

**TİTREŞİMLİ DENGE CİHAZI İLE  
YAPILAN DENGE EGZERSİZLERİNİN  
STATİK VE DİNAMİK DENGE ÜZERİNE AKUT  
ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

İsmail BAYBURA  
Yüksek Lisans Tezi  
Danışman: Doç. Dr. Mehmet YILDIZ  
Tez No: 2023-027  
Afyonkarahisar

**AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TİTREŞİMLİ DENGE CİHAZI İLE YAPILAN DENGE  
EGZERSİZLERİNİN STATİK VE DİNAMİK DENGE ÜZERİNE AKUT  
ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Hazırlayan  
İsmail BAYBURA**

**Danışman  
Doç. Dr. Mehmet YILDIZ**

**2.Danışman  
Doç. Dr. Uğur FİDAN**

**Tez No:2023-027**

**AFYONKARAHİSAR**

**T.C.**  
**AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ**  
**SAĞLIK BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**ENSTİTÜ ONAYI**

<b>Öğrencinin</b>	<b>Adı- Soyadı</b>	İsmail BAYBURA
	<b>Numarası</b>	203318002
	<b>Anabilim Dalı</b>	Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı
	<b>Programı</b>	Beden Eğitimi ve Spor (YL)(TEZLİ)
	<b>Program Düzeyi</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Yüksek Lisans <input type="checkbox"/> Doktora
<b>Tezin Başlığı</b>	TİTREŞİMLİ DENGE CİHAZI İLE YAPILAN DENGE EGZERSİZLERİNİN STATİK VE DİNAMİK DENGE ÜZERİNE AKUT ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI	
<b>Tez Savunma Sınav Tarihi</b>	17.07.2023	
<b>Tez Savunma Sınav Saati</b>	10:30	

Yukarıda bilgileri verilen öğrenciye ait tez, Afyon Kocatepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca jüri üyeleri tarafından değerlendirilerek oy birliği / oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

Afyon Kocatepe Üniversitesi  
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun  
..... / ..... / ..... tarih ve  
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

***e-imzalıdır***  
**Prof. Dr. Esmâ KOZAN**  
**Enstitü Müdürü**

## BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

### **Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bilimsel Yayın Etiği İlkeleri ve Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;**

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Bu tezin herhangi bir bölümünü Afyon Kocatepe Üniversitesi veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

**beyan ederim**

...../...../.....

İmza

İsmail BAYBURA

## ÖZET

### **Titreşimli Denge Aleti ile Yapılan Denge Egzersizlerinin Statik ve Dinamik Denge Üzerine Akut Etkilerinin Araştırılması**

Bu çalışmanın amacı denge bordu üzerindeyken yapılan egzersizler esnasında titreşim uygulamasının akut olarak denge becerisi üzerindeki etkilerinin incelenmesidir. Çalışmaya Afyonkarahisar şehrinde bulunan Afjet Afyon Spor U19 takımında aktif olarak futbol oynayan 30 sporcu gönüllü olarak katılmıştır. Titreşim denge çalışmalarının denge becerisi üzerine etkisinin araştırılması için katılımcılar titreşimli denge grubu (n=10), denge grubu (n=10) ve kontrol grubu (n=10) olarak rastgele yöntemle 3 gruba ayrılmıştır. Titreşimli denge grubuna bosu denge topuna monte edilmiş titreşim motoru ile titreşim vererek denge çalışması yaptırılmıştır. Denge grubu bosu topu üzerinde aynı denge çalışmasını titreşimsiz yaparken, kontrol grubu herhangi bir denge çalışması yapmıştır.

Çalışmalardan önce ve sonra her üç grubunda statik ve dinamik denge ölçümleri alınmıştır. Gruplar arasında ve grup içinde ve grup-zaman etkileşimine göre anlamlı farklılıkların belirlenmesi için 3x2 tekrarlı ölçümler ANOVA testi uygulanmıştır. Sonuçlar %95 güven aralığında  $p<0,05$  anlamlılık düzeyinde değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda statik denge açısından Post Hoc testleri sonucunda gruplar arasında ön testlerde anlamlı bir farklılık bulunmazken, son testlerde Denge+Titreşim grubu ile kontrol grubu ( $F:4,199, P<0,02$ ) arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ( $t:2,831, p<0,019$ ). Zamanlar açısından ( $F:9,716, P<0,01$ ) hem denge hem de Denge+Titreşim gruplarında anlamlı bir artış tespit edilmiştir ( $t:-3,117, p<0,003$ ). Grup\*Zaman ( $F:4,156, p<0,021$ ) etkileşimi açısından denge+titreşim grubunun oransal olarak (denge+titreşim grubu %13,41, denge grubu %4,64, kontrol grubu %0,003) daha fazla gelişim gösterdiği tespit edilmiştir. Dinamik denge açısından Post Hoc testleri sonucunda gruplar arasında ön testlerde anlamlı bir farklılık bulunmazken, son testlerde Denge+Titreşim grubu ile kontrol grubu arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ( $t:1,632, p<0,032$ ). Zamanlar açısından ( $F:4,096, p<0,04$ ) hem denge hem de Denge+Titreşim gruplarında anlamlı bir artış tespit edilmiştir ( $t:-2,024, p<0,048$ ). Grup\*Zaman ( $F:1,128, p<0,031$ ) etkileşimi açısından denge+titreşim grubunun oransal olarak (denge+titreşim grubu %10,22, denge grubu %4,66, kontrol grubu %0,77) daha fazla gelişim gösterdiği tespit edilmiştir. Özetle denge bordu üzerindeyken titreşim uygulamasının tek başına yapılan denge çalışmasına ve kontrol grubuna oranla akut olarak statik ve dinamik denge becerisi üzerinde daha fazla gelişim gösterdiği tespit edilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlardan yola çıkarak denge performansının önemli

