinde adımlarız. Eğer yüzey kaygan gibi görünüyorsa yürüme hızımızı azaltırız ve engebeli arazi veya darmadağın olan yerlerdeki gibi potansiyel tehlikeli uyarılarda daha yüksek derecede bir uyanıklığı sürdürürüz ⁴².

Vücut üzerinde rol oynayan güçlerin prediktive kontrolü tahmin edici postüral düzenlemeler tarafından büyük ölçüde başılır. Kas aktivitelerinin bu modelleri çoğu istemli ve odaksal hareketlerden önce başlar ⁴².

Önceden tahmin edilen postüral ayarlamaların tipi ve büyüklüğü odaksal hareketin hızı ve yönü tarafından belirlenir. Diğer postüral düzelticiler veya reaksiyonel ayarlamalar istemli hareketlerde eşlik etmek ve takip etmek için tahmin edici postüral düzenlemelerde destekleyici rol oynar ⁴². Yürüme sırasında, tahmin edici postüral düzenlemeler, salınan ayak hareket ettirilmeden önce yeni duruş ayağı tarafından desteklenen yeni destek yüzeyine doğru vücut ağırlık merkezi hareketinin başlamasını içerir ⁵².

Patla'ya göre, denge sistemi proaktif bir şekilde dışsal çevreyi gözlemler ve ihtiyacın tahmininde postür ve dengeyi sürdürmede gerekli ayarlamaları yapmak için vücutta istemli hareketler tarafından üretilen güçlerin etkisini tahmin eder. Başarısız düzenlemeler veya umulmadık bir destabilizasyon meydana geldiği zaman, reaktif denge yanıtlarının acil durum destekleme sistemi kriz yönetimi için çağırılır ⁴².

Reaktif denge kontrolü, özel uyarılara uygun bir türün hem kısa hem de uzun postüral reflekslerinden oluşur ⁶¹. Optik akış yani biz hareket ederken çevresel görüşten gelen bilgi, yürüme sırasında bizim hareketimiz hakkında bilgi verir ⁶⁹. İlaveten, dikey doğrultu ile bizim ilişkimiz hakkında vestibüler bilgi, vücut bölümlerinin pozisyonlarına ilişkin detaylı proprioseptif ve somatosensory mesajlar ve destek yüzeyi denge kontrol mekanizması için duyuşal input oluşturur ⁴².

Ayaklar ve destek yüzeyi arasında temas güçleri ve hareketlerden elde edilen somatosensory inputlar, destek yüzeyi sabit olduğu zaman denge için dominant duyuşal inputtur. Kişi sağlam ve düz bir yüzeyde durduğu zaman, yerçekimi merkezi salınımının boyutu stabilite sınırlarına göre çok küçüktür. Görme, özellikle destek yüzeyi sabit olmadığı zaman dengede önemli bir rol oynar. Örneğin, anterior-posterior salınımına ilişkin doğrultuda ayak parmaklarının yukarı ve aşağıya bükülmesi denge için faydalı somatosensory inputu bozduğu

zaman, yerçekimi merkezi salınımı gözler açık şartta, gözler kapalı şarta göre önemli derecede daha azdır ⁵⁷.

Görmenin stabilizasyon etkisi, kişi yumuşak bir köpük kauçuk parçası üzerinde durduğu zaman gözler açık ve kapalı salınımı karşılaştırılarak da gösterilir. Görme yerçekimi merkezinin düzenlenmesini de etkiler. Örneğin; kişi, görsel alanın sabit lineer veya rotasyonel harekete maruz kaldığı zaman destek yüzeyi üzerinde yerçekimi merkezini hizalama, görsel hareket alanının yönünde değişir ⁵⁷.

Fonksiyonel olarak faydalı somatosensory ve görsel inputlar elde edilebilir olduğu zaman, vestibüler inputlar yerçekimi merkezinin pozisyonunu kontrol etmede küçük bir rol oynarlar. Bu, somatosensory ve görsel inputlar vücut salınımında vestibüler sisteme göre daha duyarlı oldukları içindir. Bu şartlar altında vestibüler inputun temel rolü muhtemelen baş ve göz pozisyonlarının bağımsız ve kusursuz kontrolünü sağlamaktır. Kusursuz baş ve göz kontrolü, koşmak ve hareket eden bir topa vurmak veya topu yakalamak gibi pek çok kompleks motor aktivitelerin uygulanmasında önemlidir. Somatosensory ve görsel inputların saptırıldığı veya elde edilemediği zaman denge için vestibüler girdi önemlidir ⁵⁷.

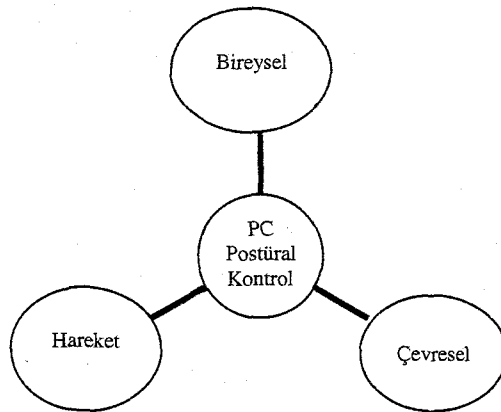
Stabil olmayan bir destek yüzeyi üzerinde durmak kontrol sisteminin daha yüksek seviyelerini çağırır ve gelmekte olan proprioseptif bilginin kullanım tarzında temel bir değişme gerektirir ⁴⁴.

2.6. Sportif Performans Açısından Dengenin Önemi

Postüral salınımın değerlendirilmesi bir çok potansiyel uygulamalara sahiptir; yetenekli sporcuların seçiminde sınıflama, biyomekanik incelemeler, sporcu sakatlıklarının önlenmesi ve tedavinin izlenmesi ⁷⁷.

Schmidt dengenin sporda başarılı performans için gerekli olan vücut kompozisyonunu koruyabilmede önemli bir rol üstlendiğini belirtmektedir. Bu nedenle hareket örüntüsünde ani değişiklikler içeren dinamik sporlar için temel oluşturmaktadır. Tüm sporlar belirli düzeyde denge içermektedir ⁴.

Bazı görevler, stabilite pahasına uygun bir oryantasyonu sürdürmede önemli konumdadır. Futbolda, bir golün kurtarılması veya basketbolda, havadaki bir topun yakalanmasını başarmak, oyuncunun daima topla ilişkili bir konumda kalmasını, bazen golü engellemek veya topu yakalamak için bir çaba sırasında yere düşmesini gerektirir. Bu şekilde; postüral kontrol çoğu hareketin sahip olduğu ortak bir gereksinim iken, her bir hareket ile stabilite ve oryantasyonun gereksinimleri değişir. Postural hareketler; bireyin interaksyonu, kendine özgü postüral gereksinimiyle hareket ve postüral aktivitelerde çevresel zorunluluktan meydana gelir ⁸⁰.



Şekil 4. Postüral Kontrolün Bileşenleri (Shumway-Cook ve Woollacott 2001'den adapte edilmiştir) ⁸⁰.

Carr ve Shepherd, her spor branşının kendine özgü olarak belirli düzeyde denge içerdiğini, denge ve stabil bir postürü sürdürmenin çoğu hareket uygulamalarının ayrılmaz bir parçası olduğunu belirtmiştir ⁹³. Sporcu bir çok hareketle uğraşır, o nedenle hem kendine mal edilen fizyolojik ve biyomekanik davranışlara hem de özel psikolojik algılara adapte olmalıdır ⁷⁰. Motor yeteneklerin başarılmasında uygun denge kontrolü, spor uygulamalarında uygun yer değiştirme, hareket adaptasyonu ve yeterli el, kol veya baş hareketleri, bozulan hareket ve teknikler, dik duruş sürdürülürken ağırlık merkezinin yer değiştirmelerini en aza indiren sinerjist kaslara dayanmaktadır ⁷⁰.

Üst seviye sporcularının her bir disiplinin gerekleriyle bağlantılı olarak gelişen denge kontrolü sergiledikleri belirtilmektedir. Uzun bir zaman periyodunda bir spor öğrenme ve antrenman günlük yaşam aktivitelerinde dinamik ve statik postüral kontrolün etkinliğini geliştirir ⁷⁰.

Statik ve dinamik denge düzenlemesini içeren özel bir sensorimotor stratejinin kullanılması, postür düzenlenmesi ve adaptasyonu arasında ayrılıkları belirlemek için özel duyuşal işaretlerin seçimine bağlı olacaktır. Bu seçim önceki deneyimlerden etkilenir ⁵². Örneğin; judocular, daha çok proprioseptif sinyallere dayanırken ⁷², bale dansçıları tercihli olarak görsel inputları kullanır ⁴¹. Bu yüzden, judocular ve bale dansçıların denge kontrolünde farklı bir şekilde etkilenebildiği varsayılabilir ⁷⁰. Bunun yanında, daha yüksek yarışma seviyesinde olan judocuların düşük yarışma seviyesinde olan judocularda göre postürü sürdürmek için görsel bilgilere daha bağımlı oldukları tespit edilmiştir ⁶⁸.

Elit sporcular, branşlarının gereklerine göre postürü düzenlemek için kesin duyuşal bilgiyi baskın olarak kullanırlar ^{71,92}. Örneğin tecrübeli cimnastikçilerde vücut oryantasyonu için somatosensory işaretler, otolitik işaretlerden daha fazla bilgilendiricidir¹², oysa dansçılarda postür düzenlenmesinde görme güçlü bir unsurdur ²⁶.

Spordaki denge, iç ve dış girdilerin bütünleştirilmesini gerektirir. Denge kontrol mekanizmasının bir veya iki kısmı çalışırken sporcunun performansı kesin olarak etkilenebilir, çünkü denge ve postüral kontrol için çoklu duyu girdisi

önemlidir. Normal denge muhtemelen, sporcunun yerçekimi kuvvetlerine karşı vücudu dik durumda tutabilme yeteneği ve koordinasyonun bir birleşimidir ⁴³.

Denge, iyi bir performans için temel oluşturmakta ve kas, sinir sistemi içinde iletici olarak tanımlanmaktadır. İnsanın denge sağlamadaki yeteneği, diğer motor sistemlerin gelişmesinde belirleyici bir faktör olarak tanımlanabilir ³.

Neumann'a göre her becerinin sergilenmesinde motorik özelliğin etkinliği eşit değildir. Bütün etkinliklerde kuvvet temel bileşendir. Ancak tenis oynamak için gerekli kuvvet ile ağırlık kaldırmak için gereken kuvvet birbirinden farklıdır. Bale dansçıları, ritmik cimnastikçiler ve kule atlayıcılar üzerinde yapılan denge ölçümlerinde motorik özelliklerden, hareketlilik, çabukluk ve dayanıklılığın dengeyi etkilediği gözlenmiştir. Denge ölçümleriyle motorik özellikler karşılaştırıldığında özellikle ritmik cimnastikçilerde motorik özelliklerin en iyi performanslarını sergileyememelerinde, denge kayıplarının önemli bir kaynak olduğu düşünülmektedir ⁴.

Kassal zayıflık, proprioseptif zararlar ve hareket genişliği hasarları kişinin, vücudun destek yüzeyi içerisinde yerçekimi merkezini sürdürme yeteneğine karşı koyabilir veya diğer bir ifade ile dengesini kaybetmesine sebep olabilir. Dengenin sürdürülmesi eklem sakatlıklarının rehabilitasyonunda gözden kaçırılmaması gereken hayati bir unsurdur. Eklem pozisyon hissi, propriosepsiyon ve kinesteziya (eklem hareket duygusu) denge gerektiren tüm sportif performanslar için önemlidir ³¹.

Diz ve ayak bileği sakatlıklarına günümüz sporcularında çok sık rastlanır. Voleybol, futbol, amerikan futbolu ve basketbol gibi sporlarda çok yaygındır. Bu sakatlıklar sıklıkla doğrudan temas sonucu olmasına rağmen, sıçrama sonrası yere inme gibi doğrudan temas olmayan durumlarda da sıklıkla meydana gelir ^{5, 27}. Bir sıçrama sonrası başarılı bir yere inmek; kuvvet, stabilite ve denge gerektirir. Bu üç unsur eklem sakatlıklarına karşı esas koruma sağlamak için de önemlidir ^{16, 99}. Bu yüzden, sakatlığın yüksek oranı yetersiz kuvvet veya zayıflayan stabilite ve dengenin sonucu olması muhtemeldir ⁹⁶.

Zayıf denge, basketbol⁵³ ve futbolda⁸⁶ ayak bileği sakatlığı için bir risk faktörü olarak tanımlanır. Mc Guine ve ark⁵³, sezon öncesi dönemde 210 basketbol oyuncusunda unipedal duruş sırasında postüral salınımı değerlendirmişlerdir. Takip eden sezonda meydana gelen ayak bileği burkulma vakası ve yüksek postüral salınım arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur. Yüksek postüral salınım gösteren deneklerde, düşük salınım gösteren deneklere göre yaklaşık 7 kat daha fazla ayak bileği burkulması görülmüştür. Buna paralel olarak, Trop ve ark⁸⁶ ise 127 erkek futbol oyuncusunun unipedal postüral salınımını değerlendirdikleri araştırma sonucunda, patolojik olarak postüral genişliğe sahip bireylerin sezon boyunca sakatlığa yatkın olduğunu bildirmiştir.

Verhagen ve ark⁹⁰, 5.5 hafta boyunca uyguladığı bir denge antrenmanının önceden sakatlık geçiren ve geçirmeyenlerin oluşturduğu araştırma grubunda basınç merkezinin yer değişiminde önemli bir azalmaya yol açmadığını belirtirken, Hofman ve Payne³⁸; 10 haftalık denge antrenman programından sonra tek ayak üzerinde ve gözler açık olarak basınç merkezinin yer değişimlerinde önemli bir azalma rapor etmiştir.

Wedderkoop ve ark⁹⁴, genç bayan hentbol oyuncularında sakatlık sayısını azalmak için dizayn edilen bir yardımcı programın etkisini araştırmışlardır. Sonuç olarak, özellikle travmatik ve aşırı kullanım sakatlıklarının sayısını azaltan, eksiksiz bir ısınma programıyla birleştirilmiş denge tahtası antrenmanını içeren bir program kullanılması önerilmektedir.

Holm ve ark³⁹ tarafından yapılan çalışmada, elit düzeyde 35 bayan hentbol oyuncusuna hazırlık sezonu sırasında 5-7 hafta ve müsabaka sezonunda haftada bir kez ve her antrenmanda yaklaşık 15 dk ön çapraz bağ (anterior cruciate ligament, ACL) sakatlığını engelleyici antrenman programı uygulanmıştır. Denge indeksi test-1'de 924 ve test-2'de 728 olarak tespit edilirken iki test arasında anlamlı farklılık belirlenmiştir. Antrenman başlangıcından sonraki 1 yıllık süreçte de dinamik dengedeki etki devam etmiştir. Sonuç olarak, ACL sakatlığını engelleyici program elit bayan hentbol takımında dinamik dengeyi geliştirdiği öne sürülmüştür.

Motor kontrolün azalmasına yol açan merkezi ve çevresel düzeylerde meydana gelen farklı fizyolojik mekanizmaların bir kombinasyonu yorgunluğa sebep olur ⁶². Bu yüzden, yorucu egzersizin postüral kontrolde bir etkiye sahip olacağı hipotezi akla uygundur. Özel bir pozisyonda veya hareket sırasında postür ve dengenin sürdürülmesi ve kontrol edilmesi fiziksel aktivite için temeldir ⁸⁰.

Fiziksel egzersiz, hareketsiz dik duruş sırasında sağlıklı genç deneklerin postüral salınım değişkenleri üzerinde çeşitli etkiler meydana getirir. Etkiler, egzersiz tipine (Bisiklet, koşu bandında yürüme), işin yoğunluğuna ve görsel şartlara bağlıdır. Tüm etkiler egzersizden hemen sonra meydana gelir ve kısa sürelidir, egzersiz bittikten sonra yaklaşık 15 dk da kaybolur ⁵⁵.

Yorgunluk, eklemlerin proprioseptif ve kinestetik özelliklerini zayıflatabilir. Yorgunluk kas içiği deşarj eşiğini arttırır, bu durum eklem duyarlılığının değişmesi sonrasında afferent geri bildirimi bozar ²⁹.

Lundin ve ark ⁵⁰, unilateral postüral kontrolde plantar ve dorsifleksör yorgunluğun etkisini inceledikleri çalışmalarında; yorgunluk protokolünün, anterior-posterior salınımında ve medio-lateral postüral salınımın genişliğinde artmaya neden olduğunu tespit etmişlerdir. Eğer ayağın unstabil bir yerleşmesinin düzeltilmesi için gereken güçler yorgunluk yüzünden gecikirse o zaman ayak bileği ekleminin risk altında olduğu ve bulunan farklılıkların proprioseptif zararların sonucu olabileceğini bildirmişlerdir.

Koşu bandında egzersiz (anaerobik eşik üzeri), yorgunluk olduğu zaman geçici destabilizasyon etkiler meydana getirir veya aynı tip egzersiz yorgunluk oluşturmadığı zaman (anaerobik eşik altı) önemli bir etkiye neden olmaz ⁵⁵.

Bazı yazarlar, yorucu egzersizden sonra dengeyi sürdürme yeteneğindeki azalmanın hem çift ayak duruşta ^{45,48} hem de tek ayak duruşta ^{45,98} görüldüğünü bildirmişlerdir. Bu yüzden, yorgunluk olduğu zaman bireylerin sakatlanma riskinin arttığına işaret edilir ^{45,98}.

Bove ve ark ¹¹, koşu bandı egzersizi ile oluşturdıkları yorgunluk sonrasında vücut dengesinde oluşan değişimleri araştırdıkları çalışmalarının sonucunda; vücut salınımının önemli bir yorgunluk artışına neden olan ağır egzersizler tarafından etkilenebileceğini işaret etmişlerdir. Bu metodun, yorgunluk sonrasında yeni bir motor harekete başlarken iyi bir denge ihtiyacı olan profesyonel sporcuları test etmek için yararlı olabileceği belirtilmiştir.

Postüral salınımın değerlendirilmesi spor tıbbında yetenekli sporcuları sınıflama, biyomekanik incelemeler, sporcu sakatlıklarının önlenmesi ve tedavinin izlenmesi gibi bir çok potansiyel uygulamalara sahiptir. Cimnastik, basketbol gibi sporlarda, sporların gerektirdiği sabit bir postürde üstün yetenekli sporcuları seçme yöntemi olarak kullanılabilceği, ayrıca okçuluk gibi hedefleme sporlarında biyomekanik incelemelerde yararlanılabileceği belirtilmektedir ⁷⁷.