olduğu spor branşlarında akut gelişim için titreşimli denge çalışmalarının önerilmesiyle beraber bu alanda daha fazla çalışma yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Bosu topu, Denge, Denge Egzersizi, Titreşim, Tüm Vücut Vibrasyon

## SUMMARY

### **Investigation of Acute Effects of Exercises with Vibrating Balance Device on Static and Dynamic Balance Ability**

The aim of this study is to examine the effects of vibration application on balance skill acutely during exercises performed on the balance board. 30 athletes actively playing football in Afjet Afyon Spor U19 team in Afyonkarahisar city voluntarily participated in the study. In order to investigate the effect of vibration balance studies on balance skills, the participants were randomly divided into 3 groups as vibratory balance group (n=10), balance group (n=10) and control group (n=10). The vibrating balance group was made to work on the balance by vibrating with the vibration motor mounted on the bosu balance ball. While the balance group did the same balance work on the bosu ball without vibration, the control group did any balance work.

Static and dynamic balance measurements were taken in all three groups before and after the studies. In order to determine the significant differences between and within the groups and according to the group-time interaction, the 3x2 repeated measures ANOVA test was applied. The results were evaluated at a significance level of  $p < 0.05$  at a 95% confidence interval. At the end of the study, while there was no significant difference between the groups in the pre-tests in terms of static balance as a result of Post Hoc tests, a significant difference was found between the Balance+Vibration group and the control group ( $F:4,199$ ,  $P < 0.02$ ) in the post-tests ( $t:2.831$ ,  $p < 0.019$ ). In terms of times ( $F:9.716$ ,  $P < 0.01$ ), a significant increase was detected in both balance and Balance+Vibration groups ( $t:-3.117$ ,  $p < 0.003$ ). In terms of group\*time ( $F:4,156$ ,  $p < 0,021$ ) interaction, it was determined that the balance+vibration group showed a proportionally greater improvement (13.41% in the balance+vibration group, 4.64% in the balance group, and 0.003% in the control group). In terms of dynamic balance, there was no significant difference between the groups in the pre-tests as a result of the Post Hoc tests, but a significant difference was found between the Balance+Vibration group and the control group in the post-tests ( $t: 1.632$ ,  $p < 0.032$ ). In terms of times ( $F:4.096$ ,  $p < 0.04$ ), a significant increase was detected in both balance and Balance+Vibration groups ( $t:-2.024$ ,  $p < 0.048$ ). It was determined that the balance+vibration group showed a proportional improvement (10.22% in the balance+vibration group, 4.66% in the balance group, 0.77% in the control group) in terms of the group\*Time ( $F:1,128$ ,  $p < 0.031$ ) interaction. . In summary, it was determined that the vibration application while on the balance board showed more improvement on the static and dynamic balance skills acutely compared to the balance study performed alone and the control

group. Based on the results obtained from the study, there is a need for more studies in this area, with the recommendation of vibratory balance studies for acute development in sports branches where balance performance is important.

**Keywords:** Bosu ball, Balance, Balance Exercise, Vibration, Whole Body Vibration



## ÖNSÖZ

Bu araştırmanın konusu, deneysel çalışmaların yönlendirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve yazımı aşamasında yapmış olduğu büyük katkılarından dolayı tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Mehmet Yıldız'a, çalışmam süresince yardımlarını esirgemeyen ikinci danışmanım Sayın Doç. Dr. Uğur Fidan'a ve desteklerini esirgemeyen sevgili aileme teşekkür ederim.

İsmail BAYBURA

Afyonkarahisar

2023

# İÇİNDEKİLER

	<b>SAYFA</b>
<b>ÖZET</b>	<b>i</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>iii</b>
<b>ÖNSÖZ SAYFASI</b>	<b>v</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b>	<b>vi</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR</b>	<b>viii</b>
<b>ŞEKİLLER</b>	<b>ix</b>
<b>ÇİZELGELER</b>	<b>x</b>
<b>RESİMLER</b>	<b>xi</b>
<b>1. GİRİŞ</b>	<b>1</b>
1.1. Denge Nedir?	4
1.2. Dengenin Fizyolojisi	5
1.2.1. Vestibüler Sistem	6
1.2.2. Oküler (vizüel) Sistem	7
1.2.3. Serebellar Sistem	8
1.3. Kaslar	9
1.3.1. İskelet Kası Anatomisi	9
1.3.2. Kas-İskelet Sistemi Nedir ve Görevleri Nelerdir?	11
1.4. Propriyosepsiyon Nedir?	12
1.4.1. Propriseptörler	12
1.4.1.1. Kas İğciği	13
1.4.1.2. Golgi Tendon Organı	14
1.4.2.3. Propriyosepsiyon ve Nöromusküler Kontrol İlişkisi	15
1.5. Sporda Denge	16
1.6. Denge ve Performans	17
1.7. Denge Ölçümünün Önemi	17
1.8. Denge Antrenmanlarında ve Rehabilitasyon Programında Kullanılan Aletler	18
1.8.1. Bosu Topu	19

1.9. Denge Egzersiz Örnekleri	20
1.10, Rehabilitasyon ve Denge	21
1.11. Denge Ölçüm Yöntemleri	22
1.11.1. Manuel Ölçüm Yöntemleri	23
1.11.1.1.Modifiye Bass Balance Testi (Statik-Dinamik Denge)	23
1.11.1.2.Yıldız Denge Testi (Statik-Dinamik Denge)	24
1.11.1.3.Flamingo Denge Testi (Statik Denge)	25
1.11.1.4. Y Balance Testi (Dinamik Denge)	26
1.11.2 Cihaz Kullanarak Denge Ölçümü	26
1.12. Titreşim Nedir?	28
1.13. Tüm Vücut Vibrasyon ve Fizyolojisi	28
1.14. Titreşim ve Performans	29
1.15. Futbol ve Denge İlişkisi	31
1.16. Titreşim ve Denge	32
<b>2.MATERYAL ve METOT</b>	<b>34</b>
2.1. Katılımcılar	34
2.2. Deneysel Yaklaşım ve Prosedür	34
2.3. Veri Toplama Araçları	35
2.3.1. Denge Başarı Puanlamalarının Toparlanması	35
2.3.1.1. Titreşimli Denge Egzersizi İçin Geliştirilen Cihaz	36
2.3.1.2. Vibrasyon Kontrollü Bosu Topu	37
2.4. Denge Egzersizleri	38
2.4.1. Forward & Back (30sn.)	38
2.4.2.Side to Side (30sn.)	38
2.4.3.Circles Both Directions (30sn.)	39
2.4.4.Body Weight Squat (10 tekrar)	40
2.4.5.Tou Touch(10 tekrar)	40
2.4.6.Medical Topu Squat (10 tekrar)	41
2.5. Verilerin Analizi	42
<b>3. BULGULAR</b>	<b>43</b>

<b>4. TARTIŞMA</b>	<b>47</b>
<b>5. SONUÇ ve ÖNERİLER</b>	<b>51</b>
5.1. Sonuç	51
5.2. Öneriler	51
<b>6. KAYNAKLAR</b>	<b>52</b>
<b>7. EKLER</b>	<b>60</b>
7.1. Etik Kurul Onay Formu	60
7.2. Araştırma amaçlı çalışma için aydınlatılmış onam	61

## SİMGELER VE KISALTMALAR

**%:** Yüzde

**< :** Küçüktür

**> :** Büyüktür

**ANOVA:** Analysis of Variance (ANOVA)

**dk.:** dakika

**f:** Frekans

**F:** Varyans analizine (ANOVA) ilişkin parametre

**Hz:** Hertz

**m:** metre

**mm:** milimetre

**n:** Örneklem Büyüklüğü

**n:** Örneklem büyüklüğü

**Ort:** Ortalama

**p:** Anlamlılık (önemlilik) testine ilişkin olasılık değeri

**p:** Anlamlılık (önemlilik) testine ilişkin olasılık değeri

**sn:** saniye

**SS :** Standart Sapma

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>SAYFA</b>
Şekil 1.1. Vestibüler Sistem Anatomisine Genel Bakış	7
Şekil 1.2. Oküler Sistem İçerisinde Bulunan Gözün Anatomik Yapısına Genel Bakış	8
Şekil 1.3. İskelet Kasının Yapısına Genel Bakış	11
Şekil 1.4. İskelet Kasının İçinde Bulunan Kas İğciğine Genel Bakış	14
Şekil 1.5. Kasların Kemiklere Bağlandığı Tendonlarda Bulunan Golgi Tendon Organına Genel Bakış	14
Şekil 1.6. Propriyosepsiyonun Komponentleri	15
Şekil 1.7. Denge Tahtaları	19
Şekil 1.8. Pilates Topları	19
Şekil 1.9. Denge Pedleri	19
Şekil 1.10. Bosu Topu	20
Şekil 1.11. Tek Bacak Kullanılarak Denge Egzersizleri Örneği	20
Şekil 1.12. Denge Tahtası ile Çeşitlendirilmiş Egzersiz Örneği	21
Şekil 1.13. Bosu Topu Kullanılan Egzersiz Örnekleri	21
Şekil 1.14. Modifiye Bass Balance Testinin Uygulama Platformunun Şeması	23
Şekil 1.15. Yıldız Denge Testinin Hareket Vektörlerini Gösteren Test Platformu	24
Şekil 1.16. Flamingo Denge İçin Gerekli Test Ekipmanı	25
Şekil 1.17. Y Balance Testinin Hareket Vektörlerini Gösteren Test Platformu	26
Şekil 1.18. Vertigomed GEA ve Korebalance Cihazı	27
Şekil 1.19. Cosmogamma Sigma Cihazı	28
Şekil 1.20. Tüm Vücut Vibrasyon Uygulamasının Ortaya Çıkardığı Genel Fizyolojik Özellikler	29
Şekil 2.1. Çalışma Şeması	35
Şekil 2.2. Fitbalans Denge Ölçüm Cihazının Bilgisayar Uygulamasının Genel Görseli	36
Şekil 2.3. Vibrasyon Kontrollü Bosu Topu Blok Şeması	37
Şekil 3.1. Statik Denge Post Hoc Analizi Bonforoni Grafiği	44
Şekil 3.2. Dinamik Denge Post Hoc Analizi Bonforoni Grafiği	45