Bu çalışmada, üç ayrı spor branşının gerektirdiği denge düzeylerinin tespit edilmesi ve branşlara göre değişiminin belirlenmesi hedeflenmiştir. Ayrıca farklı branşlara sahip sporcuların uygulanan bir egzersiz sonrasında denge parametrelerinde meydana gelen değişimlerin saptanması amaçlanmıştır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Deneklerin Seçimi

Çalışmaya, halen aktif olarak spor yapan ve çalışmaya gönüllü olarak katılmayı kabul eden 35 erkek denek dahil edildi. Deneklerin 13'ü basketbol, 9'u cimnastik ve 13'ü de futbol ile uğraşan sporculardan seçilmiştir. Basketbolcular; 20.85 yıl yaş ortalaması, 192.25 cm boy ortalaması ve 87.85 kg vücut ağırlığına, cimnastikçiler; 21.11 yıl yaş ortalaması, 173.44 cm boy ortalaması ve 66.16 kg vücut ağırlığına, futbolcular; 21.31 yıl yaş ortalaması, 174.39 cm boy ortalaması ve 70.07 kg vücut ağırlığına sahiptiler. Denekler, son bir yıl içerisinde nörolojik hastalık, vestibüler-visual rahatsızlık veya son 6 ay içerisinde ciddi bir alt ekstremitte sakatlığı geçirmemiş bireylerden seçilmişlerdir. Bu durum deney öncesinde bireylere verilen bir bilgi formu ile sorularak tespit edilmiştir. Deney öncesinde bireylere araştırmaya gönüllü olarak katıldıklarını belirten ve uygulanacak testler hakkında bilgilendirici bir belge sunulmuş ve bu belgenin okunarak imzalanması istenmiştir (Ek 1).

3.2. Uygulanan Ölçüm ve Testler

Araştırma, Gülhane Askeri Tıp Akademisi Türk Silahlı Kuvvetler Rehabilitasyon ve Bakım merkezi performans laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Ölçümler 18-20 °C ısıda, saat 13.30 ve 16.00 arasında uygulanmıştır. Araştırmaya katılan sporcular hazırlık periyodunda teste alınmıştır.

3.2.1. Denge Ölçümleri

Denge performansını tam olarak yansıtabilen stabiliometre araçlarının bir versiyonu olan Kinesthetic Ability Trainer (KAT 2000, OEM Medical, Carlsbad, USA) denge sistemi kullanılarak denge testleri gerçekleştirildi. Her bir ölçüm egzersiz protokolü öncesinde ve sonrasında olmak üzere iki kez gerçekleştirildi.

Denekler önce hafif bir spor kıyafetiyle 5 dk koşu bandı üzerinde ısındıktan sonra ve bir miktar esnetme yaptıktan sonra teste alınmışlardır. Postüral kontrol ölçümleri statik ve dinamik denge testini içermektedir. Statik denge testi; dominant bacak (tercih edilen bacak), nondominant bacak (tercih edilmeyen bacak) ve çift bacak duruş pozisyonlarında gerçekleştirildi. Dinamik denge testi ise; çift bacak duruş pozisyonunda uygulandı.

Test öncesinde deneklerin ölçüm aracına alışmaları ve öğrenme etkisini azaltmak amacıyla 3-5 dk KAT 2000'de pratik yapmalarına izin verildi. Bu esnada birey en iyi denge pozisyonunu belirledi. Bu pozisyon kaydedildi ve bütün test edilen bireyler için kullanıldı. Testin tamamında denekler kollarını göğüs üzerinde çapraz olarak tuttular ve diz 20° fleksiyona getirildi ³⁷. Kolların göğüste çaprazlanması, kol pozisyonu ile ilgili balistik etkileri ortadan kaldırılır ve kişinin destek rayına temasla testte yanıltma yapabilme şansı azaltılır. Test süresince deneklerin üst gövde kas hareketlerinin en aza indirilmesi ve sadece bacaklarını kullanarak testi tamamlaması teşvik edildi (KAT 2000 kullanma kılavuzu). Eğer bir denek ölçüm sırasında dengesini sürdüremez ve parmaklıklara dokunursa test durduruldu ve tekrar edildi ³⁷. Denge testleri sırasında deneklerin duruş pozisyonları bir fizyoterapist tarafından değerlendirildi.

Statik Test

Statik test, sırasıyla dominant bacak, nondominant bacak ve her iki bacak üzerinde duruş pozisyonlarında gerçekleştirildi. Bireylerin dominant bacağı, bir topa vururken hangi bacağı kullanırsın şeklinde bir soru yöneltilerek tespit edildi.

Stabiliometrenin basınç seviyesi 6'ya ayarlandı. Birey çift ayak platforma çıkıp çarpı işaretinin (X) ön, arka, sağ ve soldaki uç noktalara getirmesi istenerek aletin kalibrasyonu yapıldı (KAT 2000 kılavuzu).

Optimum pozisyon, y eksenine 2. ayak parmağı ve x eksenine ayağın uzun tarafının en yüksek noktası ile platformun merkezine ayaklarını yerleştirmesi

deneğe bildirilerek bulundu. Bu pozisyon, kişi dengede olduğunu hissedene kadar öne, arkaya ve yanlara doğru serbestçe platformu hareket ettirerek değiştirildi, bu esnada bilgisayar ekranından görsel geri bildirim de sağlandı. Platformun tam anlamıyla yatay olarak tutulmasıyla başlangıç pozisyonu doğrulandı. Bu ayak pozisyonu kaydedildi ve tüm denekler için kullanıldı.

Tek bacak statik testler sırasında diğer bacak 60-90 derece fleksiyonda ve platforma dokunmasına izin verilmedi. Denge sağlandığı anda bilgisayar ekranı kapatıldı ve denekten KAT 2000'in önünde duvardaki bir noktaya bakması istendikten sonra test başlatıldı. Test süresince pozisyonun koruması istendi (Resim 1 ve 2). Çift bacak statik test, ayakta durur pozisyonda iken yine tek ayak statik testte olduğu gibi gerçekleştirildi ³⁷.

Test bilgisayar klavyesinde bulunan start düğmesine basılarak başlatıldı ve test süresi sonunda otomatik olarak bilgisayar tarafından sonlandırıldı. Statik test sonrasında KAT 2000 sonuçlarının gösteren bilgisayar çıktısı şekil 5'de görülmektedir.

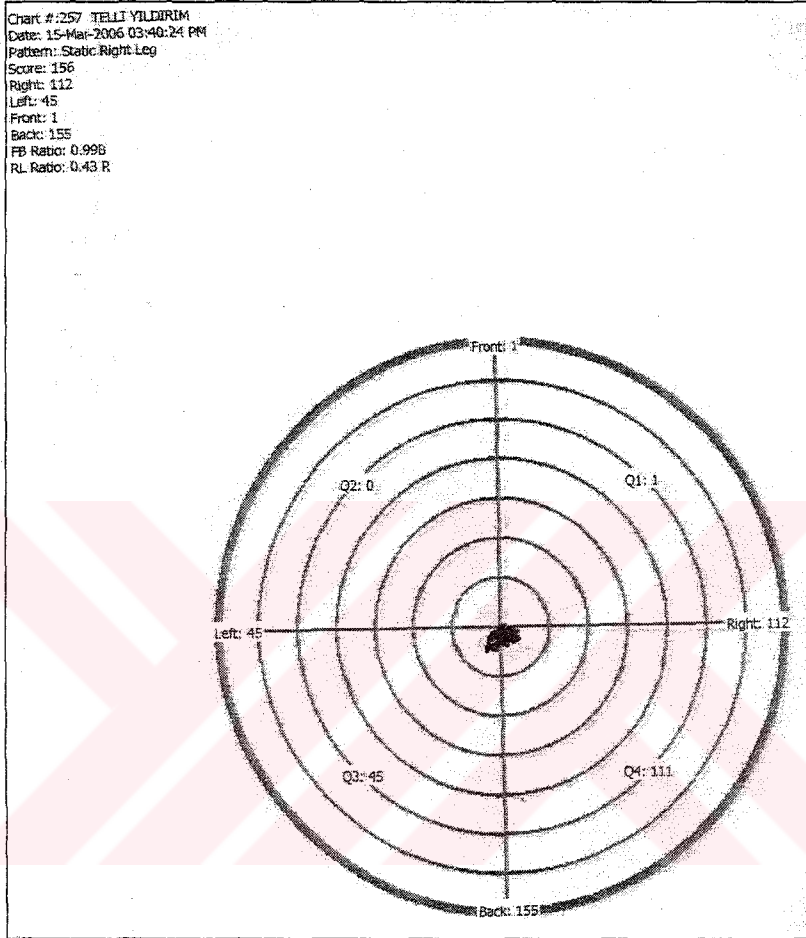
Resim 1. Deney Öncesinde Deneklerin KAT 2000 ile Alıştırma Yaparken bir Görünüm



Resim 2. KAT 2000'de Dominant ve Nondominant Bacak Statik Denge Ölçümü



Şekil 5. Statik Denge Skoruna ait KAT 2000 Sonuçlarını Gösteren Bilgisayar Çıktısı



Dinamik Test

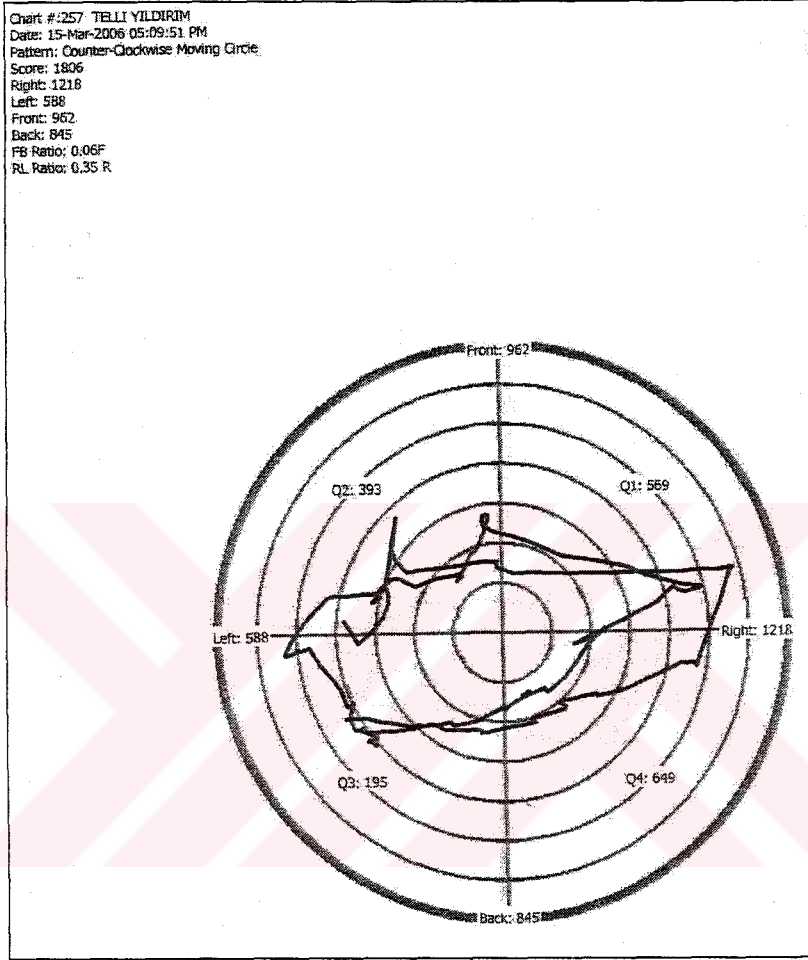
Dinamik denge testi, denegın her iki ayağı üzerinde durması ile gerçekleştirildi. Stabiliometrenin basınç seviyesi bu test için de 6'ya ayarlandı. Platformda y eksenine paralel ve 10.5 cm uzaklıkta çizgiler vardır. Optimal pozisyon, x ekseninde ayak uzun ekseninin en üst noktası ve merkezden eşit uzaklıkta, ayaklar omuz genişliğinde açık, bu çizgiler üzerine ayağın yerleştirilmesi ile elde edildi. Pozisyon, denek tarafından platformun öne, arkaya ve yanlara serbestçe hareket ettirilmesi suretiyle bulundu. Doğru pozisyon için bilgisayar ekranından elde edilen görsel geri bildirim de kullanıldı. Birey bu testte, bilgisayar ekranındaki topun daire hareketi çizmesi ile oluşturulan referans

pozisyonunu, platformu hareket ettirerek izledi ve test süresince bilgisayar ekranına baktı ³⁷. Test süresi sona erdiğinde test bilgisayar tarafından otomatik olarak bitirildi (Resim 3). Dinamik denge testi sonrasında KAT 2000 sonuçlarını gösteren bilgisayar çıktısı şekil 6’da görülmektedir.

Resim 3. KAT 2000’de Çift Bacak Statik Denge Ölçümü



Şekil 6. Dinamik Denge Skoruna ait KAT 2000 Sonuçlarını Gösteren Bilgisayar Çıktısı



3.2.2. Metabolik Ölçüm Aleti

SensorMedics 2900c metabolik ölçüm sistemi ile bu sisteme ait koşu bandı.

Kalibrasyonu

Her test öncesinde ortamın nemi, ısısı ve barometrik basıncı bilgisayara yüklenerek hesaplamalara dahil edildi. Metabolik analizörün volüm ve gaz kalibrasyonu yapıldı. Volüm kalibrasyonu için 3000cc'lik bir enjektör, gaz kalibrasyonu için ise içindeki gaz karışım oranları bilinen iki tüp kullanıldı. Bu tüplerden biri % 26 O₂, % 74 N₂ ve % 0 CO₂ içerirken diğeri % 16 O₂, % 4 CO₂ ve

% 80 N₂ gazı içermekteydi. Gaz kalibrasyonu, ortam havasının ölçümleri de dahil edilerek 3 ayrı nokta değerlendirilerek yapıldı.

Aletin Çalışma İlkesi

Deneklerin her insprasyonda verdiği hava, çift yollu ağız-yüz maskesiyle zirkonyum karbondioksit analizörü kullanan SensorMedics 2900c metabolik ölçüm aletinde breath by breath yöntemiyle analiz edilir (SensorMedics 2900c, USA). Ölçülen sonuçlar ise otomatik olarak hesaplanarak bilgisayara kaydedilir.

3.2.3. Egzersiz Protokolü

Test öncesinde tüm deneklere yapılacak uygulamalar hakkında gerekli bilgiler verildi. Egzersiz protokolüne alınacak deneğe çift yollu ağız-yüz maskesi takılarak bir hortum aracılığıyla metabolik ölçüm aletine bağlandı. Kalp atım sayısını belirlemek için ise göğüs üzerine bağlanan bir kalp atım monitörü kullanıldı (Polar, Finland).

Deneklere Bruce koşu bandı protokolü uygulandı. Bruce protokolü hız ve eğimin değiştiği 3'er dakikalık periyotlardan oluşan bir testtir. Test, deneğin belirlenmiş hız ve eğimde koştuğu sürenin saptanmasından ibarettir. % 0 eğimde ve 1 mil/saat (1,61 km/saat) hızda 3 dakikalık ısınmanın ardından protokolün ilk seviyesi olan 1.7 mil/saat (2.7 km/saat) hız ve %10 eğim ile egzersiz uygulaması başlatıldı.

Egzersiz sırasında deneklerin her eksprasyonda verdiği hava, çift yollu ağız-yüz maskesi ile zirkonyum karbondioksit analizörü kullanan SensorMedics 2900c metabolik ölçüm aletinde "her solukta" (Breath by breath) yöntemiyle analiz edildi. Ölçülen sonuçlar otomatik olarak hesaplanarak bilgisayara kaydedildi. Test protokolünün her bir seviyesinin başlangıcında ve sonunda, ayrıca egzersiz sonlandırıldığı sıradaki kalp atım sayısı kaydedildi. Zamana karşı oksijen tüketimi ve karbondioksit üretimi grafikleri test sırasında sürekli olarak izlendi ve deneklerin anaerobik eşik seviyesini aştıklarının tespit edilmesinden

kısa bir süre sonra test sonlandırıldı. Ağız-yüz maskesi ile kalp atım monitörünün çıkartılması ve denge testinin başlatılması yaklaşık olarak 1-2 dk sürdü. Resim 4.'de egzersiz protokolünün uygulanışı görülmektedir.

Deneklerde baş dönmesi, göz kararması, göğüs ağrısı, ağır dispne, şiddetli yorgunluk, sararma, soğuk nemli deri, sendeleme, bulantı vb gibi beklenilmeyen belirtiler görüldüğü zaman test sonlandırıldı.

Resim 4. Egzersiz Protokolünün Uygulanışı



3.3. Verilerin Analizi

Verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde SPSS for Windows 11.0 paket programı kullanıldı. Deneklerin ön test ve son test ölçümlelerinden elde edilen değişkenlerin karşılaştırılmasında ortalama ve standart sapma değerleri kullanılmıştır.

Branşlar arası ve ön-son test karşılaştırmalarda, araştırma grubunu oluşturan denek sayısı ve değişkenlerin dağılımları göz önünde bulundurularak parametrik yada nonparametrik testler uygulandı. Branşlar arası karşılaştırmalarında Kruskal Wallis H-testi ve farklılığın kaynağını tespit etmek için Mann Whitney U-testi uygulandı. Ön-son test denge skorlarının karşılaştırılmasında normallik analizine göre; ilişkili ölçümlerde t-testi ve Wilcoxon testi uygulandı. Parametreler arasındaki ilişkinin tespit edilmesinde, normal dağılım gösteren değişkenlerde Pearson Korelasyon analizi ve normal dağılım göstermeyen değişkenlerde Spearman Brown Sıra farkları korelasyon katsayısı kullanıldı. Tüm testler iki yönlü olarak uygulandı ve sonuçlar, 0.05 anlamlılık düzeyinde, %95 güven aralığında değerlendirildi.

4. BULGULAR

Araştırmaya halen aktif olarak spor yapmakta olan 13'ü basketbol, 9'u cimnastik ve 13'ü futbol branşından olmak üzere toplam 35 erkek sporcu gönüllü olarak katıldı. Araştırma grubunu oluşturan tüm sporcuların yaş ortalaması 21.09 ± 2.49 yıl, boy uzunluğu ortalaması 180.78 ± 11.03 cm, vücut ağırlığı ortalaması 75.67 ± 11.96 kg ve spor yaşı ortalaması 8.20 ± 4.33 yıl olarak tespit edildi. Tablo 3'de çalışmaya katılan tüm sporcular ve her branşlar için yaş, boy uzunluğu, vücut ağırlığı ve spor yaşı ortalama değerleri görülmektedir.