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b>SAYFA</b>
Çizelge 3.1. Statik denge için 3x2 tekrarlı ölçümler ANOVA tablosu	43
Çizelge 3.2. Statik denge için tanımlayıcı istatistik tablosu	43
Çizelge 3.3. Dinamik denge için 3x2 tekrarlı ölçümler ANOVA tablosu	44
Çizelge 3.4. Dinamik Denge İçin Tanımlayıcı İstatistik Tablosu	45

## RESİMLER DİZİNİ

	SAYFA
Resim 2.1. Denge Ölçümlerinin Değerlendirilmesi İçin Kullanılan Fitbalans Cihazının Görseli	36
Resim 2.2. Forward & Back Egzersizi	38
Resim 2.3. Side to Side Egzersizi	39
Resim 2.4. Circles Both Directions Egzersizi	39
Resim 2.5. Body Weight Squat Egzersizi	40
Resim 2.6. Toe Touch Egzersizi	41
Resim 2.7. Medical Topu Squat Egzersizi	41



## 1.GİRİŞ

Günümüz dünyasında kitleler farklı spor branşlarına ilgi duymaktadırlar. Toplum ilgi duyduğu spor dallarındaki rekabeti takip eder ve benimsediği sporcuyla taklit etme eğilimi gösterir. Müsabaka esnasında kendisini temsil eden bir imge olarak sporcuyla benimsemektedir. Bununla beraber profesyonel seviyede spor ekonomik olarak çok büyük bir sektör olduğu için başarı, bireysel ve toplumsal olarak büyük önem kazanmıştır. Spordaki başarının temelinde sporcunun en sağlıklı ve en yüksek performansta rakiplerini geride bırakarak müsabakayı tamamlaması yatmaktadır (Bayraktar ve Kurtoğlu 2009). Amatör veya profesyonel seviyede spora olan ilginin her geçen gün artış göstermesi sportif performansın önemini ve sportif performansı etkileyen etmenlere olan merakı arttırmaktadır (Dinç ve Gökmen 2019). Sporcular rekabeti sağlayabilmek için hep maksimum kapasiteyi hedeflemektedirler. Maksimum performansa ulaşabilmek için sportif performansı etkileyen etmenlere önem verilmelidir. Antrenman disiplini (doğru antrenman metotları, sıklığı, şiddeti), genetik yatkınlık, beslenme düzeni, motivasyon, mental sağlık, kas kuvveti, koordinasyon ve dış etmenler sportif performansı etkileyen faktörler olarak sayılabilmektedir. Sayılan etmenlerden kas kuvveti, koordinasyon gibi faktörlerin birlikte gerçekleşmesiyle ortaya çıkan denge önemli bir yere sahiptir (Koku, 2015). Bu yüzden antrenman rutinin üzerine yapılan denge antrenmanı ve denge çalışmalarının etkilerinin performans üzerine, sporcu performansını daha ileriye taşıma etkisi merak edilen noktalardandır. Performansın temel taşlarından olan ve kondisyonel yeteneklerin merkezinde bulunan dengenin, birçok sportif faaliyetin başarılı sergilenmesinde, tutma konusunda, yön değiştirmede, kavrama durumunda, nesnelere hareket ettirilmesinde, hareketin başlatılmasında ve durdurulmasında, vücut pozisyon ve stabilizasyonunun korunmasında önemli role sahip olduğu bilinmektedir. Meinel ve Schnabel'e göre denge yetisi, tüm vücudu dengede tutma ve vücudun yer değişiminde ve sonrasında stabilizasyon durumunu koruması olarak tanımlanmaktadır (Altay, 2001). Denge performansı bahsedildiği gibi birçok faktörün birbiri ile uyumlu çalışmasını kapsadığı için denge yeteneği, diğer motor sistemlerin gelişmesinde etkili bir faktör olarak kabul edilebilir (Erkmen vd., 2007). Postüral kontrolün sağlanması, sıralı, belli bir düzen içinde, kalıplaşmış mekanizmalar ile sağlanmaktadır. Bu süreçte görsel, işitsel ve serebellar sistemden alınan bilgilerin birleştirilmesi ve birbiri ile uyumlu hale getirilmesi gerekmektedir. Sportif faaliyetler somatosensör ve otolit sistemlerin bilgiyi kullanma yeteneklerini artırır. Bu durumun sonucu olarak postüral yeteneklerin ve alınan bilgilerin

işlenme kabiliyetinde artış gerçekleştiği görülür. Postüral değişimler ilgilenilen spor dalının özelliklerine göre farklılıklar gösterebilmektedir. Bu postüral adaptasyonlar vizüel, vestibüler ve serebellar sistemlerden gelen bilgilerin santral sinir sistemi tarafından düzenlenmesi ve işlenmesi ile sağlanmaktadır. Her bir sensor veri kaynağının postüral kontrolde önemli katkıları mevcuttur. Bir hastalık veya yaralanma durumunda sensor girdiler azalır veya sorunla karşılaşır, denge kontrolünde aksamalar ve sorunlar karşımıza çıkmaktadır. Bu durum sensor sistemlerin postüral kontrol mekanizmasındaki önemini ortaya koymaktadır (Kuo, 1998). Bu bilgiler ışığında gerçekleştirilen birkaç araştırmada uzun süreli sportif faaliyetlerin sensor adaptasyonlar üzerine olumlu etkisi kanıtlanmıştır (Perrin, 2002). Deneyimli sporcular postürün organize edilmesinde her bir spor dalının gereklilikleri ile ilişkili olarak özel sensor bilgileri kullanmaktadır (Vuillerme, 2001). Bu çalışmalar doğrultusunda her bir spor dalının gereklilikleri ile ilişkili olarak farklı postüral motor stratejilerin geliştirildiği ifade edilebilir.

Son yıllarda vücuda titreşim verilerek propriyoseptif sistemin uyarılması ile sportif performans gelişimi elde edilebileceğini gösteren birçok çalışma yayınlanmıştır (İşler, 2007).

Kas doku ve tendonlar, bir ucundan sabitlenip diğer ucundan çekilerek gerilen yaya benzetilmektedir. Gerilen yayla benzer şekilde titreşim enerjisi ve depolanan mekanik enerji kas ve tendonlarda da aynı mekanizmayla çalışmaktadır. Bu mekanizma sayesinde duyu reseptörleri tarafından başlatılan istemsiz kas kasılmaları tetiklenerek aktif olur. Bu mekanizmayla birlikte motor ünitelerin aktifleşmesi için gerekli olan eşik değeri azalma gösterir. Bütün vücut bölümlerine uygulanan ve ağırlık olarak vücudun kendi ağırlığı kullanılan egzersizlerde benzer özellik göstererek nöromüsküler aktivasyonu sağlamaktadır. Dolayısıyla çalıştırılan vücut bölümünde kas gücünde artışa sebep olmaktadır (Santos-Filho, 2012).

Tüm vücut vibrasyon uygulamaları çok çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır. Bu amaçlar arasında vibrasyonun tedavi edici etkisinden faydalanmakta vardır. Tüm vücut vibrasyon uygulaması; kemiklerin yapısını oluşturan minerallerin yoğunluğunu arttırma, kırık dokuların zarar görmesini engelleme, vücut dokularının beslenmesini arttırmada, denge kaybının azaltılması ve denge yeteneğinin geliştirilmesinde buna bağlı olarak düşme korkusunun azaltılması gibi çok farklı amaçla tedavi edici özelliklerinden faydalanılarak kullanılmaktadır (Lau vd.,2011; Sitija Rabert, vd.,2012).

Demirel (2009) tarafından yapılan çalışmada titreşim egzersizlerinin etkileri incelenmiş. Çalışmanın sonucunda bir zincirin halkaları gibi kaslar arasında birbirini takip eden istem dışı kasılmaların ortaya çıktığı görülmüştür. Kaslarda açığa çıkan bu istemsiz kasılmalar tendonlarında aktifleşerek gerilmesini sağlamamıştır. Gerçekleşen bu kasılmalar anatomik olarak “derin kas grubu” olarak adlandırılan kas gruplarının da kasılmasını sağlamıştır. Bu mekanizma sayesinde derin kas gruplarının bile çalışmasını sağlayarak kuvvetlendirilmesine katkı sağladığı söylenmiştir.

İnsan vücudunun en eşsiz yeteneklerinden bir tanesi de yerçekiminin etkisine karşı doğru postüral düzeni sağlamaya becerisidir. Bu becerinin sağlıklı bir şekilde ortaya çıkarılabilmesi, kompleks bir mekanizmanın düzgün şekilde çalışmasıyla mümkün olmaktadır. Bu kompleks sistem alt ekstremitelerden gelen verilerin merkezi sinir sistemi ile etkileşimi sayesinde gerçekleşmektedir. Denge ve düzgün postürün korunmasında başka vücut sistemleri de görev almaktadır. Bu sistemler vestibüler sistem, oküler sistem ve serebellar sistem olarak sıralanabilir. Bu sayılan sistemlerden gelen duysal veriler kullanılarak doğru postürün korunmasına ve dengenin sağlanmasına yardımcı olduğu düşünülmektedir. Bu toplanan veriler işlenip değerlendirildikten sonra kas iskelet sisteminin yardımcılarıyla eklemlerin stabilitesinin korunmasını sağlayacak koordinasyon içinde doğru kas gruplarının kasılması ile sağlanmaktadır (Ellenbecker, 2004).