Tablo 3. Araştırmada Yer Alan Sporcuların Yaş, Boy, Vücut Ağırlığı ve Spor Yaşı Ortalama Değerleri

		n	Ortalama	Std. Sapma	Minimum	Maksimum
Yaş (Yıl)	Basketbol	13	20,85	2,70	18,00	28,00
	Cimnastik	9	21,11	2,52	17,00	25,00
	Futbol	13	21,31	2,43	18,00	27,00
	Toplam	35	21,09	2,49	17,00	28,00
Boy Uzunluğu (cm)	Basketbol	13	192,25	7,48	177,00	204,00
	Cimnastik	9	173,44	6,81	164,00	183,00
	Futbol	13	174,39	5,55	164,00	184,00
	Toplam	35	180,78	11,03	164,00	204,00
Vücut Ağırlığı (kg)	Basketbol	13	87,85	8,10	71,50	98,20
	Cimnastik	9	66,16	7,09	53,20	75,40
	Futbol	13	70,07	6,59	58,00	84,70
	Toplam	35	75,67	11,96	53,20	98,20
Spor Yaşı (yıl)	Basketbol	13	7,15	2,94	3,00	12,00
	Cimnastik	9	11,89	4,73	5,00	18,00
	Futbol	13	6,69	3,97	2,00	15,00
	Toplam	35	8,20	4,33	2,00	18,00

Tablo 4. Yaş, Boy, Vücut Ağırlığı ve Spor Yapma Süresi ile Denge Skorları Arasındaki Korelasyon

		Yaş	Boy	Vücut Ağırlığı	Spor yapma süresi
Dominant Bacak Statik Denge Skoru Ön Test	r	-,062	,391 *	,428 *	-,194
	p	,722	,020	,010	,263
Nondominant Bacak Statik Denge Skoru Ön Test	r	-,226	,408 *	,389 *	-,235
	p	,199	,017	,023	,180
Çift Bacak Denge Skoru Ön Test	r	-,020	,313	,445 *	-,158
	p	,911	,067	,007	,365
Dinamik Denge Skoru Ön Test	r	,016	,261	,276	-,172
	p	,928	,129	,108	,324

* $p < 0.05$

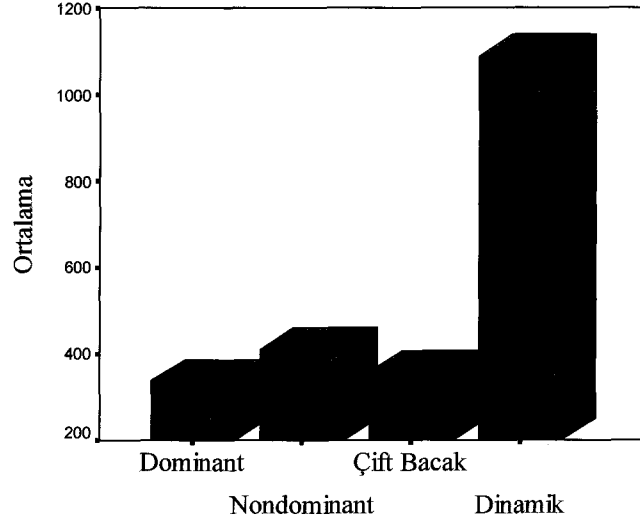
Araştırmaya katılan sporcuların yaş ortalamaları ve spor yapma süreleri ile denge skorları arasında anlamlı bir ilişkinin olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0.05$). Boy uzunluğu ile dominant ve nondominant bacak denge skoru arasında ve vücut ağırlığı ile dominant, nondominant ve çift bacak denge skorları arasında orta düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

Araştırmaya katılan sporcuların ön test ölçümleri sonrasında elde edilen dominant bacak statik, nondominant bacak statik, çift bacak statik ve dinamik denge skorlarının branşlara göre dağılımı ve toplam skorların ortalama ve standart sapma değerleri tablo 5’de görülmektedir.

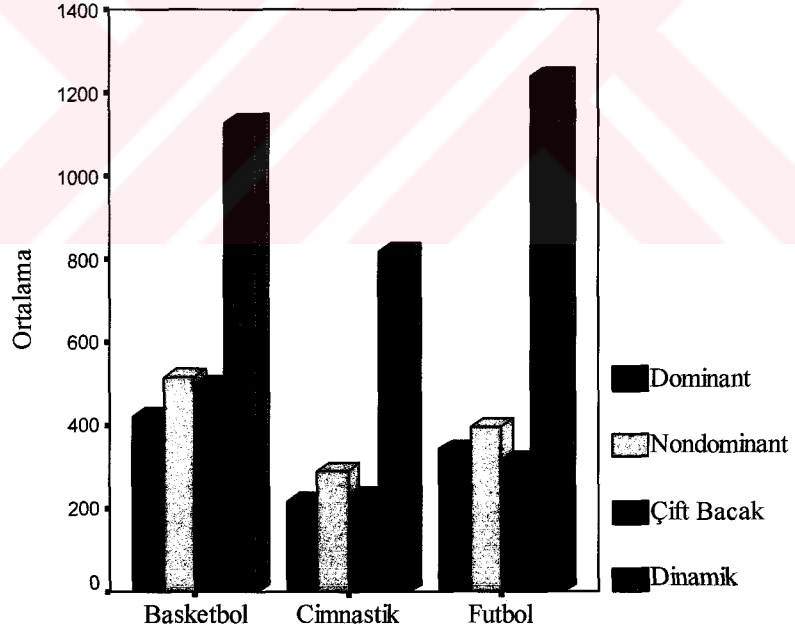
Tablo 5. Ön Test Denge Skorlarının Branşlara göre Ortalama ve Standart Sapma Değerlerinin Dağılımı

Ön Test	Spor Branşı	N	Ortalama	Std. Sapma
Dominant Bacak Statik Denge Skoru	Basketbol	13	454,62	162,65
	Cimnastik	9	218,11	83,83
	Futbol	13	344,00	201,44
	Toplam	35	352,71	184,68
Nondominant Bacak Statik Denge Skoru	Basketbol	13	516,25	222,27
	Cimnastik	9	291,44	102,94
	Futbol	13	397,39	162,88
	Toplam	35	411,29	191,53
Çift Ayak Statik Denge Skoru	Basketbol	13	487,69	227,56
	Cimnastik	9	233,78	77,26
	Futbol	13	315,46	166,85
	Toplam	35	358,43	201,77
Dinamik Denge Skoru	Basketbol	13	1132,15	221,59
	Cimnastik	9	818,67	174,30
	Futbol	13	1239,62	464,17
	Toplam	35	1091,46	359,51

Grafik 1. Tüm Sporcuların Ön Test Denge Skorları



Grafik 2. Ön Test Denge Skorlarının Branşlara göre Dağılımı



Tablo 6. Ön Test Denge Skorlarının Branşlar Arası Karşılaştırılmasında Uygulanan Kruskal-Walis H Testi ve Farklılığın Kaynağının Tespiti için Mann Withney U Testi Sonuçları

	Spor Branşı	n	Sıra Ortalaması	sd	X ²	p	Anlamlı Fark
Dominant Bacak Statik Denge Skoru	(b) Basketbol	13	24,62	2	11,46	,003 **	b-c,
	(c) Cimnastik	9	9,67				
	(f) Futbol	13	17,15				
	Toplam	35					
Nondominant Bacak Statik Denge Skoru	(b) Basketbol	13	22,83	2	7,36	,025 *	b-c
	(c) Cimnastik	9	10,94				
	(f) Futbol	13	17,12				
	Toplam	35					
Çift Bacak Statik Denge Skoru	(b) Basketbol	13	24,31	2	9,56	,008 **	b-c
	(c) Cimnastik	9	10,83				
	(f) Futbol	13	16,65				
	Toplam	35					
Dinamik Denge Skoru	(b) Basketbol	13	21,35	2	9,82	,007 **	b-c, c-f
	(c) Cimnastik	9	8,78				
	(f) Futbol	13	21,04				
	Toplam	35					

** P<0.01

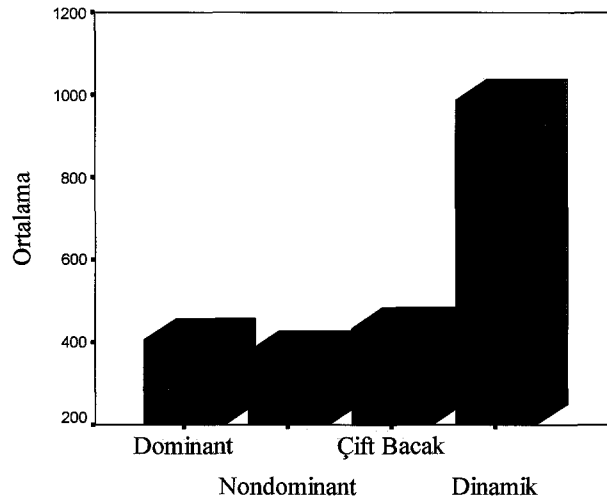
* P<0.05

Tablo 6'de ön test denge skorlarının branşlar arası karşılaştırılması görülmektedir. Bu karşılaştırma sonucuna göre; dominant, nondominant ve çift bacak statik denge skorları basketbol ve cimnastik branşlarında $p<0.05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Dinamik denge skoru ise; basketbol - cimnastik ve cimnastik - futbol arasında anlamlı düzeyde farklı bulunmuştur ($p<0.05$).

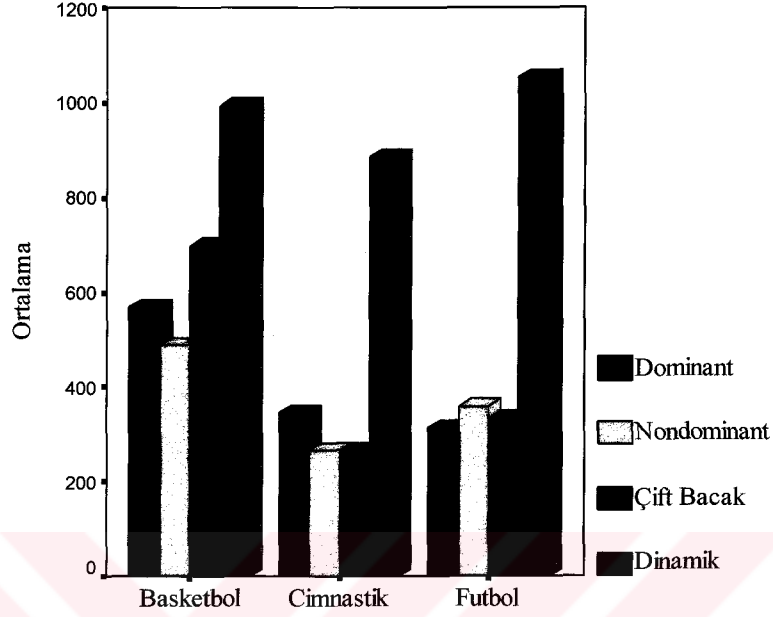
Tablo 7. Branşlara göre Son Test Denge Skorlarının Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

Son Test	Spor Branşı	N	Ortalama	Std. Sapma
Dominant Bacak Statik Denge Skoru	Basketbol	13	566,31	215,29
	Cimnastik	9	346,22	224,31
	Futbol	13	312,85	118,86
	Toplam	35	415,57	217,21
Nondominant Bacak Statik Denge Skoru	Basketbol	12	487,08	155,88
	Cimnastik	9	266,11	125,83
	Futbol	13	358,92	175,17
	Toplam	34	379,59	176,00
Çift Bacak Statik Denge Skoru	Basketbol	12	736,75	370,71
	Cimnastik	9	263,78	134,36
	Futbol	13	332,23	191,73
	Toplam	34	456,88	329,13
Dinamik Denge Skoru	Basketbol	13	998,62	308,88
	Cimnastik	9	885,78	393,16
	Futbol	13	1053,23	359,90
	Toplam	35	989,89	346,69

Grafik 3. Tüm Sporcuların Son Test Denge Skorları



Grafik 4. Son Test Denge Skorlarının Branşlara göre Dağılımı



Tablo 8. Son Test Denge Skorlarının Branşlar Arası Karşılaştırılmasında Uygulanan Kruskal-Walis H Testi ve Farklılığın Kaynağının Tespiti için Mann Withney U Testi Sonuçları

	Spor Branşı	n	Sıra Ortalaması	sd	X ²	p	Anlamlı Fark
Dominant Bacak Statik Denge Skoru	(b) Basketbol	13	25,85	2	12,19	,002 **	b-c, b-f
	(c) Cimnastik	9	14,00				
	(f) Futbol	13	12,92				
	Toplam	35					
Nondominant Bacak Statik Denge Skoru	(b) Basketbol	13	23,92	2	9,30	,010 **	b-c
	(c) Cimnastik	9	10,78				
	(f) Futbol	13	16,23				
	Toplam	35					
Çift Bacak Statik Denge Skoru	(b) Basketbol	13	25,50	2	12,57	,002 **	b-c, b-f
	(c) Cimnastik	9	11,17				
	(f) Futbol	13	14,50				
	Toplam	35					
Dinamik Denge Skoru	(b) Basketbol	13	19,15	2	2,70	,260	
	(c) Cimnastik	9	13,22				
	(f) Futbol	13	20,15				
	Toplam	35					

** P<0.01

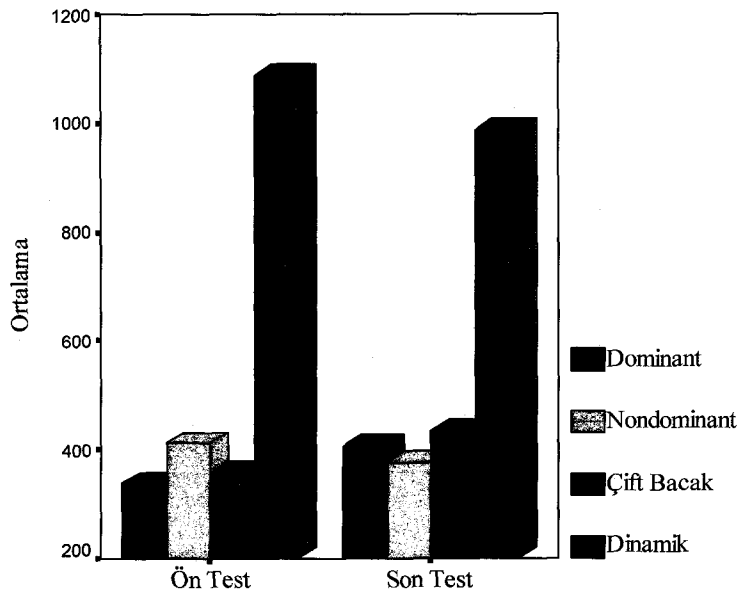
* P<0.05

Tablo 8’de görülen son test denge skorları incelendiğinde; dominant ve çift bacak statik denge skorları basketbol – cımnastik ve basketbol - futbol branşları arasında, nondominant bacak statik denge skorları ise sadece basketbol – cımnastik branşları arasında anlamlı düzeyde farklılık tespit edilmiştir ($p<0.05$). Dinamik denge skorunun ise branşlar arasında anlamlı bir farklılık göstermediği saptanmıştır ($p>0.05$).

Tablo 9. Tüm Sporcular için Denge Skorlarının Ön-Son Test Ortalama Değerleri

	Ön Test			Son Test		
	n	Ortalama	Std. Sapma	n	Ortalama	Std. Sapma
Dominant Bacak Statik Denge Skoru	35	352,71	184,68	35	415,57	217,21
Nondominant Bacak Statik Denge Skoru	35	411,29	191,53	35	379,59	176,00
Çift Bacak Statik Denge Skoru	35	358,43	201,77	35	456,88	329,13
Dinamik Denge Skoru	35	1091,46	359,51	35	989,89	346,69

Grafik 5. Tüm Sporcular için Denge Skorlarının Ön Test ve Son Teste göre Değişimi



Tablo 10. Tüm Deneklerin Ön-Son Test Denge Skorlarının Karşılaştırılması

	Son test-Ön test	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Dominant Bacak Statik Denge Skoru	Negatif Sıra	11	16,64	183,00	-1,958 ^a	,05
	Pozitif Sıra	23	17,91	412,00		
	Eşit	1				
Nondominant Bacak Statik Denge Skoru	Negatif Sıra	20	17,65	353,00	-,949	,343
	Pozitif Sıra	14	17,29	242,00		
	Eşit	0				
Çift Bacak Statik Denge Skoru	Negatif Sıra	15	13,63	204,50	-1,590	,112
	Pozitif Sıra	19	20,55	390,50		
	Eşit	0				
Dinamik Denge Skoru	Negatif Sıra	24	18,73	449,50	-2,203 ^b	,028
	Pozitif Sıra	11	16,41	180,50		
	Eşit	0				

^a Negatif Sıralar Temeline Dayalı

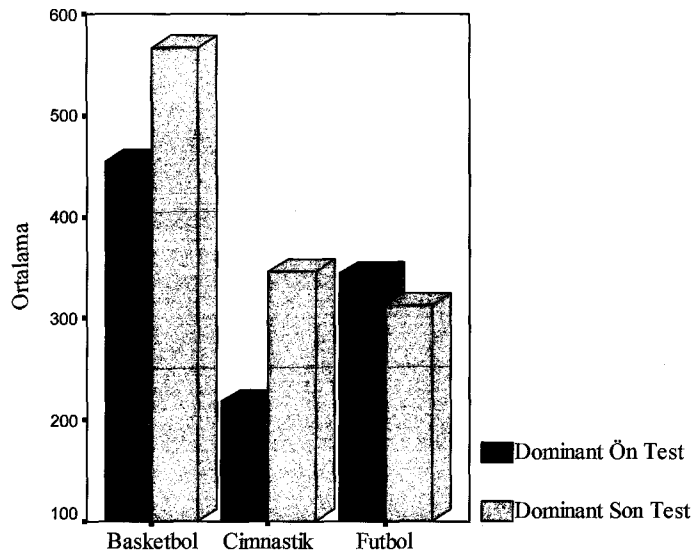
^b Pozitif Sıralar Temeline Dayalı

Araştırmaya katılan tüm sporcuların ön-son test denge skorlarının karşılaştırılması tablo 10'de görülmektedir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda; dominant bacak statik denge ve dinamik denge skorlarının anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği tespit edilmiştir ($p \leq 0.05$). Nondominant ve çift bacak statik denge skorları ön-son test arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Tablo 11. Branşlara göre Denge Skorları Ön-Son Test Ortalama Değerleri

		Ön Test			Son Test		
	Spor Branşı	N	Ortalama	Std. Sapma	N	Ortalama	Std. Sapma
Dominant Bacak Statik Denge Skoru	Basketbol	13	454,62	162,65	13	566,31	215,29
	Cimnastik	9	218,11	83,83	9	346,22	224,31
	Futbol	13	344,00	201,44	13	312,85	118,86
	Toplam	35	352,71	184,68	35	415,57	217,21
Nondominant Bacak Statik Denge Skoru	Basketbol	13	516,25	222,27	12	487,08	155,88
	Cimnastik	9	291,44	102,94	9	266,11	125,83
	Futbol	13	397,39	162,88	13	358,92	175,17
	Toplam	35	411,29	191,53	34	379,59	176,00
Çift Bacak Statik Denge Skoru	Basketbol	13	487,69	227,56	12	736,75	370,71
	Cimnastik	9	233,78	77,26	9	263,78	134,36
	Futbol	13	315,46	166,85	13	332,23	191,73
	Toplam	35	358,43	201,77	34	456,88	329,13
Dinamik Denge Skoru	Basketbol	13	1132,15	221,59	13	998,62	308,88
	Cimnastik	9	818,67	174,30	9	885,78	393,16
	Futbol	13	1239,62	464,17	13	1053,23	359,90
	Toplam	35	1091,46	359,51	35	989,89	346,69

Grafik 6. Dominant Bacak Statik Denge Skorlarının Ön Test ve Son Teste göre Değişimi



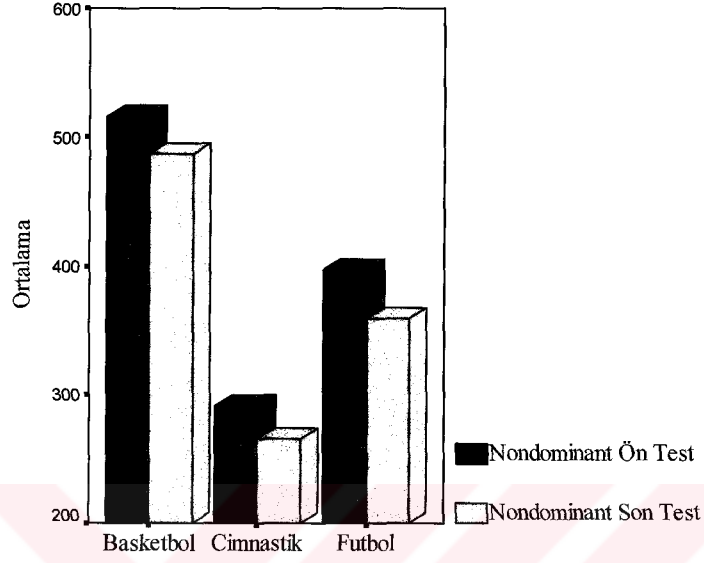
Tablo 12. Ön-Son Test Dominant Bacak Statik Denge Skorlarının Spor Branşlarına göre Karşılaştırılması

Dominant Bacak Statik Denge Skoru		n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p
Basketbol	Negatif Sıra	3	4,67	14,00	-1,96 ^a	,05
	Pozitif Sıra	9	7,11	64,00		
	Eşit	1				
Cimnastik	Negatif Sıra	1	1,00	1,00	-2,55 ^a	,011
	Pozitif Sıra	8	5,50	44,00		
	Eşit	0				
Futbol	Negatif Sıra	7	7,43	52,00	-,454	,650
	Pozitif Sıra	6	6,50	39,00		
	Eşit	0				

^a Negatif Sıralar Temeline Dayalı

Tablo 12’da branşlara göre dominant bacak statik denge skoru ön-son test karşılaştırılması görülmektedir. Dominant bacak statik denge skoru, uygulanan egzersiz sonrasında; basketbol ve cimnastik branşları için anlamlı düzeyde farklı bulunurken ($p \leq 0.05$), futbol branşında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p > 0.05$).

Grafik 7. Nondominant Bacak Statik Denge Skorunun Ön Test ve Son Teste göre Değişimi

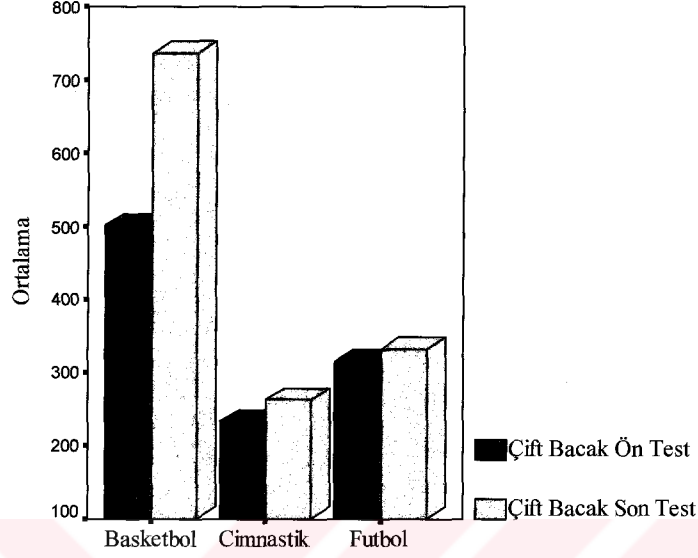


Tablo 13. Ön-Son Test Nondominant Bacak Statik Denge Skorlarının Spor Branşlarına göre Karşılaştırılması

Nondominant Bacak Statik Denge Skoru		n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p
Basketbol	Negatif Sıra	7	7,00	49,00	-,784	,433
	Pozitif Sıra	5	5,80	29,00		
	Eşit	0				
Cimnastik	Negatif Sıra	5	6,20	31,00	-1,01	,314
	Pozitif Sıra	4	3,50	14,00		
	Eşit	0				
Futbol	Negatif Sıra	8	6,38	51,00	-,384	,701
	Pozitif Sıra	5	8,00	40,00		
	Eşit	0				

Tablo 13’da görüldüğü gibi; her bir branş için sporcuların nondominant bacak ön-son test statik denge skorlarının karşılaştırılması sonucunda anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$).

Grafik 8. Çift Bacak Statik Denge Skorunun Ön Test ve Son Teste Göre Değişimi



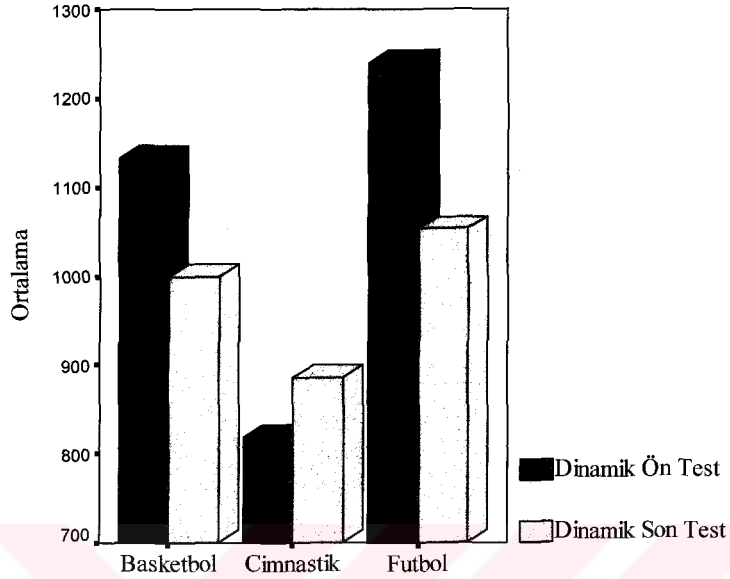
Tablo 14. Ön-Son Test Çift Bacak Statik Denge Skorlarının Spor Branşlarına göre Karşılaştırılması

Çift Ayak Denge Skoru		n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Basketbol	Negatif Sıra	3	4,00	12,00	-2,12 ^a	,034
	Pozitif Sıra	9	7,33	66,00		
	Eşit	0				
Cimnastik	Negatif Sıra	5	3,80	19,00	-,415	,678
	Pozitif Sıra	4	6,50	26,00		
	Eşit	0				
Futbol	Negatif Sıra	7	6,57	46,00	-,035	,972
	Pozitif Sıra	6	7,50	45,00		
	Eşit	0				

^a Negatif Sıralar Temeline Dayalı

Tablo 14’de egzersiz öncesi ve sonrasında spor branşlarının çift bacak statik denge skorlarının karşılaştırılması görülmektedir. Çift bacak statik denge skorları; ön-son test ortalama değerleri basketbol için anlamlı düzeyde farklılaşma görülürken ($p<0.05$), cimnastik ve futbol branşlarında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0.05$).

Grafik 9. Dinamik Denge Skorunun Ön Test ve Son Teste göre Değişimi



Tablo 15. Ön-Son Test Dinamik Denge Skorlarının Spor Branşlarına göre Karşılaştırılması

Dinamik Denge Skoru		n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Basketbol	Negatif Sıra	10	7,50	75,00	-2,06 ^a	,039
	Pozitif Sıra	3	5,33	16,00		
	Eşit	0				
Cimnastik	Negatif Sıra	5	4,20	21,00	-,178	,859
	Pozitif Sıra	4	6,00	24,00		
	Eşit	0				
Futbol	Negatif Sıra	9	7,56	68,00	-1,571	,116
	Pozitif Sıra	4	5,75	23,00		
	Eşit	0				

^a Pozitif Sıralar Temeline Dayalı

Tablo 15’de branşlara ait ön-son test dinamik denge skorlarının karşılaştırılması görülmektedir. Dinamik denge skorları incelendiğinde, egzersiz sonrasında ortalama değerler sadece basketbol branşı için anlamlı bir farklılık gösterirken ($p<0.05$), cimnastik ve futbol branşları için anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir ($p>0.05$).

Araştırmaya katılan sporcuların dengeli bir pozisyonu sürdürmeleri sırasında dengelerinde; ön-arka (Front-Back) yada sağ-sol (Right-Left) doğrultularda oluşan kayma düzeyleri tablo 16' de verilmiştir. Kayma düzeyinin negatif (-) olması arka veya sola kaymanın olduğunu, pozitif olması (+) olması öne yada sağa kaymanın olduğunu belirtmektedir.

Tablo 16. Deneklerin Ön-Arka (FB) ve Sağ-Sol (RL) Doğrultuya Kayma Oranlarının Ön Test Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

Değişken	Spor Branşı	Ön Test			Son Test		
		N	Ortalama	Std. Sapma	N	Ortalama	Std. Sapma
Dominant Bacak Statik Denge FB	Basketbol	13	,22	,86	13	-,31	,78
	Cimnastik	9	,22	,74	9	-,36	,94
	Futbol	13	,25	,72	13	-,07	,77
	Toplam	35	,23	,76	35	-,23	,81
Dominant Bacak Statik Denge RL	Basketbol	13	,05	,59	13	,75	,51
	Cimnastik	9	,29	,66	9	-,34	,60
	Futbol	13	,18	,68	13	-,06	,81
	Toplam	35	,16	,63	35	,17	,79
Nondominant Bacak Statik Denge FB	Basketbol	13	,19	,70	13	-,39	,67
	Cimnastik	9	,37	,82	9	-,37	,80
	Futbol	13	,59	,66	13	,40	,61
	Toplam	35	,39	,72	35	-,83	,77
Nondominant Bacak Statik Denge RL	Basketbol	13	-,20	,71	13	-,12	,62
	Cimnastik	9	-,22	,61	9	,13	,75
	Futbol	13	,02	,83	13	-,36	,72
	Toplam	35	-,12	,72	35	-,14	,70
Çift Bacak Denge FB	Basketbol	13	-,15	,69	13	-,79	,55
	Cimnastik	9	-,24	,94	9	-,67	,70
	Futbol	13	-,02	,69	13	,05	,95
	Toplam	35	-,13	,74	35	-,44	,84
Çift Bacak Denge RL	Basketbol	13	-,16	,83	13	,04	,84
	Cimnastik	9	-,41	,80	9	-,11	,89
	Futbol	13	-,06	,90	13	-,22	,87
	Toplam	35	-,18	,84	35	-,10	,84
Dinamik Denge FB	Basketbol	13	,17	,22	13	,18	,17
	Cimnastik	9	,10	,21	9	,10	,12
	Futbol	13	,11	,20	13	-,04	,27
	Toplam	35	,13	,21	35	,76	,22
Dinamik Denge RL	Basketbol	13	-,01	,16	13	-,01	,18
	Cimnastik	9	,03	,13	9	,12	,29
	Futbol	13	,02	,15	13	,06	,18
	Toplam	35	,12	,15	35	,49	,21

Tablo 17. FB ve RL Kayma Düzeylerinin Ön Teste göre Branşlar Arası Karşılaştırılması

Değişken (Ön Test)	Spor Branşı	n	Sıra Ortalaması	sd	X ²	p
Dominant Bacak Statik Denge FB	(b) Basketbol	13	18,85	2	,206	,902
	(c) Cimnastik	9	16,83			
	(f) Futbol	13	17,96			
	Toplam	35				
Dominant Bacak Statik Denge RL	(b) Basketbol	13	16,27	2	,700	,705
	(c) Cimnastik	9	19,89			
	(f) Futbol	13	18,42			
	Toplam	35				
Nondominant Bacak Statik Denge FB	(b) Basketbol	13	13,83	2	2,671	,263
	(c) Cimnastik	9	18,61			
	(f) Futbol	13	20,12			
	Toplam	35				
Nondominant Bacak Statik Denge RL	(b) Basketbol	13	15,92	2	,914	,633
	(c) Cimnastik	9	16,67			
	(f) Futbol	13	19,54			
	Toplam	35				
Çift Ayak Denge FB	(b) Basketbol	13	17,96	2	,662	,718
	(c) Cimnastik	9	15,89			
	(f) Futbol	13	19,50			
	Toplam	35				
Çift Ayak Denge RL	(b) Basketbol	13	18,73	2	,369	,832
	(c) Cimnastik	9	16,22			
	(f) Futbol	13	18,50			
	Toplam	35				
Dinamik Denge FB	(b) Basketbol	13	19,54	2	,501	,779
	(c) Cimnastik	9	16,61			
	(f) Futbol	13	17,42			
	Toplam	35				
Dinamik Denge RL	(b) Basketbol	13	17,12	2	,156	,925
	(c) Cimnastik	9	18,61			
	(f) Futbol	13	18,46			
	Toplam	35				

FB ve RL kayma düzeylerinin ön teste göre branşlar arası karşılaştırılması tablo 17’de görülmektedir. FB ve RL kayma düzeylerinde; ön test ortalama değerleri dikkate alındığı zaman branşlar arasında anlamlı farklılık belirlenmemiştir ($p>0.05$).

Tablo 18. FB ve RL Kayma Düzeylerinin Son Teste göre Branşlar Arası Karşılaştırılması

Değişken (Son Test)	Spor Branşı	n	Sıra Ortalaması	sd	X ²	p	Anlamlı Fark
Dominant Bacak Statik Denge FB	(b) Basketbol	13	16,12	2	2,28	,320	
	(c) Cimnastik	9	15,83				
	(f) Futbol	13	21,38				
	Toplam	35					
Dominant Bacak Statik Denge RL	(b) Basketbol	13	25,27	2	11,20	,004	b-c, b-f
	(c) Cimnastik	9	11,39				
	(f) Futbol	13	15,31				
	Toplam	35					
Nondominant Bacak Statik Denge FB	(b) Basketbol	13	13,46	2	7,97	,019	b-f, c-f
	(c) Cimnastik	9	14,06				
	(f) Futbol	13	23,62				
	Toplam	35					
Nondominant Bacak Statik Denge RL	(b) Basketbol	13	18,00	2	2,17	,338	
	(c) Cimnastik	9	20,94				
	(f) Futbol	13	14,65				
	Toplam	35					
Çift Ayak Denge FB	(b) Basketbol	13	15,04	2	7,87	,020	b-f, c-f
	(c) Cimnastik	9	12,44				
	(f) Futbol	13	23,27				
	Toplam	35					
Çift Ayak Denge RL	(b) Basketbol	13	19,79	2	1,86	,393	
	(c) Cimnastik	9	18,11				
	(f) Futbol	13	14,96				
	Toplam	35					
Dinamik Denge FB	(b) Basketbol	13	22,19	2	4,24	,120	
	(c) Cimnastik	9	17,83				
	(f) Futbol	13	13,92				
	Toplam	35					
Dinamik Denge RL	(b) Basketbol	13	15,12	2	1,64	,440	
	(c) Cimnastik	9	19,83				
	(f) Futbol	13	19,62				
	Toplam	35					

Tablo 18’de görüldüğü gibi; FB ve RL kayma oranları son test ortalama değerleri dikkate alındığı zaman, futbolcuların nondominant ve çift bacak statik FB kayma oranlarının basketbol ve cimnastikçilere göre anlamlı düzeyde farklı olduğu, ayrıca basketbolcuların dominant bacak statik RL kayma oranının cimnastikçiler ve futbolculara göre anlamlı düzeyde farklı olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Diğer parametrelerde, branşlar arası son test ortalamaları istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı bulunmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 19. Tüm Deneklerin Ön-Son Test FB ve RL Kayma Oranlarının Karşılaştırılması (Wilcoxon Testi)

Ön test – Son Test		N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Dominant Bacak Statik Denge FB	Negatif Sıra	22	18,91	416,00	-2,421 ^a	,015
	Pozitif Sıra	11	13,18	145,00		
	Eşit	2				
Dominant Bacak Statik Denge RL	Negatif Sıra	17	17,35	295,00	-,043	,966
	Pozitif Sıra	17	17,65	300,00		
	Eşit	1				
Nondominant Bacak Statik Denge FB	Negatif Sıra	26	18,25	474,50	-3,467 ^a	,001
	Pozitif Sıra	7	12,36	86,50		
	Eşit	1				
Nondominant Bacak Statik Denge RL	Negatif Sıra	16	17,59	281,50	-,018	,986
	Pozitif Sıra	17	16,44	279,50		
	Eşit	1				
Çift Ayak Denge FB	Negatif Sıra	22	16,80	369,50	-2,382 ^a	,017
	Pozitif Sıra	9	14,06	126,50		
	Eşit	3				
Çift Ayak Denge RL	Negatif Sıra	15	18,11	253,50	-,483	,629
	Pozitif Sıra	18	16,18	307,50		
	Eşit	1				

^a Pozitif Sıralar Temeline Dayalı

Tablo 20. Dinamik Denge Ön-Son Test FB ve RL Kayma Oranlarının Karşılaştırılması (İlişkili Örneklemeler için T-Testi)

		n	Ortalama	sd	t	p
Dinamik Denge FB	Ön test	35	,128	34	1,450	,156
	Son test	35	,760			
Dinamik Denge RL	Ön Test	35	,117	34	-,917	,365
	Son Test	35	,483			

Tüm deneklerin ön-son test FB ve RL kayma oranlarının karşılaştırılması tablo 19 ve 20’de görülmektedir. Dinamik denge kayma değerleri normal dağılım gösterdiği için parametrik bir test olan ilişkili örneklemeler için t-testi uygulanmış, statik denge kayma değerleri ise normal dağılım göstermediğinden dolayı parametrik olmayan testlerden Wilcoxon testi uygulanmıştır. Dominant bacak statik denge FB, nondominant bacak statik denge FB ve çift ayak statik denge FB kayma oranlarının anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

Tablo 21. FB Kayma Ortalama Değerlerinin Branşlara göre Ön-Son Test Karşılaştırılması

Ön test – Son Test	Spor Branşı	Son-ön Test	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Dominant Bacak Statik Denge FB	Basketbol	Negatif Sıra	9	6,11	55,00	-1,96 ^a	,050
		Pozitif Sıra	2	5,50	11,00		
		Eşit	2				
	Cimnastik	Negatif Sıra	6	5,75	34,50	-1,42	,154
		Pozitif Sıra	3	3,50	10,50		
		Eşit	0				
	Futbol	Negatif Sıra	7	8,43	59,00	-,943	,345
		Pozitif Sıra	6	5,33	32,00		
		Eşit	0				
Nondominant Bacak Statik Denge FB	Basketbol	Negatif Sıra	10	6,90	69,00	-2,35 ^a	,019
		Pozitif Sıra	2	4,50	9,00		
		Eşit	0				
	Cimnastik	Negatif Sıra	8	5,44	43,50	-2,49 ^a	,013
		Pozitif Sıra	1	1,50	1,50		
		Eşit	0				
	Futbol	Negatif Sıra	8	7,00	56,00	-1,33	,182
		Pozitif Sıra	4	5,50	22,00		
		Eşit	1				
Çift Bacak Denge FB	Basketbol	Negatif Sıra	10	6,50	65,00	-2,85 ^a	,004
		Pozitif Sıra	1	1,00	1,00		
		Eşit	1				
	Cimnastik	Negatif Sıra	6	4,42	26,50	-2,12 ^a	,034
		Pozitif Sıra	1	1,50	1,50		
		Eşit	2				
	Futbol	Negatif Sıra	6	7,00	42,00	-,245	,807
		Pozitif Sıra	7	7,00	49,00		
		Eşit	0				
Dinamik Denge FB	Basketbol	Negatif Sıra	6	7,42	44,50	-,070	,944
		Pozitif Sıra	7	6,64	46,50		
		Eşit	0				
	Cimnastik	Negatif Sıra	6	3,83	23,00	-,059	,953
		Pozitif Sıra	3	7,33	22,00		
		Eşit	0				
	Futbol	Negatif Sıra	10	7,70	77,00	-2,20 ^a	,028
		Pozitif Sıra	3	4,67	14,00		
		Eşit	0				

^a Pozitif Sıralar Temeline Dayalı

Tablo 21’de görüldüğü gibi; branşlara göre egzersiz öncesi ve sonrası FB (ön-arka) kayma değerleri, dominant bacak için basketbol, nondominant ve çift bacak için basketbol ve cimnastik, dinamik test için futbol branşı istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı bulunmuştur ($p < 0.05$).