Doğru postürün korunamaması veya dengenin kurulamaması durumlarında yaralanma gibi durumlarla karşılaşabilmektedir. Bu yeteneklerin korunması geliştirilmesi için yapılan antrenman çalışmalarında kullanılan postüral pozisyonlar, gerçekleştirilen hareketler ve propriyoseptörlerden gelen uyarılar kazanılarak performansta artış ortaya çıkmaktadır. Bu yeteneklerdeki artış yerçekimi etkisine karşı koymayı ve doğru postürü korumayı kolaylaştıracağı için sporcunun sakatlanma-yaralanma riskini azaltacağı düşünülmektedir (Kaynak vd., 2015).

Denge yeteneğinin daha üst seviyeye taşınması için planlanan egzersiz programlarında, düzensiz zemin oluşturarak dengenin geliştirilmesini amaçlayan aletlerle (denge tahtası, denge pedleri, pilates topları, bosu topu vb.) birlikte kinestetik becerileri geliştirmeye yönelik cihazların (ProKin Sistem) kullanımı son yıllarda artış göstermektedir (Lephart, 1997).

Yapılan çalışmada ise 5 Hz. frekansı tüm vücut titreşim antrenmanının ayak bileğinin kinestetik yeteneğini arttırabildiğinden bahsedilmiştir (Baumbach, 2013). Yapılan bir diğer çalışmada kronik ayak bileği yaralanması olan bireylerde yapılan denge eğersizi ve tüm vücut titreşim uygulaması karşılaştığında titreşimin de propriyosepsiyon etkilerinin olduğunu göstermektedir. Fakat tam etkilerinin öğrenilmesi için farklı tasarımlarla araştırmaların devam ettirilmesi tavsiye edilmiştir (Chang, 2021). Bu alanda yapılan çalışmalardan biri de titreşim uygulamasının denge performansına olan etkisinin araştırılmasıdır. Yapılan sistematik inceleme ve meta-analize göre çalışmaya dahil edilmiş 15 araştırmanın incelenmesi sonucunda tüm vücut titreşim uygulamasının denge performansı gelişimi üzerine etkisinin olabileceği sonucuna varılmış (Lam, 2012). Nashner (2001) yaptığı çalışmada denge performansının başarılı bir şekilde ortaya çıkmasının gereksinimleri arasında “Kas-iskelet sistemi sayesinde vücut kasları ve alt-üst ekstremiteler arasındaki uyumlu motor reaksiyonlar” maddesini göstermektedir. Bu uyumlu motor reaksiyonlar kas içiği ve golgi tendon organından gelen uyarıların doğru biçimde işlenmesi sayesinde gerçekleşmektedir. Titreşimin fizyolojisinde vibrasyon hem merkezi sinir sisteminin motor emirleri üzerinde hem de spinal seviyedeki refleksler üzerinde etki göstermektedir (Naito vd. 2002). Tüm vücut vibrasyon uygulamasına nörofizyolojik yanıt, spinal reflekslerle, kas ayarlama mekanizmasıyla ve merkezi sinir sistemindeki motor komutla ilişkilidir (Stania vd. 2016). Bu iki tanıma bakıldığında denge fizyolojisi ve titreşim fizyolojisinin benzerlikler gösterdiği görülmektedir.

Bunun yanında denge bordları ile denge antrenmanı yapılırken eş zamanlı olarak titreşim uygulamasının yapılmasının denge becerisi üzerine etkisini araştıran yayına bizim araştırmalarımıza göre henüz rastlanmamıştır. Bu çalışmanın amacı denge eğersizi ve titreşim uygulamasının eş zamanlı şekilde birleştirilerek, denge becerisi üzerinde akut etkilerinin incelenmesidir.

### **1.1. Denge Nedir?**

Vücudumuzun destek noktaları üzerinde ağırlık merkezinin denge merkezi içerisinde durumunu koruyarak, duruşunu koruyabilme ve devam ettirebilme halini denge olarak adlandırılmıştır (Cohen vd., 1993). Meinel ve Schnabel'e göre denge yetisi, tüm vücudu dengede tutma ve vücudun yer değişiminde ve sonrasında stabilizasyon durumunu koruması olarak tanımlanmaktadır (Altay, 2001). Denge performansı bahsedildiği gibi birçok faktörün birbiri ile uyumlu çalışmasını kapsadığı için denge yeteneği, diğer motor

sistemlerin gelişmesinde etkili bir faktör olarak kabul edilebilir (Erkmen vd., 2007). Denge, somatosensoryel sistem, oküler sistem ve vestibüler sistemlerden gelen veriler sonucunda oluşmaktadır. Merkezi sinir sistemi bu sistemlerden gelen verileri birleştirip işleyerek uygun kas aktivasyonunun gerçekleşmesini sağlar. Uygun kas aktivasyonunun gerçekleşmesiyle postüral kontrol sağlanır ve denge pozisyonuna ulaşıp sürdürülmesi sağlanmaktadır (Nashner vd, 1982, Shumway-Cook ve Horak 1986).

Denge, statik denge ve dinamik denge olmak üzere iki başlık altında incelenmiştir (Cohen vd., 1993).

**Statik Denge:** Destek noktaları yüzey üzerinde sabitlenmişken vücudun herhangi bir parçasının diğeri üzerinde stabilizasyonunu ve istenilen hareketi bozmadan konumunu sağlaması olarak tanımlanmıştır (Safrit MJ ve Wood, 1995).

**Dinamik Denge:** Hareket esnasında, vücut segmentlerinin konumunu ve stabilizasyonunu koruması olarak tanımlanmıştır (Safrit MJ ve Wood, 1995).

## **1.2. Dengenin Fizyolojisi**

Denge kurulmasında ve sürdürülmesinde görev alan üç ana sistem vardır. Bunlar;

- Vestibüler sistem
- Oküler sistem
- Serebellar sistem (Nichols vd., 1995).

Bunların refleks ilişkileri ile sağladıkları üç görev vardır:

Başın anguler ve lineer hareketlerini ve bu hareketlerdeki hızlanma ve yavaşlamaları santral sinir sistemine iletmek

Göz kaslarını kontrol etmek ve bu yolla vizüel oryantasyonun sağlanmasına yardımcı olmak

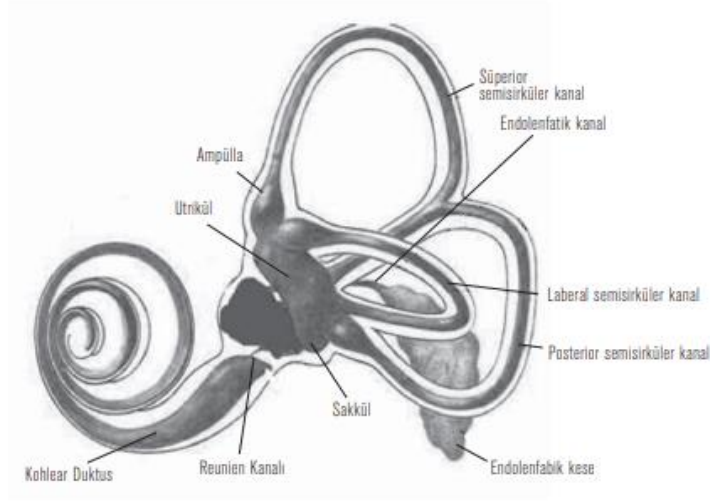
İskelet kaslarının tonusunu kontrol etmek üzere reflekslerin yardımıyla görevlerini gerçekleştirmektedirler.

Postüral stabilitenin yani dengenin kurulup sağlanabilmesi için bu üç sistemin birbiri ile uyumlu ve düzenli şekilde çalışmasıyla mümkündür, propriyoseptörlerden, görsel (oküler) sistemden ve vestibüler sistemden gelen uyarıların düzenlenmesi, kas-iskelet sistemi sayesinde vücut kasları ve alt-üst ekstremitte kasları arasındaki uyumlu motor reaksiyonlar ve serebellar sistemin duyuşal uyarıların ve motor bilgileri yorumlayıp uygun cevabı ortaya çıkarabilmesi sayesinde dengenin kurulup sürdürülebilmesi mümkündür (Nashner 2001).

### 1.2.1.Vestibüler Sistem

Vestibüler sistem, kulak içinde bulunan vestibüler organ, oküler sistem ve serebellar sistem arasındaki iletişimi gerçekleştiren karmaşık yapıya sahip bir yapıdır (Akbaş 2021). Vestibüler sistem, birçok memeli canlının uzaysal oryantasyonunu anlama ve değerlendirmesinin sağlanıp dengenin sürdürülmesine yardımcı olan duyu sistemi olarak tanımlanmıştır. İşitme sisteminin parçalarından olan kokleayla birlikte iç kulakta bulunur. Vestibüler sistemin iki ana parçası vardır. Bunlar otolitler ve yarım daire (semisirküler) kanallarıdır. Otolitler lineer yani çizgisel ivmelenmeleri tanıırken yarım daire kanalları da dönme hareketlerini tanımlar. Vestibüler sistem oluşturduğu uyarıyı denge için öncelikli olarak göz hareketlerinin kontrol edildiği nöral yapılara ve postüral dengenin sağlanması için kas-iskelet sistemine gönderir. Vestibüler sistem, propriyoseptif sistem yani kas-iskelet sistemi ve oküler sistemden gelen baş hareketleri ile ilgili verileri ilişkilendirip vücudun dengesinin korunmasında rol alır. Semisirküler kanallar özellikle başın açısal hareketlerine karşı hassastır. Başın hareket etmesini takiben membranöz labirent kupulaya doğru harekete geçer. Semisirküler kanallarda bulunan sinir hücrelerinin dinlenme ve aktivasyon potansiyelleri mevcuttur. Başın hareketlenmesi ile hareket tarafı kupuladaki saçsı hücreler aktivasyon gösterirken zıt taraftaki çifti deselere olur. Otolit organlarımızdan olan utrikül ve sakkül başın çizgisel hareketlerini analiz ederler. Basın harekete başlamasıyla otokoniler ve ona bağlı hücreler de hareket ederler. Utrikül başın çizgisel hareketleriyle birlikte aktif veya deselere olurken sakkül ise yerçekimine karşı başın hareketlerini analiz ederek dengenin sağlanmasında önem gösterirler. (Şahin, 2009).