Tablo 22. RL Kayma Ortalama Değerlerinin Branşlara göre Ön-Son Test Karşılaştırılması

Ön test – Son Test	Spor Branşı		n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Dominant Bacak Statik Denge Skoru RL	Basketbol	Negatif Sıra	1	7,00	7,00	-2,51 ^a	,012
		Pozitif Sıra	11	6,45	71,00		
		Eşit	1				
	Cimnastik	Negatif Sıra	8	5,50	44,00	-2,55 ^b	,011
		Pozitif Sıra	1	1,00	1,00		
		Eşit	0				
	Futbol	Negatif Sıra	8	7,25	58,00	-,874	,382
		Pozitif Sıra	5	6,60	33,00		
		Eşit	0				
Nondominant Bacak Statik Denge Skoru RL	Basketbol	Negatif Sıra	4	6,75	27,00	-,533	,594
		Pozitif Sıra	7	5,57	39,00		
		Eşit	1				
	Cimnastik	Negatif Sıra	3	4,67	14,00	-1,01	,314
		Pozitif Sıra	6	5,17	31,00		
		Eşit	0				
	Futbol	Negatif Sıra	9	7,33	66,00	-1,43	,152
		Pozitif Sıra	4	6,25	25,00		
		Eşit	0				
Çift Ayak Denge Skoru RL	Basketbol	Negatif Sıra	3	7,67	23,00	-1,26	,209
		Pozitif Sıra	9	6,11	55,00		
		Eşit	0				
	Cimnastik	Negatif Sıra	5	4,00	20,00	-,296	,767
		Pozitif Sıra	4	6,25	25,00		
		Eşit	0				
	Futbol	Negatif Sıra	6	7,42	44,50	-,432	,666
		Pozitif Sıra	6	5,58	33,50		
		Eşit	1				
Dinamik Denge Skoru RL	Basketbol	Negatif Sıra	5	9,10	45,50	,000	1,00
		Pozitif Sıra	8	5,69	45,50		
		Eşit	0				
	Cimnastik	Negatif Sıra	4	4,38	17,50	-,593	,553
		Pozitif Sıra	5	5,50	27,50		
		Eşit	0				
	Futbol	Negatif Sıra	3	9,67	29,00	-,785	,433
		Pozitif Sıra	9	5,44	49,00		
		Eşit	1				

^a Negatif Sıralar Temeline Dayalı

^b Pozitif Sıralar Temeline Dayalı

Branşlara göre egzersiz öncesi ve sonrası RL (sağ-sol) kayma değerleri tablo 22’da verilmiştir. Bu tablo incelendiği zaman; sadece dominant bacak için basketbol ve cimnastik branşlarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılık bulunmuştur ($p<0.05$).

Tablo 23’de uygulanan egzersiz protokolü sonucu ölçümü yapılan; egzersiz süresi, anaerobik eşik seviyesindeki kalp atım sayısı (An. Eşik K.A.S.), ve anaerobik eşik seviyesindeki O₂ tüketim miktarı (An. Eşik O₂) ortalama, standart sapma değerleri, maksimum ve minimum değerleri görülmektedir.

Tablo 23. Egzersiz Protokolü Sonucunda Tespit Edilen Parametreler

	n	Ortalama	Std. Sapma	Minimum	Maksimum
Egzersiz Süresi (dk)	35	11,21	1,61	8,38	14,32
An. Eşik K.A.S. (atım/dk)	35	147,60	8,27	130,00	160,00
An. Eşik O ₂ (lt/dk)	35	1,80	,333	1,11	2,77

Tablo 24. Denge Skorları ile Egzersiz Süresi, Anaerobik Eşik Seviyesindeki Kalp Atım Sayısı ve O₂ Tüketim Miktarı Arasındaki Korelasyon

		Egzersiz Süresi	An. Eşik K.A.S.	An. Eşik O ₂
Dominant Bacak Statik Denge Skoru Ön Test	r	-,091	,147	-,084
	p	,604	,400	,633
Nondominant Bacak Statik Denge Skoru Ön Test	r	-,039	-,140	-,353 *
	p	,825	,429	,041
Çift Ayak Denge Skoru Ön Test	r	,053	,088	-,001
	p	,761	,613	,995
Dinamik Denge Skoru Ön Test	r	,322	,156	-,158
	p	,059	,371	,366
Dominant Bacak Statik Denge Skoru Son Test	r	-,279	,098	-,258
	p	,104	,575	,135
Nondominant Bacak Statik Denge Skoru Son Test	r	-,106	,023	-,156
	p	,551	,899	,378
Çift Ayak Denge Skoru Son Test	r	-,084	,088	-,013
	p	,637	,619	,940
Dinamik Denge Skoru Son Test	r	,244	,207	,136
	p	,157	,233	,435

* p < 0.05

Tablo 24’de gösterilen denge skorları ile egzersiz süresi, anaerobik eşik seviyesindeki kalp atım sayısı ve O₂ tüketim miktarı arasındaki korelasyon sonucuna göre sadece nondominant bacak statik denge skoru ile anaerobik eşikteki O₂ tüketim miktarı arasında orta düzeyde, negatif ve anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$), karşılaştırılması yapılan diğer parametreler arasında anlamlı bir ilişki tespit edilmemiştir ($p>0.05$).

Tablo 25. Ön Test Denge Skorları Arasında Korelasyon

Ön Test		Nondominant Bacak Statik Denge	Çift Ayak Denge	Dinamik Denge
Dominant Bacak Statik Denge	r	,451**	,558**	,532**
	p	,007	,000	,001
Nondominant Bacak Statik Denge	r		,511**	,370*
	p		,002	,031
Çift Ayak Denge	r			,392*
	p			,020

** $P<0.01$

* $P<0.05$

Tablo 25’de ön test skorlarının birbirleri arasındaki korelasyonu görülmektedir. Bu korelasyona göre, tüm denge parametrelerinin birbirleriyle orta düzeyde, pozitif ve anlamlı düzeyde ilişki gösterdikleri bulunmuştur ($p<0.05$ ve $p<0.01$).

Tablo 26. Son Test Denge Skorları Arasındaki Korelasyon

Son Test		Nondominant Bacak Statik Denge	Çift Ayak Denge	Dinamik Denge
Dominant Bacak Statik Denge	r	,508**	,626**	,100
	p	,002	,000	,569
Nondominant Bacak Statik Denge	r		,567**	,141
	p		,001	,428
Çift Ayak Denge	r			,154
	p			,383

** P<0.01

Tablo 26’de son test denge skorlarının birbirleri ile olan korelasyonu görülmektedir. Egzersiz sonrasında dinamik denge skoru ile statik denge skorları arasında korelasyon olmadığı ($p>0.05$), statik testlerin kendi aralarında orta düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişki belirlenmiştir ($p<0.01$).

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada basketbol, cimdastik ve futbol branşından sporcuların denge performansının karşılaştırılması ve egzersiz sonrasında denge skorlarında görülen değişimlerin incelenmesi amaçlanmıştır.

Denge, bir çok duyuşal, motor ve biyomekanikşel bileşenlerin koordine edilen aktivitelerini içeren karmaşık bir süreçtir ⁵⁷. Sporda denge, iç ve dış girdilerin bütünleştirilmesini gerektirir. Denge kontrol mekanizmasının bir yada iki bölümü çalışırken sporcunun performansı doğrudan etkilenmeyebilir. Çünkü, denge ve postüral kontrol sağlama sürecinde çoklu duyu girdisi önemlidir. Normal denge muhtemelen, sporcunun yer çekimi kuvvetlerine karşı vücudu dik durumda tutabilme yeteneğı ve koordinasyonun bir bileşimidir ⁴³.

Denge, sık sık alt ekstremite fonksiyonunun bir ölçümü olarak kullanılır ve vücut destek yüzeyi içerisinde gravite (yer çekimi) merkezini sürdürme süreci olarak tanımlanır ³². Sporcularda denge yetisi pek çok bilimsel araştırmada ele alınmıştır. Yapılan araştırmalarda denge; bireysel ve takım sporlarında, spor deneyimi, başarı seviyesi, farklı egzersiz uygulamalarının etkisi, sakatlıkların önlenmesi ve tedavi sürecinin takip edilmesi göz önünde bulundurularak incelenmiştir ^{11, 28, 39, 66, 68, 70, 82, 83, 88, 91, 93, 98}. Bu çalışmada; müsabaka süresi, zemini, motorik özelliklerin kullanılması gibi farklı özellikler taşıyan basketbol, cimdastik ve futbol branşlarından seçilen sporcuların denge parametrelerinin belirlenmesi ve egzersiz sonrasında değişiminin incelenmesi amaçlanmıştır.

Araştırma bulgularına göre; sporcuların yaş ortalamaları ve spor yaşı ortalamaları denge skorları ile karşılaştırıldığında anlamlı bir ilişkinin olmadığı belirlenmiştir. Boy uzunluğu ile dominant ve nondominant bacak statik denge skoru arasında, vücut ağırlığı ile dominant, nondominant ve çift bacak statik denge skoru arasında orta düzeyde pozitif bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir.

Berger ve ark, insan vücudunun ters çevrilmiş bir sarkaca benzetilebileceğini ve vücudun ağırlık merkezinin destek yüzeyi içine düşürölerek dengenin sağlanabilmesi nedeniyle kısa boylu bir kişide vücut ağırlık

merkezinin izdüşümünün destek yüzeyi içine düşürülmesinin daha zor olduğunu bildirmişlerdir. Akgöl, değişik yaş gruplarında boy uzunluğu ve dengeyi karşılaştırmış ve uzun boylu kişilerin denge testlerinde daha başarılı olduklarını bildirmiştir ². Bu sonuçlardan farklı olarak Era ve ark ¹⁹, kısa boy ve daha iyi denge arasında bir ilişki elde edilemediğini bildirmişlerdir.

Özkan ⁶⁶, Amerikan futbolu oyuncularında boy uzunluğu ile sadece sol bacak statik denge skoru arasında orta seviyede anlamlı negatif bir ilişki olduğunu, sağ bacak statik ve dinamik skor ile boy arasında anlamlı bir ilişki bulunmadığını bildirmiştir. Bu çalışmaya paralel olarak vücut ağırlığı ve denge arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığını ^{37, 65} belirten araştırmalar bulunmaktadır.

Literatürde boy uzunluğu ve vücut ağırlığının denge parametreleri ile olan ilişkisini ayrıntılı olarak inceleyen araştırmalara rastlanmamıştır. Bu çalışmada boy uzunluğu arttıkça dominant ve nondominant statik denge skorlarının arttığı yani, kısa boylu sporcuların dengelerini sağlamada daha başarılı oldukları tespit edilmiştir. Bu sonuç, Era ve Ark ¹⁹,nın sonuçlarıyla benzerdir. Ayrıca vücut ağırlığı arttıkça statik denge skorlarının da arttığı, vücut ağırlığının artmasının denge performansını olumsuz yönde etkilediği belirlenmiştir.

Araştırmanın ön test sonuçlarına göre; cimnastikçiler tüm denge testlerinde basketbolculardan daha yüksek performans göstermişlerdir. Cimnastikçiler ve futbolcuların statik denge testi performansları birbirlerine benzer iken dinamik denge testi performansı cimnastikçilerde daha yüksek bulunmuştur. Diğer taraftan futbolcular ve basketbolcuların denge performanslarında anlamlı farklılık yoktur. Egzersiz uygulamasının ardından ölçülen statik denge skorları incelendiğinde; basketbolcuların cimnastikçilerden daha yüksek skorlara sahip olduğu görülmektedir. Dominant bacak ve çift bacak testte futbolcular basketbolculardan daha yüksek performans gösterirken, nondominant bacakta performans farklılığının olmadığı bulunmuştur. Dinamik denge de ise üç branş sporcularının da birbirlerine yakın performansa sahip oldukları belirlenmiştir.

Cimnastik antrenmanlarının yapısında statik ve dinamik dengeyi geliştirmeye yönelik çalışmaların daha çok yer alması, futbolda ise zeminin tam olarak düz olmaması ve bu zeminde dengenin sağlanabilmesi, saha ve diğer oyuncuların gözlemlenebilmesi için proprioseptif duyarlılığın daha gelişmiş olduğu sanılmaktadır. Cimnastik yarışmalarının daha kısa süreli yüklenmeleri gerektirmesi nedeniyle egzersiz uygulamasının olumsuz etkisiyle özellikle dinamik denge skorunun diğer iki branşa yakın ortalama gösterdiği düşünülmektedir. Diğer taraftan denge skorları ile boy uzuluğu ve vücut ağırlığı ortalamaları arasındaki tespit edilen pozitif ve orta düzeyde ilişki göz önünde bulundurulursa cimnastikçilerin basketbolculara göre daha kısa boylu ve vücut ağırlıklarının daha düşük olması bu sonuçların çıkmasında etkili olabilir.

Özkan ⁶⁶, Amerikan futbol takımı oyuncularının denge performanslarını KAT 2000 ile ölçmüş, sağ statik denge skorunu 459.29, sol statik denge skorunu 498.18 ve dinamik denge skorunu 931.18 olarak bildirmiştir.

Bringoux ve ark tarafından yapılan çalışmada, cimnastikçilerin vücut oryantasyonunu sağlamasında somatosensory işaretlerin otholitik işaretlerden daha fazla bilgilendirici olduğu belirlenmiştir ¹². Oysa dansçılarda postür düzenlenmesinde görmenin güçlü bir unsur olduğu belirtilmektedir ²⁶.

Paillard ve Noe ⁶⁷ tarafından yapılan çalışmada ise amatör ve profesyonel futbol oyuncularının postüral kontrol performansı araştırılmış ve araştırma sonucunda; futbolun; top, rakip ve takım arkadaşları hakkında güçlü bir görsel bağımlılığı meydana getirdiği, ayaklarla topu kontrol etme zorunluluğu, diğer oyuncuların yer değişimini izlemek zorunluluğuyla çelişen bir şekilde futbolcuların yere doğru bakmasını gerektirdiği bildirilmiştir. Bu yüzden, üst düzey futbol oyuncularının maçı gözlemleme zamanını arttırmak için bakışlarını toptan başka yöne çevirme becerileri gelişmiştir. Profesyonel futbol oyuncularında postüral kontrol için görmeye daha düşük bağımlılık, topu izlemeksizin kontrol etmek, bu yeteneği kazanmanın bir örneği olabileceği vurgulanmıştır. Üst düzey futbol oyuncularının, denge sürdürülürken topu kontrol etmek için proprioseptif kapasitelerinin gelişmiş olabileceği belirtilmiştir. Cote ve

ark¹⁴ postüral kontrol ve dinamik dengenin günlük yaşam aktivitelerinde ve spor aktivitelerinde optimum performans için gerekli olduğu bildirilmiştir.

Vuilema ve Nougier⁹¹ tarafından yapılan çalışmada; cimnastikçilerden oluşan deney grubunu, futbol ve hentbol oyuncularından oluşan bir kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır. Tek ayak, çift ayak ve köpük yüzey üzerinde tek ayak olarak yaptığı denge ölçümlerinde iki grup arasında farklılık olmadığı bildirilmiştir. Ayrıca denge ölçümü yapılırken ilave olarak reaksiyon zamanı ölçümü uygulandığında, postüral görevin zorluğu arttığı için basınç merkezi yer değişimleri iki grupta da artmıştır. Görsel işaretler olduğu zaman postürü sürdürme performansının futbol ve hentbolcülerden oluşan kontrol grubuyla cimnastikçilerden oluşan deney grubunda farklı olmadığı bulunmuştur.

Perin ve ark⁷⁰, statik denge test performansını judo, dans ve kontrol grubu arasında karşılaştırmışlardır. Kontrol grubu ile judocuların değerleri arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Görsel girdilerin engellendiği şartta ise judocular, dansçılardan anlamlı düzeyde daha yüksek performans göstermişlerdir. Çalışma sonucunda, yüksek seviyedeki sporcuların, her bir spor branşının gerekleriyle ilişkili olarak gelişen denge kontrolü sergiledikleri belirtilmiştir.

Diğer bir araştırmada Stemm ve ark⁸², golf oyuncularını 3 farklı handicap düzeyine göre sınıflandırmışlar ve postüral salınım düzeylerini incelemişlerdir. Bu çalışma sonucunda, başlangıç düzeyi ve yüksek handicap düzeyi arasında temel denge ölçümlerinde farklılık olmadığı bildirilmiştir.

Futbol oynayan ve oynamayan iki grubun denge parametrelerinin karşılaştırıldığı çalışma sonucunda; tüm denge parametrelerinin futbol oynayanlar lehine farklı çıktığı belirlenmiş, bu durum futbol oynayanlarda denge sağlayan fizyolojik sistemin daha iyi kontrole sahip olması şeklinde açıklanmıştır⁸³. Radford⁷⁴, profesyonel ve akademi futbol oyuncularının denge parametreleri arasında fark bulunmadığı tespit etmiştir. Paillard ve ark⁶⁸, farklı yarışma seviyelerine sahip 2 judocu grubun postüral kontrol performansında farklılık

olmadığını, antrenmanlı judocuların mevcut görsel bilgisi, yarışma seviyesi arttığı için posturokinetik aktivitelerde daha önemli olabileceği bildirmişlerdir.

Jastrejevskaya, dengenin sporsal becerilerde, iyi performans gösterenler ve göstermeyenler arasında ayırım yapılmasında bir etken olduğunu ve motor becerilerin sergilendiği bedensel gelişim için pozitif yönde bir ivme kazandırdığını bildirmiştir ⁴. Bu sonuçlara ek olarak; McGuine ve ark ⁵³ basketbolcularda, Trop ve ark ⁸⁶ futbolcularda yapmış oldukları çalışmalarda, zayıf dengenin ayak bileği sakatlığı için bir risk faktörü olarak tanımlanabileceğini vurgulamışlardır.

Çalışmada egzersiz öncesi ve sonrası denge performanslarının değişimi öncelikle tüm sporcular için incelenmiştir. Araştırmaya katılan 35 sporcunun uygulanan egzersiz sonrasında, dominant bacağın statik denge performansında anlamlı seviyede bir düşüş gözlenmiştir. Nondominant ve çift bacak statik denge performanslarında ise farklılık bulunamamıştır. Tüm sporcuların egzersiz sonrasındaki dinamik denge performansı, egzersiz öncesi performans ile karşılaştırıldığında, beklenenin aksine istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur. Sportif hareketlerin uygulanması sırasında genellikle nondominant bacak destek bacağı olarak kullanıldığı için bu bacakta egzersizin etkisi dominant bacağına göre daha az olmaktadır. Bu yüzden egzersizin olumsuz etkisinin dominant bacakta daha erken oluştuğu düşünülmektedir.

Bu araştırmada uygulanan egzersizin spor branşlarına etkisi incelendiğinde; dominant bacağın denge performansı, basketbolcular ve cimnastikçilerde azalırken futbolcularda değişmemiştir. Nondominant bacak ile uygulanan statik denge performansı, her üç branş için de değişim göstermemiştir. Çift bacak ile uygulanan statik testte ise sadece basketbolcularının denge performansının azaldığı, futbol ve cimnastikçilerde değişmediği tespit edilmiştir. Dinamik denge performansında egzersizin etkisi yalnızca basketbolcularda görülmüş ve bu etkinin denge performansında artış yönünde olduğu belirlenmiştir.

Egzersizin sonrasında basketbol ve cimnastikçilerin dominant bacak statik denge performansının azalması egzersizin olumsuz etkisinden

kaynaklanabilir, futbolcularda bu etkinin görülmemesi ise futbol müsabakasının diğer iki branşa göre çok daha uzun süreli olması ve bundan dolayı egzersizin olumsuz etkilerinin henüz oluşmadığı şeklinde açıklanabilir. Dinamik dengede öğrenme etkisi her üç deney grubunda da görülmektedir. Buna ek olarak cimnastik müsabakalarının kısa süreli ve anaerobik özellikte olduğu, ayrıca uygulanan egzersizin ortalama 11.21 dk sürmesi nedeniyle cimnastikçilerde egzersizin denge üzerindeki olumsuz etkilerinin de görüldüğünü düşündürmektedir.

Hansen ve ark ³⁷ tarafından yapılan bir araştırmada KAT 2000 ile yapılan denge testlerinin güvenilirliğini incelenmiş ve bu inceleme sonucunda, özellikle dinamik testte kişiler tekrar test edildiği zaman bir öğrenme etkisinin olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca test sonuçlarındaki değişimin, statik testte dinamik teste göre daha büyük olduğu belirlenmiştir. Statik stabiliometre testinde öğrenme etkisinin araştırıldığı bir çalışmada ise; sağlıklı bireylere zaman aralıklarında uygulamalar yapılmıştır. Sonuç olarak, testler arasındaki süre ne kadar kısa olursa, öğrenmenin o kadar fazla olduğu saptanmıştır ⁶³. Bu çalışmaların dışında da bir çok araştırmacı denge testlerinde öğrenme ve uygulama etkisinin olduğunu bildirmiştir ^{51, 66, 88, 89, 95}.

Çalışmamızda her 3 dk'da bir hız ve eğimin arttığı ve anaerobik eşik değerinin aşıldığı seviyede egzersizin sonlandırıldığı bir egzersiz protokolü uygulanmıştır. Egzersizin denge performansı üzerine etkisini araştıran pek çok çalışma tespit edilmiş ve bu çalışmalarda bir çok egzersiz protokolü uygulanmıştır. Bu protokoller değişik egzersiz türlerini ve egzersiz şiddetlerini içermektedir ^{11, 28, 29, 48, 55, 84, 95, 96, 98}.

Yapılan araştırmalarda, statik postüral kontrolde yorgunluğun zararlı etkisi tespit edilmiş fakat dinamik postüral kontrol miktarında etkilerin bilinmediği vurgulanmıştır ^{45,76}. Yorgunluğun, eklemlerin proprioseptif ve kinestetik özelliklerini zayıflatabileceği ⁷⁸, afferent geri bildirimi bozan yorgunluğun kas içiği deşarj eşliğini arttırdığı ve sonrasında eklem duyarlılığını değiştirdiği bildirilmiştir ²⁹.

Yorgunluğun vücut dengesine etkisinin incelendiği bir araştırmada; deneklere 6,5 km/h hızla başlayan ve her dakikada 1 km/h hız artışının gerçekleştirildiği bir egzersiz koşu bandı üzerinde uygulanmış ve basınç merkezi yolu değişimleri gözlenmiştir. Çalışma sonunda, vücut salınım yolu egzersiz öncesine kıyasla egzersiz sonrasında önemli şekilde daha geniş bulunurken, önemli bir yorgunluk artışına neden olan ağır egzersizlerin vücut salınımını etkileyebileceğine işaret edilmiştir. Ayrıca bu metodun ağır yorgunluk sonrası bir motor göreve başlamak için iyi bir denge ihtiyacı olan profesyonel sporcuları test etmek için yararlı olabileceği belirtilmiştir ¹¹.

Yapılan çalışmalarda, yorucu egzersizden sonra dengeyi sürdürme yeteneğindeki azalmanın hem çift ayak duruşta ^{45,48} hem de tek ayak duruşta ^{45,98} görüldüğüne işaret edilmiştir. Bu yüzden, yorgunluk oluştuğu zaman bireylerin sakatlanma riskinin arttığı belirtilmiştir ^{45,98}.

Gribble ve Hertel ²⁸, ayak bileği, diz ve kalça eklemlerinin sagittal düzlemde izokinetik yorgunluğu sonrasında postüral kontrolde meydana gelen değişimleri araştırdıkları çalışmalarında; diz ve kalçanın fleksör ve ekstansörlerinin yorgunluğu, frontal ve sagittal düzlemlerin her ikisinde de önemli düzeyde postüral kontrol bozulmasına sebep olduğunu tespit etmişlerdir. Oysa, ayak bileği plantarfleksörler ve dorsifleksörlerinin yorgunluğu sagittal düzlemde küçük bir postüral kontrol bozulmasına sebep olmuştur. Bu yüzden, kalça ve dizde kas yorgunluğu ve bozulan kontrol arasında bir ilişkinin olduğu vurgulanırken, yorgunluktan dolayı afferent sinyal iletiminin yavaşlayacağı ve bunun da postürün sürdürülmesine yardım eden efferent sinyallerin üretiminin yavaşlatılmasına yol açabileceği bildirilmiştir.

Susco ve ark ⁸⁴, 4 deney ve 1 kontrol grubundan oluşan deneklerde denge toparlanmasını incelemişlerdir. Egzersiz protokolü öncesinde, egzersiz sona erdiğinde ve egzersizden bittikten 5. - 10. - 15. ve 20. dk'larda BESS (Balance Error Scoring System) kullanılarak denge ölçümlerini gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, bütün test gruplarının BESS performansının azaldığı ve en büyük etkinin tandem ve tek bacak duruş sırasında gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Egzersiz uygulamasından 20 dk sonra gerçekleştirilen test sonucunda ise tüm deneklerin denge toparlanmasının gerçekleştiği belirlenmiştir.

Yaggie ve McGregor⁹⁸, izokinetik ayak bileği yorgunluğunun dengenin sürdürülmesi ve postüral sınırlar üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında, postüral salınımın önemli şekilde arttığı ve postüral kontrol sınırlarının azaldığını tespit etmişlerdir.

Nardone ve ark⁵⁵ tarafından yapılan araştırmada, 25 dk'lık koşu bandı egzersizi ve bisiklet egzersizi sonrasında salınım yolunda önemli bir değişim olduğunu bulunmuştur. Ancak değişimin boyutunun koşu bandı egzersizinde daha fazla olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada; fiziksel egzersizin, hareketsiz dik duruş sırasında genç normal deneklerin postüral salınım değişkenleri üzerinde çeşitli etkiler meydana getirdiğini ve bu etkilerin egzersizin tipine, işin yoğunluğuna ve görsel şartlara bağlı olduğu bildirilmiştir. Ayrıca tüm etkilerin egzersizden hemen sonra meydana geldiği ve kısa süreli olduğu, egzersiz bitikten sonra yaklaşık 15 dk'da ortadan kaybolduğu görülmüştür.

Waterman ve ark⁹³ ise bayan netbol oyuncularının dominant-nondominant bacak postüral salınımları ve ileri hamle mesafelerini bir netbol oyununun öncesi ve sonrasında incelemişlerdir. Bu inceleme sonucunda, bir netbol oyunu sonrasında dominant bacak ile tek ayak duruş sırasında postüral salınım önemli şekilde arttığı ve ileri hamle mesafesi iki taraflı olarak azaldığı görülmüştür. Dominant bacadaki postüral salınım artışı, nöromusküler fonksiyonda muhtemel değişmelerle birlikte oyun sırasında o ayağın daha fazla kullanımını gösterebileceğine işaret edilmiştir.

Bazı araştırmacılar ise tek ayak duruştaki postüral kontrolde yorucu egzersizin etkisinin olmadığını bildirdiler^{78,79}.

Postüral kontrolün sürdürülmesi sırasında ağırlık merkezinde ön-arka (FB) yada sağ-sol (RL) doğrultularda kaymaların miktarı stabiliometre sayesinde oransal olarak belirlenebilmektedir. Çalışmada, ağırlık merkezinde görülen kayma

öne veya sağa gerçekleşmiş ise (+) olarak, arkaya veya sola gerçekleşmiş ise (-) olarak ifade edilmiştir.

Egzersiz öncesinde deneklerin FB ve RL kayma oranları incelendiğinde; branşlar arasında farklılık olmadığı belirlenmiştir. Egzersiz sonrasında ise; futbolcuların nondominant bacak ve çift bacak denge FB kayma oranı basketbolcular ve cimnastikçilerden farklı olduğu, futbolcuların öne doğru, basketbolcuların ve cimnastikçilerin ise geriye doğru kayma eğiliminde oldukları belirlenmiştir. Diğer taraftan basketbolcuların dominant bacak statik denge RL oranı ise, cimnastik ve futbolculardan farklı bulunurken, basketbolcuların sağa doğru, futbol ve cimnastikçilerin sola doğru kayma gösterdikleri tespit edilmiştir. Farklı branşlardan sporcuların ağırlık merkezi kayma oranları karşılaştırılırken öncelikler FB doğrultusunun dikkate alınmasının daha yararlı olabileceği düşünülmektedir.

Çalışmada, egzersiz öncesi ve sonrası tüm sporcuların kayma oranları araştırıldığında; RL doğrultusunda bir farklılık bulunmazken, FB doğrultuda statik testlerin üçünde de geriye doğru ve istatistiksel olarak anlamlı kaymaların olduğu, dinamik dengedeki kayma oranının ise değişmediği belirlenmiştir. Bu sonuç, sporcuların öne doğru olan ağırlık merkezlerini egzersizin etkisiyle geriye doğru kaydardıkları göstermektedir.

Spor branşları açısından ön-son test FB kayma oranı, dominant bacakta basketbolcular için, nondominant ve çift bacakta basketbolcular ve cimnastikçiler için anlamlı değişimler olurken bu değişimlerin geriye doğru gerçekleştiği tespit edilmiştir. Dinamik testte ise futbolcular için anlamlı ve öne doğru bir farklılaşma saptanmıştır. Statik testlerde futbolcuların ağırlık merkezinin FB doğrultuda kayma oranı uygulanan egzersizden etkilenmemiştir.

Bu çalışmada uygulanan egzersizin sadece dominant bacak statik denge RL kayma oranında ve basketbol ile cimnastik branşlarında farklılığa neden olduğu belirlenmiştir. Fakat egzersizin bu iki branşta neden olduğu denge kayma doğrultusunun birbirine göre ters yönde gerçekleştiği bulunmuştur. Basketbolcularda egzersiz öncesi dominant bacak statik dengedeki kayma sağa

doğru iken egzersiz sonrası yine sağa doğru gerçekleştiği, diğer taraftan cimnastikçilerde dominant bacakta görülen kayma, egzersiz öncesi sağa doğru iken egzersiz sonrasında sola doğru gerçekleştiği tespit edilmiştir. Basketbolcuların dengeli pozisyonu sürdürmek için egzersiz sonrasında ağırlık merkezlerini sağa doğru kaydırma eğilimi göstermeleri, cimnastikçilerin ise basketbolcuların farklı olarak egzersizin etkisi sonucu sola kayma göstererek dengeli pozisyonu sürdürmeye çalışmaları, egzersiz öncesi ve egzersiz sonrasında cimnastikçilerin daha iyi denge performansı göstermeleri ve basketbolcuların dengeli bir pozisyonu sürdürmekte zorlandıkları şeklinde açıklanabilir.

Bu çalışmada elde edilen denge kayma oranları dikkate alındığında, 3 branş arasında ve ön-son test karşılaştırılmalarında dominant, nondominant, çift bacak ve dinamik denge için tüm sonuçların birlikte yorumlanması birbiriyle çelişen sonuçların olması nedeniyle olanaklı görülmemektedir. Bu verilerin tek bir denek grubunda yada bireysel değerlendirmelerde kullanılmasının daha yararlı olacağı düşünülmektedir.

Özkan ve ark.⁶⁵, Amerikan futbol takımı oyuncularında yaptıkları çalışmada; sağ ayak üzerinde statik dengede iken, sporcuların dengesinin sağa ve arkaya kayma eğiliminde olduğunu, sol ayak statik dengede iken arka ve sola doğru kayma eğiliminde olduğunu tespit etmişlerdir. Dinamik dengede ise öne ve sağa kayma eğilimi olduğunu bildirilmiştir.

Ageberg ve ark.¹, sağlıklı bireylerde, denge ölçümünde kullanılan bir güç platformunun güvenilirliğini ve kısa süreli submaksimal egzersiz sonrasında frontal ve sagittal düzlemde denge parametrelerinin değişimini incelemişlerdir. Bisiklet ergometresinde yapılan egzersiz sonrasında; frontal düzlemde (FP), ortalama hız ve DEV10 (basınç merkezinin 10mm'yi aşma sayısı) anlamlı olarak farklı bulunurken, genişlik ve DEV5 (basınç merkezinin 10mm'yi aşma sayısı)'de farklılık tespit edilmemiştir. Sagittal düzlemde (SP) ise; sadece genişlik anlamlı olarak farklı bulunmuştur. Egzersizin etkisini ve en iyi güvenilirliğini gösteren değerler olan ortalama hız ve DEV10'un ileriki araştırmalarda kullanılabileceğini

önerilmektedir. Sonuç olarak, FP'deki ölçümler SP'ye göre daha güvenilir ve daha duyarlı olabileceği bildirilmektedir.

Lundin ve ark ⁵⁰, unilateral postüral kontrolde plantar ve dorsifleksör yorgunluğun etkisini inceledikleri çalışmalarında; yorgunluk protokolü, anterior-posterior salınımında artış ve medio-lateral postüral salınımın genişliğinde artmaya neden olduğunu tespit etmişlerdir. Eğer ayağın unstabil bir yerleşmesinin düzeltilmesi için gereken güçler yorgunluk yüzünden gecikirse o zaman ayak bileği ekleminin risk altında olduğu ve bulunan farklılıkların proprioseptif zararların sonucu olabileceğini bildirmişlerdir.

Araştırmada uygulanan egzersiz protokolü sırasında tespit edilen parametrelerden egzersiz süresi ve anaerobik eşikteki kalp atım sayısı ile denge skorları arasında anlamlı ilişki belirlenemezken, anaerobik eşikte O₂ tüketim seviyesi ile nondominant bacak statik denge skoru arasında orta düzeyde, negatif ve anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Anaerobik eşik seviyedeki O₂ tüketimi arttıkça nondominant bacak statik denge performansı da artmaktadır. Bu durum antrenmanın denge performansına olumlu etkisinin bir işareti olabilir.

Bu çalışmaya benzer olarak Bove ve ark ¹¹, ortalama maksimum kalp atım sayısının 180 atım/dk olduğu ve koşu bandında uyguladıkları bir egzersiz protokolü sonrasında vücut salınım yolundaki değişim miktarı ve metabolik parametreler arasında önemli doğrusal bir ilişki buldular.

Çalışmanın bulgularına göre; dominant, nondominant, çift bacak statik denge skoru ve dinamik denge skorlarının egzersiz öncesindeki ortalama değerleri birbirleriyle anlamlı düzeyde ilişkili bulunmuştur. Statik denge skorları arasındaki ilişki egzersiz sonrasında tespit edilmiştir. Ancak dinamik denge skorunun egzersiz sonrasında statik denge skorları ile ilişkisinin olmadığı belirlenmiştir. Bu durumun dinamik denge testinde görülen yüksek düzeydeki öğrenme etkisinden kaynaklandığı sanılmaktadır.

Gribble ve ark ³⁰, bu çalışma sonucuna benzer olarak sağlıklı deneklerde sağ ve sol ekstremiteler arasında salınım mesafesinde anlamlı bir farklılık

olmadığını bildirmişlerdir. Aydın ve ark ⁶, cimnastikçi ve kontrol grubunu gözler açık ve kapalı, yarı sert bir zeminde tek ayak dengede durma yeteneklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, cimnastikçilerin daha az hatayla dengede kalabildiklerini, hem cimnastikçi hem de kontrol grubunda dominant ve nondominant bacaklar arasında anlamlı fark olmadığını bildirmişlerdir.



6. SONUÇ

Spor branşları dikkate alınarak denge testleri ortalama değerleri incelendiğinde en iyi performansın cimnastikçilerde ve ardından futbolcularda görüldüğü anlaşılmaktadır. En düşük denge performansı ise basketbolcularda görülmüştür.

Cimnastikçilerin denge performanslarının basketbolculardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Cimnastikçilerin denge yetisinin sadece dinamik dengede futbolculardan daha gelişmiş olduğu, statik dengeyi sürdürmede ise iki branş için de farklılık bulunmamıştır. Futbolcuların denge performanslarının hem basketbolculara hem de cimnastikçilere yakın olduğu, basketbolcuların ve futbolcuların denge yetisi bakımından birbirine benzer özelliklere sahip oldukları görülmektedir.

Uygulanan egzersizin etkisiyle cimnastikçilerin dinamik denge performansları düşerken, diğer iki branşta yükselme görülmüştür. Böylelikle her üç branşın dinamik denge skorları arasında farklılık ortadan kalkmıştır. Statik denge performansında basketbol ve cimnastik arasındaki performans farklılığı egzersiz sonrasında da görülürken, basketbolcuların egzersiz sonrasındaki performans düşüşü futbolcularla anlamlı bir farklılığa neden olmuştur. Uygulanan egzersizin cimnastikçilerin dinamik denge yetisini, basketbolcuların ise statik denge yetilerini olumsuz yönde etkilediği belirlenmiştir. Cimnastiğin diğer branşlara göre daha kısa yarışma süresine sahip olması ve basketbol ile futbolun sürekli olarak değişen durumlarda dengeyi sağlamayı gerektirmesi uygulanan egzersiz sonrasında dinamik denge performansında görülen değişikliklerin nedeni olduğu düşünülmektedir. Ayrıca basketbol sporunun cimnastik ve futbol ile karşılaştırıldığında denge performansını daha az geliştirdiği sonucu çıkartılabilir.

Egzersiz sonrasında tüm sporcuların dominant bacak statik ve dinamik denge performanslarında egzersiz öncesine göre farklılık belirlenmiştir. Dominant statik denge performansı egzersizin etkisiyle azalırken dinamik denge performansında artış tespit edilmiştir. Sportif hareketlerin uygulanmasında nondominant bacak destek bacağı olarak kullanıldığı için egzersizin olumsuz

etkisinin dominant bacakta daha erken oluřtuđu dűřűnűlmektedir. Dinamik dengedeki performans artıřında ise űđrenmenin etkisinin olduđu dűřűnűlmektedir.

Basketbol ve cimnastikçilerin dominant bacađa ait denge performanslarında egzersiz sonrasında dűřűř gűrűlűrken futbolcularda performans deđiřimi gűrűlmemiřtir. Dinamik denge performansı egzersiz sonrasında sadece basketbolcularda deđiřmiřtir. Basketbol ve futbolcuların dominant bacak statik denge performansının azalması egzersizin denge űzerindeki olumsuz etkisinden kaynaklanabilir, futbolda műsabaka sűresinin 90 dk olduđu dűřűnűldűđűnde uygulanan 11.21 dk'lık egzersiz protokolű sonrasında futbolcularda yorgunluk etkilerinin henűz gűrűlmeye bařlanmadıđı řeklinde ačíklanabilir.

Ayrıca; arařtırmada denge testlerinin uygulama sırası; dominant, nondominant, çift bacak ve dinamik test řeklinde gerčíekleřtirildi ve uygulanan egzersiz protokolű sporcuların anaerobik eřik seviyelerini ařtıkları egzersiz řiddetinde sonlandırıldı. Sporcularda řiddetli bir yorgunluk oluřturulmadıđı için egzersizin denge performansına etkisi, egzersiz sonrası gerčíekleřtirilen ilk test olan dominant bacak statik testte daha ačík olarak gűrűlebileceđi dűřűnűlmektedir.

Sporcuların dengeli pozisyonlarını sűrdűrűrken basınc merkezi deđiřimin FB ve RL dođrultuda kayma oranları incelendiđinde, egzersiz űncesi branřlar arası farklılık bulunmadıđı belirlenmiřtir. Egzersiz űncesi ve sonrası tűm sporcuların kayma oranları RL dođrultusunda bir farklılık gűstermediđi, FB dođrultuda statik testlerin űçűnde de geriye dođru istatistiksel olarak anlamlı kaymaların olduđu, dinamik dengedeki kayma oranının ise deđiřmediđi belirlenmiřtir. Egzersiz sonrasında sporcuların dengeleri sađlayabilmek için ađırlık merkezlerini geriye dođru kaydırdıkları gűrűlműřtir.

Spor branřları dikkate alındıđında statik denge FB kayma oranı her űç branřta da anlamlı řekilde deđiřim gűsterdiđi ve sporcuların geriye dođru kayma gűsterdikleri belirlenmiřtir.

Uygulanan egzersizin sadece dominant bacak statik denge RL kayma oranında ve basketbol ile cimnastik branşlarında farklılığa neden olduğu belirlenmiştir. Fakat egzersizin bu iki branşta neden olduğu denge kayma doğrultusunun birbirine göre ters yönde gerçekleştiği bulunmuştur. Basketbolcuların dengeli pozisyonu sürdürmek için egzersiz sonrasında ağırlık merkezlerini sağa doğru kaydırma eğilimi göstermeleri, cimnastikçilerin ise basketbolculardan farklı olarak egzersizin etkisi sonucu sola kayma göstererek dengeli pozisyonu sürdürmeye çalıştıkları belirlenmiştir.

Diğer taraftan çalışmamızda ölçümü gerçekleştirilen statik ve dinamik testlerin birbirleriyle pozitif ve anlamlı düzeyde bir ilişki gösterdiği, fakat egzersiz sonrasında öğrenme ve uygulama etkisi nedeniyle sadece dinamik denge performansının diğer denge skorları ile anlamlı bir ilişkisinin olmadığı görülmektedir. Egzersizin denge performansına etkisinin inceleneceği bundan sonraki çalışmalarda tek bir statik test (dominant yada nondominant bacak) ile birlikte dinamik denge testinin yeterli olabileceği düşünülmektedir.

7. ÖNERİLER

Müsabaka sırasında sporcuların kullandıkları duyuşal girdilerin branşlara özğü olarak tespit edilmesi ve baskın olarak kullanılan duyuşal verilere göre antrenmanların şekillendirilmesi sporcuların başarı düzeyini arttırabilir.

Egzersizlerin etkilerinin inceleneyeğı sonraki çalışmalarda, etkinin daha iyi gözlemlenebilmesi açısından tek bir denge parametresi ölçümünün yapılmasının yararlı olacağı düşünölmektedir.

Farklı egzersiz şiddetlerini içeren protokollerin aynı denek grubuna uygulanması denge performansı değışimlerinin daha ayrıntılı olarak tespit edilmesini sağlayabilir.

Denge performansının belirlenmesini olumsuz yönde etkileyen en önemli faktörlerden birinin, testler uygulandıkça kişilerde meydana gelen öğrenme ve uygulama etkisi olmuştur, bu yüzden testler arasındaki bu etkinin minimuma indirgenmesi sonuçların daha güvenilir olmasını sağlayabilir.

Ağırlık merkezinin ön-arka ve sağ-sol doğrultularda kayma oranları araştırılırken aynı branştan sporcuların incelenmesi ve spor branşının teknik özelliklerinin de ele alınması daha sağlıklı sonuçlar verebilir.

Boy ve vücut ağırlığının denge performansına etkisi spor branşların özellikleri de dikkate alınarak incelenebilir.

Denge performansında cinsiyetin etkisinde sonraki çalışmalarda incelenebilir.

Egzersiz sonrası denge performansı değışimleri ile sporcularda görölen yaralanmaların birlikte takip edilmesi sporcu sağlığını korumada yararlı olabilir.

8. ÖZET

Bu çalışmanın amacı, farklı branşlara sahip sporcuların denge parametrelerinin karşılaştırılması ve bu parametrelerin egzersiz sonrasındaki değişimini tespit etmektir. Çalışmaya halen aktif olarak spor yapan ve çalışmaya gönüllü olarak katılan 13 basketbolcu, 9 cimnastikçi ve 13 futbolcu dahil edilmiştir. Deneklerin yaş, boy ve vücut ağırlığı ortalamaları sırasıyla basketbolcularda; 20.85 yıl, 192.25 cm ve 87.85 kg, cimnastikçilerde; 21.11 yıl, 173.44 cm ve 66.16 kg, futbolcularda; 21.31 yıl, 174.39 cm ve 70.07 kg'dı.

Deneklerin dominant bacak, nondominant bacak, çift bacak ve dinamik denge ölçümleri KAT 2000 (Kinesthetic Ability Trainer) stabiliometre ile analiz edildi ve ölçümler egzersiz öncesi ve egzersiz sonrasında olmak üzere her bir parametre için iki kez gerçekleştirildi. Egzersiz protokolü olarak Bruce koşu bandı protokolü uygulandı. Egzersiz sırasındaki metabolik ölçümler SensorMedics 2900c metabolik ölçüm aleti kullanıldı. Deneklerin her insprasyonda verdiği hava metabolik ölçüm aletiyle breath by breath (her solukta) yöntemiyle analiz edildi ve ölçülen sonuçlar otomatik olarak hesaplanarak bilgisayara kaydedildi.

Verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde SPSS for Windows 11.0 paket programı kullanıldı. Branşlar arası karşılaştırmalarda Kruskal Wallis H-testi ve farklılığın kaynağını tespit etmek için Mann Whitney U-testi uygulandı. Ön-son test denge skorlarının karşılaştırılmasında ilişkili ölçümlerde t-testi ve Wilcoxon testi uygulandı. Parametreler arasındaki ilişkinin tespit edilmesinde korelasyon analizi kullanıldı. Sonuçlar 0.05 anlamlılık düzeyinde değerlendirildi.

Ön test denge skorlarının branşlar arası karşılaştırılması sonucuna göre; dominant, nondominant ve çift bacak statik denge skorları basketbol ve cimnastik branşlarında $p < 0.05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Dinamik denge skoru ise; basketbol - cimnastik ve cimnastik - futbol arasında anlamlı düzeyde farklı bulunmuştur ($p < 0.05$).

Uygulanan egzersiz sonrasında; dominant bacak statik denge skoru, basketbol ve cimnastik branşları için anlamlı düzeyde farklı bulunurken ($p \leq 0.05$),

futbol branşında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0.05$). Nondominant bacak ön-son test statik denge skorlarının karşılaştırılması sonucunda anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$). Çift bacak statik denge skorları; ön-son test ortalama değerleri basketbol için anlamlı düzeyde farklılaşma görülürken ($p<0.05$), cimnastik ve futbol branşlarında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0.05$). Dinamik denge skorları incelendiğinde, egzersiz sonrasında ortalama değerler sadece basketbol branşı için anlamlı bir farklılık gösterirken ($p<0.05$), cimnastik ve futbol branşları için anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir ($p>0.05$).

Sonuç olarak, cimnastikçilerin denge performanslarının basketbolculardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Cimnastikçilerin denge yetisinin sadece dinamik dengede futbolculardan daha gelişmiş olduğu, statik dengeyi sürdürme ise iki branş için de farklı bulunmamıştır. Futbolcuların denge performanslarının hem basketbolculara hem de cimnastikçilere yakın olduğu, basketbolcuların ve futbolcuların denge yetisi bakımından birbirine benzer özelliklere sahip oldukları görülmektedir. Basketbol ve cimnastikçilerin dominant bacağa ait denge performanslarında egzersiz sonrasında düşüş görülürken futbolcularda performans değişimi görülmemiştir. Dinamik denge performansı egzersiz sonrasında sadece basketbolcularda değişmiştir.

9. SUMMARY

The aim of this study was to compare the balance parameters of the sportsmen who are in different branches and to determine the change of these parameters after the exercise. In this study, 13 basketball players, 9 gymnastics and 13 football players were included, who are still active players and volunteered to join. The average age, height and weights of the subjects were, in basketball players; 20.85 years, 192.25 cm and 87.85 kg, in gymnastics; 21.11 years, 173.44 cm and 66.16 kg, and in football players; 21.31 years, 174.39 cm and 70.07 kg.

Dominant leg, nondominant leg, both leg and dynamic balance measurements of the subjects were analyzed with KAT 2000 (Kinesthetic Ability Trainer) stabilometer and the measurements were done twice before and after the exercise for each of the parameters. Bruce protocol was applied for the exercise protocol. For the metabolic measurements during the exercise Sensor Medics 2900c metabolic measurement device was used. The air that was given by the subjects in each inspiration was analyzed by metabolic measurement device with the method of breath by breath and the results were calculated automatically and stored into the computer.

SPSS for Windows 11.00 package program was used in the statistical evaluation of the datum. For the comparison among the branches, Kruskal Wallis H-test and to determine the source of the difference, Mann Whitney U-test was applied. T-test and Wilcoxon tests were applied in the comparison of pre and post test balance scores. Correlation analyze was used to determine the relation among the parameters. Level of significance was set at 0.05.

According to the results the comparison of balance scores among the branches; dominant, nondominant and both leg static balance scores were found in basketball and gymnastics branches as; $p < 0.05$ meaning level. And the dynamic balance score was found in basketball – gymnastics and gymnastics – football branches different in meaning level. ($p < 0.05$)

After the applied exercise; while the dominant leg static balance score was found different ($p < 0.05$) for basketball and gymnastics branches, no significantly difference was determined in football branch ($p > 0.05$). In the result of the comparison of nondominant leg pre and post test static balance scores, it was determined that there was no significantly difference. ($p > 0.05$). Both leg static balance scores; while differentiation was seen in meaning levels for basketball players in pre and post test average values ($p < 0.05$), any significantly difference could not been determined in gymnastics and football branches. ($p > 0.05$). When the dynamic balance scores were examined, while the average values show a significantly difference just for the basketball branch ($p < 0.05$), any significantly difference could not been determined in gymnastics and football branches.

As a result, it has been determined that the balance performances of the gymnasts were higher than basketball players. The ability of balance of gymnasts was found advanced according to the football players just in dynamic balance, but carrying on the static balance was not found differently in both of these two branches. It was seen that the balance performances of the football players are close not only to basketball players, but also to gymnasts, and basketball and football players have the similar features about the balance ability, it has seen a decrease on the balance performances of the dominant leg of basketball players and gymnasts after the exercise, but any performance change was not seen on football players. Dynamic balance performance has changed after the exercise just on basketball players.

10. KAYNAKLAR

1. AGEBERG, E., ROBERTS, D., HOLMSTROM, E., FRIDEN, T.: Balance in Single-Limb Stance in Healthy Subjects - Reability of Testing Procedure and The Effect of Short-Duration Sub-Maximal Cycling, BMJ Musculoskeletal Disorders, 4:14, (2003).
2. AKGÖL, A.C.: Değişik Yaş Gruplarında Dengenin Değerlendirilmesi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Bilim Uzmanlığı Tezi, Ankara, (1997).
3. AKSU, S.: Denge Eğitiminin Etkilerinin Postüral Stres Testi ile Değerlendirilmesi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Bilim Uzmanlığı Tezi, Ankara, (1994).
4. ALTAY, F.: Ritmik Cimnastikte İki Farklı Hızda Yapılan Chainé Rotasyon Sonrasında Yan Denge Hareketinin Biyomekanik Analizi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara, (2001).
5. ARENDT, E.A., AGEL, J., DICK, R.: Anterior Cruciate Ligament Injury Patterns among Collegiate Men and Women, J Athl Train, 34:2, 86-92, (1999).
6. AYDIN, T., YILDIZ, Y., YILDIZ, C., ATEŞALP, S., KALYON, T.A.: Proprioception of The Ankle: A Comparison Between Teenaged Gymnastics and Controls, Foot Ankle Int, 23:2, 123-129, (2002).
7. BALTACI, G., BAYRAKÇI TUNAY, V., TUNCER, A., ERGUN, N.: Spor Yaralanmalarında Egzersiz Tedavisi, Alp Yayınları, Ankara, (2003).
8. BABIC, J., KARCNIK, T., BAJD, T.: Stability Analysis of Four Point Walking, Gait and Posture 14, 56-60, (2001).
9. BENLİ, K.: Propriyosepsiyonun Anatomofizyolojisi, IX. Ulusal Spor Hekimliği Kongresi (24-26 Ekim 2003 Nevşehir) Kongre Kitabı, Nobel Yayın Dağıtım, 80-81, Ankara, (2003).

10. BERG K.O., MAKI B.E., WILLIAMS, J.I., HOLLIDAY P.J., WOOD-DAUPHINEE S.L.: Clinical and laboratory measures of postural balance in an elderly population. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 73: 1073-1080, (1992).
11. BOVE, M., BRUNORI, A., COGO, C., FAELLI, E., RUGGERI, R.: Effects of A Fatiguing Treadmill Exercise on Body Balance, Gait and Posture, 21 (Suplement 1), Page S121, (2005).
12. BRINGOUX, L., MARIN, L., NOUGIER, V., BARRAUD, P.A., RAPHEL, C.: Effects of Gymnastics Expertise on The Perception of Body Orientation in The Pitch Dimension, *J Vestib Res*, 10:6, 251-258, (2000).
13. COBB, S.V.G.: Measurement of Postural Stability Before and After Immersion in A Virtual Environment, *Applied Ergonomics*, 30, 47-57, (1999).
14. COTE, K.P., BRUNET, M.E., GANSNEDER, B.M., SHULTZ, S.J.: Effects of Pronated and Supinated Foot Postures on Static and Dynamic Postural Stability, *Journal of Athletic Training*, 40:1, 41-46, (2005).
15. DERE, F.: *Nöroanatomî ve Fonksiyonel Nöroloji*, Okullar Pazarı Kitabevi, Adana, (1990).
16. DEVITA, P., SKELLY, W.A.: Effect of Landing Stiffness on Joint Kinetics and Energetics in The Lower Extremity, *Med Sci Sports Exerc*, 24, 108-115, (1992).
17. DIETZ, V. Human Neuronal Control of Automatic Functional Movements: Interaction Between Central Programs and Afferent Input, *Physiol. Rev.*, 72, 33-69, (1992).
18. EBERSBACH, G., DIMITRIJEVIC, M.R., POEWE, W.: Influence of Concurrent Task on Gait: A Dual-Task Approach, *Perceptual and Motor Skills*, 81:1, 107-113, (1995).
19. ERA, P., SCHROLL, M., YTTING, H., GAUSE-NILSSON, I., HEIKKINEN, E., STEEN, B.: Postural Balance and Its Sensory-Motor Correlates in 75-

- Year-Old Men and Women: A Cross-National Comparative Study, J Gerontol, 51A: M53-M63, (1996).
20. FERDJALLAH, M., HARRIS, G.F., SMITH, P., WERTSCH, J.J.: Analysis of Postural Control Synergies During Quiet Standing in Healthy Children and Children with Cerebral Palsy, Clinical Biomechanics, 17, 203-210, (2002).
 21. FOX, E.L., BOWERS, R., FOSS, M.L.: Beden Eğitimi ve Sporun Fizyolojik Temelleri, (Çeviri: Cerit M.), Bağırhan Yayınevi, Ankara, (1999).
 22. FÜZÜN, S., TÜZÜN, Ç.: Motor Fonksiyonun Nörofizyolojisi, "Tıbbi Rehabilitasyon", (Ed. Oğuz H.), Nobel Tıp Kitabevleri Ltd Şti, İstanbul, (1995).
 23. GANONG, W.F.: Tıbbi Fizyoloji, (Çeviri: Türk Fizyolojik Bilimler Derneği), 19. Baskı, Barış Kitabevi, Ankara, (1999).
 24. GANONG, W.F.: Tıbbi Fizyoloji, Barış Kitabevi, İstanbul, (1995).
 25. GERMAN, W.J., STANFIELD, C.L.: Principles of Human Physiology, Second Edition (International Edition), Pearson – Benjamin Cummings, USA, (2005).
 26. GOLOMER, E., CREMIEUX, J., DUPUI, P., ISABLEU, B., OHLMANN, T.: Visual Contribution to Self-Induced Body Sway Frequencies and Visual Perception of Male Professional Dancers, Neurosci Lett, 267, 189-192, (1999).
 27. GRAY, J., TAUNTON, J.E., McKENZIE, D.C., CLEMENT, D.B., McCONKEY, J.P., DAVIDSON, R.G.: A Survey of Injuries to The Anterior Cruciate Ligament of The Knee in Female Basketball Players, Int J Sports Med, 6, 314-316, (1985).
 28. GRIBBLE, P.A., HERTEL, J.: Effect of Lower-Extremity Muscle Fatigue on Postural Control, Arch Phys Med Rehabil, 85, 589-92, (2004).

29. GRIBBLE, P.A., HERTEL, J., DENEGAR, C.R., BUCKLEY, W.E.: The Effects of Fatigue and Chronic Ankle Instability on Dynamic Postural Control, *Journal of Athletic Training*, 39:4, 321-329, (2004).
30. GRIBBLE, P.A., HERTEL, J., PIEGARO, A.B.: Predictors For Performance Of Dynamic Postural Control Using The Star Excursion Balance Test, *Journal of Athletic Training*, 36:2 (Supplement), S-77, (2001).
31. GUSKIEWICZ, K.M.: *Regaining Postural Stability and Balance, "Rehabilitation Techniques for Sports Medicine and Athletic Training"*, (Ed. Prentice W.E.), McGraw Hill Companies, 4. Baskı, New York, USA, (2004).
32. GUSKIEWICZ, K.M., PERRIN, D.H.: Research and Clinical Applications of Assessing Balance, *J Sport Rehabil*, 5, 45-63, (1996).
33. GUYTON, A.C., HALL, J.E.: *Tıbbi Fizyoloji*, (Çeviri Ed.: Çavuşoğlu H.), 9. Baskı, Nobel Tıp Kitabevleri Ltd Şti, İstanbul, (2001).
34. GUYTON, A.: *Textbook of Medical Physiology*, 8. Baskı, Philadelphia: W.B. Saunders, (1991).
35. GUYTON, A.C.: *Tıbbi Fizyoloji*, Cilt 2, 7. Baskı, Nobel Kitabevleri Ltd Şti, İstanbul, (1989).
36. GÜNAY, M., CİCİOĞLU, İ.: *Spor Fizyolojisi*, Gazi Kitabevi Tic. Ltd.Şti., Ankara, (2001).
37. HANSEN, M.S., DIECKMANN, B., JENSEN, K., JAKOBSEN, B.W.: The Reliability Of Balance Tests Performed On The Kinesthetic Ability Trainer (KAT 2000), *Knee Surg, Sports Traumatol, Arthrosc*, 8 :180-185, (2000).
38. HOFFMAN, M., PAYNE, V.G.: The Effect of Proprioceptive Ankle Disk Training on Healthy Subjects, *J. Orthop. Sports. Phys. Ther.*, 21:2, 90-93, (1995).
39. HOLM, I., FOSDAHL, M.A., FRIIS, A., RISBERG, M.A., MYKLEBUST, G., HARALD STEEN, H.: Effect of Neuromuscular Training on

- Proprioception, Balance, Muscle Strength, and Lower Limb Function in Female Team Handball Players, *Clin J Sport Med*, 14, 88-94, (2004).
40. HORAK, F.B., SHUPERT, C.L., MIRKA, A.: Components of Postural Dyscontrol in The Elderly: A Review, *Neurobiology of Aging*, 10, 727-738, (1989).
 41. HUGEL, F., CADOPI, M., KOHLER, F., PERRIN, Ph.: Postural Control of Ballet Dancers: A Specific Use of Visual Input for Artistic Purposes, *Int J Sports Med*, 20, 86-92, (1999).
 42. HUXHAM, F.E., GOLDIE, P.A., PATLA, A.E.: Theoretical Considerations In Balance Assessment, *Australian Journal of Physiotherapy*, 47, 89-100, (2001).
 43. IRRGANG, J.J., WHITNEY, S.L., COX, E.D.: Balance and Proprioception for Rehabilitation of The Lower Extremity, *J Sport Rehabil*, 3:1, 68-83, (1994).
 44. IVANENKO, Y., LEVIK, Y., TALIS, V., et al.: Human Equilibrium on Unstable Support: The Importance of Feet-Support Interaction, *Neurosci Lett*, 235:3, 109-12, (1997).
 45. JOHNSTON, R.B. 3rd, HOWARD, M.E., CAWLEY, P.W., LOSSE, G.M.: Effect of Lower Extremity Muscular Fatigue on Motor Control Performance, *Med Sci Sports Exerc*, 30, 1703-1707, (1998).
 46. KITAMURA, F., MATSUNAGA, K.: Field Dependence and Body Balance, *Perceptual and Motor Skills*, 71, 723-724, (1990).
 47. KÖSEOĞLU, F.: Postür "Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon", (Ed.: Beyazova M, Gökçe-Kutsal Y), Cilt 1, Güneş Kitabevi, Ankara, (2000).
 48. LEPERS, R., BIGARD, A.X., DIARD, J.P., GOUTEYRON, J.F., GUEZENNEC, C.Y.: Posture Control After Prolonged Exercise, *Eur J Appl Physiol*, 76:55-61, (1997).

49. LICHTENSTEIN, M.J., SHIELDS S.L., SHIAMI R.G., AND BURGER M.C.: Clinical Determinants of Biomechanics Platform Measures of Balance in Aged Women, *Journal of American Geriatrics Society*, 36, 996-1002, (1988).
50. LUNDIN, T.M., FEUERBACH, J.W., GRABINER, M.D.: Effect of Plantar Flexor and Dorsiflexor Fatigue on Unilateral Postural Control, *J Appl Biomech*, 9, 191-201, (1993).
51. MANCUSO, J.J., GUSKIEWICZ, K.M., ONATE, J.A., ROSS, S.E.: An Investigation of The Learning Effect for The Balance Error Scoring System and Its Clinical Implications, *J Athl Train*, 37, S-10, (2002).
52. MASSION, J.: Movement, Posture and Equilibrium: Interaction and Coordination, *Progress in Neurobiology*, 38, 35-56, (1992).
53. McGUINE, T.A., GREENE, J.J., BEST, T., LEVERSON, G.: Balance as A Predictor of Ankle Injuries in High School Basketball Players, *Clinical Journal of Sport Medicine*, 10, 239-244, (2000).
54. MIZUNO, Y., SHINDO, M., KUNO, S., et al.: Postural Control Responses Sitting on Unstable Board During Visual Stimulation, *Acta Astronaut*, 49:3, 131-6, (2001).
55. NARDONE, A., TARANTOLA, J., ANDREA GIORDANO, A., SCHIEPPATI, M.: Fatigue Effects on Body Balance, Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 105, 309-320, (1997).
56. NARDONE, A., SCHIEPPATI, M.: Postural Adjustments Associated with Voluntary Contraction of Leg Muscles in Standing Man, *Exp Brain Res*, 69:3, 469-80, (1988).
57. NASHNER, L.M.: Practical Biomechanics and Physiology of Balance, "Handbook of Balance Function Testing", (Ed. Jacobson G.P., Newman C.W., Kartush J.M.), Singular Publishing Group, Inc. San Diego, USA, (1997).

58. NASHNER, L.M., McCOLLUM, G.: The Organization of Human Postural Movements: A Formal Basis and Experimental Synthesis, *Behav Brain Sci*, 8, 135-172, (1985).
59. NASHNER, L.M., BLACK, F.O., WALL, C. III.: Adaptation to Altered Support and Visual Conditions During Stance: Patients with Vestibular Deficits, *J Neurosci*, 2, 536-544, (1982).
60. NASHNER, L.M.: Adaptation of Human Movement to Altered Environments, *Trends in Neuroscience*, 5, 358-61, (1982).
61. NASHNER, L.M.: Balance Adjustments of Humans Perturbed While Walking, *Journal of Neurophysiology*, 44: 650-664, (1980).
62. NOAKES, T.D.: Physiological Models to Understand Exercise Fatigue and The Adaptation That Predict or Enhance Athletic Performance, *Scand J Med Sci Sports*, 10, 123-145, (2000).
63. NORDAHL, S.H.G., AASEN, T., DYRKORN, B.M., EIKSEVIK, S., MOLVAER, O.L.: Statik Statbiliometri and Repeated Testing in A Normal Population, *Avait Space Environ Med*, 71:9, 889-93, (2000).
64. NOYAN, A.: Fizyoloji, Anadolu Üniversitesi Yayınları, Yayın no:2, 2. Baskı, Meteksan Ltd Şti, Ankara, (1980).
65. ÖZKAN, F., ÜNVER, F., BALTAÇI, G.: Amerikan Futbol Oyuncularında Spor Kıyafetinin Stabiliometri ve Sürat Performansı Üzerine Etkisi, IX. Ulusal Spor Hekimliği Kongresi (24-26 Ekim 2003 Nevşehir) Kongre Kitabı, Nobel Yayın Dağıtım, 483, Ankara, (2003).
66. ÖZKAN, F.: Amerikan Futbol Oyuncularında Spor Kıyafetinin Stabiliometri ve Sürat Performansı Üzerine Etkisi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Bilim Uzmanlığı Tezi, Ankara, (2002).
67. PAILLARD, T.H., NOE, F.: Effect of Expertise and Visual Contribution on Postural Control in Soccer, *Scand J Med Sci Sports*, (2005).

68. PAILLARD, T., COSTES-SALON, C., LAFONT, C., P DUPUI, P.: Are There Differences in Postural Regulation According to The Level of Competition in Judoists?, *Br J Sports Med*, 36, 304-305, (2002).
69. PATLA, A.E.: Understanding The Roles of Vision in The Control of Human Locomotion, *Gait and Posture*, 5, 54-69, (1997).
70. PERRIN, P., DEVITERNE, D., HUGEL, F., PERROT, C.: Judo, Better Than Dance, Develops Sensorimotor Adaptabilities Involved in Balance Control, *Gait and Posture*, 15, 187-194, (2002).
71. PERRIN, P., SCHNEIDER, D., DEVITERNE, D., PERROT, C., CONSTANTINESCU, L.: Training Improves The Adaptation to Changing Visual Conditions in Maintaining Human Posture Control in A Test of Sinusoidal Oscillation of The Support, *Neurosci Lett*, 245, 155-158, (1998).
72. PERROT, C., DEVITERNE, D., PERRIN, PH.: Influence of Training on Postural and Motor Control in A Combative Sport, *J Hum Mov Studies*, 35, 119-36, (1998).
73. PINAR, H.: Dizde Plikaların Proprioseptif Özellikleri, IX. Ulusal Spor Hekimliği Kongresi (24-26 Ekim 2003 Nevşehir) Kongre Kitabı, Nobel Yayın Dağıtım, 99-100, Ankara, (2003).
74. RADFORD, D.: A Study of Balance in Elite and Academy Football Players, www.smd.qmul.ac.uk/postgraduate/sportsmed/research (alınış tarihi: 06.09.2006).
75. RAGNASRDOTTIR, M.: The Concept of Balance, *Physiotherapy*, 82:6, 368-374, (1996).
76. RAMSDELL, K.M., MATTACOLA, C.G., UHL, T.L., McCRORY, J.L., MALONE, T.R.: Effects of Two Ankle Fatigue Models on The Duration of Postural Stability Dysfunction, *J Athl Train*, 36(suppl), S-33, (2001).
77. ROGIND, H., SIMONSEN, H., ERA, P., BLIDDAL, H.: Comparison of Kistler 9861A Force Platform and Chattecx Balance System for Measurement

- of Postural Sway: Correlation and Test – Retest Reliability, *Scand J Med Sci Sports*, 13, 106-114, (2003).
78. ROZZI, S., LEPHART, S., FU, F.: Effects of Muscular Fatigue on Knee Joint Laxity and Neuromuscular Characteristics of Male and Female Athletes, *J Athl Train*, 34, 106-114, (1999).
79. ROWE, A., WRIGHT, S., NYLAND, J., CABORN, D.N. AND KLING, R.: Effects of A 2 Hour Cheerleading Practice on Dynamic Postural Stability, Knee Laxity, and Hamstring Extensibility, *J Orthop Sports Phys Ther*, 29, 455-462, (1999).
80. SHUMWAY-COOK, A., WOOLACOTT, M.H.: *Motor Control: Theory and Practical Applications*, 8. Baskı, Lippincott Williams & Wilkins, USA, (2001).
81. SHUMWAY-COOK, A., HORAK, F.B.: Assessing The Influence of Sensory Interaction of Balance, *Phys Ther*, 66:10, 1548–1550, (1986).
82. STEMM, J., GREN, L.B., ROYER, T.: An Investigation Of Motor Control: The Static And Dynamic Balance of Golfers, *Journal of Athletic Training*, 36:2 (Supplement), S-78, (2001).
83. SUCAN, S., YILMAZ, A., CAN, Y., SÜER, C.: Aktif Futbol Oyuncularının Çeşitli Denge Parametrelerinin Değerlendirilmesi, *Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi (Journal of Health Sciences)* 14:1 36-42, (2005).
84. SUSCO, T.M., McLEOD, T.C.V., GANSNEDER, B.M., SHULTZ, S.J.: Balance Recovers within 20 Minutes After Exertion as Measured by the Balance Error Scoring System, *Journal of Athletic Training*, 39:3, 241–246, (2004).
85. TEASDALE, N., BARD, C., LARUE, J. AND FLEURY, M.: On The Cognitive Penetrability of Posture Control, *Experimental Aging Research*, 19, 1-13, (1993).

86. TROOP, H., EKSTRAND, J., GILLQUIST, J.: Stabiliometry in Functional Instability of The Ankle and Its Value in Predicting Injury, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 16, 64-66, (1984).
87. ÜNERİ, A.: Baş Dönmesi Nedir?, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul, (2004).
88. ÜNVER, F.: Ayak Bileği İnversiyon Yaralanmalarında Poprioseptif Eğitimin Etkileri, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara, (2004).
89. VALOVICH, T.C., PERRIN, D.H., GANSNEDER, B.M.: Repeat Administration Elicits A Practice Effect with The Balance Error Scoring System But Not with The Standardized Assessment of Concussion in High School Athletes, *J Athl Train*, 38, 51-56, (2003).
90. VERHAGEN, E., BOBBERT, M., INKLAAR, M., VAN KALKEN, M., ALLARDVAN DER BEEK, A., BOUTER, L., VAN MECHELEN, W.: The Effect of A Balance Training Programme on Centre of Pressure Excursion in One-Leg Stance, *Clinical Biomechanics*, 20, 1094-1100, (2005).
91. VUILLERME, N., NOUGIER, V.: Attentional Demand for Regulating Postural Sway: The Effect of Expertise in Gymnastics, *Brain Research Bulletin*, 63, 161-165, (2004).
92. VUILLERME, N., DANION, F., MARIN, L., BOYADJIAN, A., PRIEUR, J.M., WEISE, I., NOUGIER, V.: The Effect of Expertise in Gymnastics on Postural Control, *Neurosci Lett*, 303, 83-86, (2001).
93. WATERMAN, N., SOLE, G., HALE, L.: The Effect of A Netball Game on Parameters of Balance, *Physical Therapy in Sport*, 5, 200-207, (2004).
94. WEDDERKOPP, N., KALTOFT, M., LUNDGAARD, B., et al.: Prevention of Injuries in Young Female Players in European Team Handball, *Scand J Med Sci Sports*, 9, 41-47, (1999).

95. WILKINS, J.C., McLEOD, T.C.V., PERRIN, D.H., GANSNEDER, B.M.: Performance on The Balance Error Scoring System Decreases After Fatigue, *Journal of Athletic Training*, 39:2, 156-161, (2004).
96. WIKSTROM, E.A., POWERS, M.E., TILLMAN, M.D.: Dynamic Stabilization Time After Isokinetic and Functional Fatigue, *Journal of Athletic Training*, 39:3, 247-253, (2004).
97. WINTER, D.A.: Human Balance and Posture Control During Standing and Walking, *Gait and Posture*, 3:4, 193-214, (1995).
98. YAGGIE, J.A. AND McGREGOR, S.J.: Effects of Isokinetic Ankle Fatigue on The Maintenance of Balance and Postural Limits, *Arch Phys Med Rehabil*, 83, 224-228, (2002).
99. ZHANG, S.N., BATES, B.T., DUFEK, J.S.: Contributions of Lower Extremity Joints to Energy Dissipation During Landings, *Med Sci Sports Exerc*, 32, 812-819, (2000).
100. <http://www.vestibular.org/gallery.html> (04.05.2006)

11. ÖZGEÇMİŞ

1975 yılında Tuzluca'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Konya'nın Ereğli ilçesinde tamamladı. 1993 yılında İ.T.Ü End. Elektronik bölümünü kazandı. Bu okuldan mezun olduktan sonra 1996 yılında Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu özel yetenek sınavını kazanarak. 2000 yılında bu bölümden mezun oldu. Aynı yıl önce Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü'nde yüksek lisans eğitimine başladı ve ardından yine aynı üniversitede araştırma görevlisi kadrosuna atandı. 2003 yılında doktora eğitimi için 35. madde kapsamında Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı'nda görevlendirildi. Halen Gazi Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulunda araştırma görevlisi olarak görev yapmaktadır.

12. EKLER

Ek 1. Sporcu Bilgi Formu

Sporcu Bilgi Formu

Adı Soyadı :

Doğum Tarihi :

Branşınız :

Mevki (Takım Sporları için) :

Eğitim Durumunuz :

Lisanslı olarak kaç yıldır spor yapıyorsunuz :

Şut atarken hangi ayağınızı kullanmayı tercih edersiniz? (Sağ-Sol) :

Son 6 ay içerisinde alt ekstremitte sakatlığı geçirdiniz mi ? :

Nörolojik rahatsızlığınız, duyma yada görme probleminiz var mı? :

Gazi Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu'nda Araştırma Görevlisi olarak çalışan Nurtekin ERKMEN tarafından yürütülen ve gönüllü olarak katılmakta olduğunuz bu araştırmada sizlere, yoğunluğu kademeli olarak artan bir koşu bandı egzersizi uygulanacaktır. Koşu bandı egzersizi ile sizlerin dayanıklılık seviyeniz tespit edilecektir. Bu egzersizin öncesi ve sonrasında ise sportif performansı etkileyen dinamik ve statik denge özelliğiniz "KAT 2000 Balance System" ile test edilecektir. Performans düzeyinizin tam olarak ölçülebilmesi için testler sırasında maksimum çaba sarf etmeniz gerekmektedir.

İmza