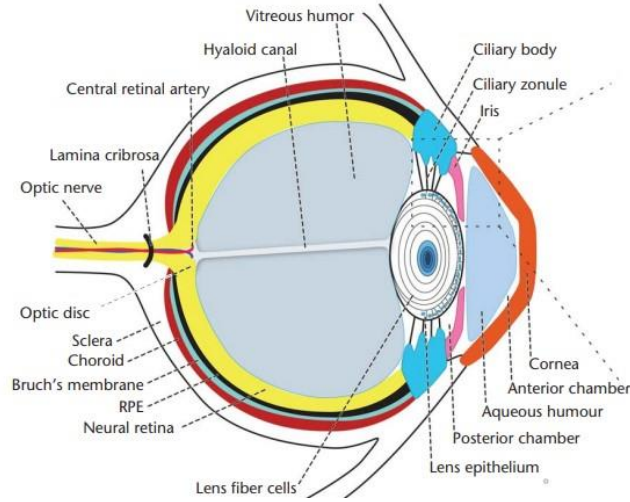
Vestibüler sistemde ortaya çıkabilen herhangi bir sorunda vücut denge sistemi etkilenir ve baş dönmesi gibi problemler ortaya çıkabilir. Yaş ile dejenerasyona uğrayan ve görevini tam olarak yerine getiremeyen vestibüler sistem sebebiyle düşme hikayeleri ve buna bağlı yaralanmalar artmaktadır. Bu yaralanmaların azaltılması için denge sistemini geliştirmeye yönelik kişisel egzersiz programları kullanılabilir (Taşcıoğlu 2005, Bispo vd., 2010).



**Şekil 1.1:** Vestibüler sistem anatomisine genel bakış (Şahin, 2009)

### **1.2.2. Oküler (vizüel) Sistem**

Vizüel sistem yani görme sistemi organizmanın görme yeteneğini yerine getiren santral sinir sisteminin parçasıdır. Vücudumuzun bulunduğu pozisyonu ve çevreyi tanımlamak için görev yapar. Işıktan gelen bilgileri yorumlama görevine sahiptir. Görme yetisi ile gelen iki boyutlu verilerin işleyip üç boyutlu veriye dönüştürme görevine sahiptir. Görsel bilgilerin değerlendirilip oluşan psikolojik etkileri ise ‘görsel algı’ olarak tanımlanmıştır (Hubel 1989). Vizüel sistem vücudun ve cisimlerin konumu hakkında görsel uyaranlar sayesinde beyine bilgi iletimini sağlar. Bu sayede vizüel sistem vücut postürünün korunmasına ve dengenin sağlanmasına destek olur. Vücudun vertikal veya horizontal gerçekleştirdiği hareketler sonucunda retinada oluşan görsel konum değişiklik gösterir ve bu durum beyindeki denge merkezi ile paylaşılır (Assaiante, 2005).



**Şekil 1.2:** Oküler sistem içerisinde bulunan gözün anatomik yapısına genel bakış (Zhu vd., 2012)

### Vestibüler Sistem ve Oküler Sistemin İlişkisi:

Vestibüler sisteme ait refleksleri vestibülooküler ve vestibülospinal refleksler olarak adlandırabiliriz.

Vestibülooküler refleks sayesinde baş ve göz hareketlerinin koordineli şekilde gerçekleştirilmesi sağlanır.

Vestibüler sinirden ekstraoküler göz kaslarına olan projeksiyonlar sayesinde başın karşı tarafa gerçekleştirdiği hareketlerde nistagmus (gözün istemsiz şekilde kayması) oluşmasını engeller.

Vestibülospinal refleks yerçekiminin etkisine zıt olarak postüral kontrolün kurulmasını ve korunmasını sağlamaktadır.

Vestibüler nükleustan tarafından değerlendirilen yerçekimi ile ilgili verilere göre kaslara ve spinal korda giden uyarılar sistemin uyum içinde çalışmasını sağlar. (Wall ve Vrabc 2001).

### 1.2.3. Serebellar Sistem

Serebellum yaklaşık olarak kafanın arka tarafındaki çukur bölgede bulunur. İnsan beyninin toplam hacminin yaklaşık %10'unu oluşturur. Beyin hacminin %10'luk kısmını oluşturmasına rağmen beyinde bulunan toplam nöron sayısının yaklaşık yarısı bu kısımda bulunmaktadır (Ghez ve Thach, 2000). Serebellumun temel görevlerinden bir tanesi motor hareketlerinin doğru zamanda hızlı ve düzgün olarak gerçekleştirilmesidir. Agonist ve antagonist kas gruplarının birbiriyle koordineli bir şekilde çalışmasını sağlamaktadır. Aynı zamanda hareketin sorunsuz gerçekleştirilebilmesi için kas kasılma şiddetinin



kontrolünü ve koordinasyonunu gerçekleştirmektedir (Bademkiran, 2003). Serebellar sistemin özellikle postüral refleksleri kontrol ettiği kabul edilmiştir. Bununla beraber serebellar sistemin çoğu refleks üzerinde baskılayıcı veya tetikleyici rol aldığı bilinmektedir (Guyton, 1986). Serebellumun vestibüler sistem ile yakın ilişkisi vardır. Bu vestibüloserebellum olarak adlandırılmıştır. Vestibüloserebellum temel görevi dengeyi denetleyip denge kurulmasını sağlayarak oküler sistem içinde yer alan gözün hareketlerini kontrol etmektir (Ghez ve Thach, 2000).

### **1.3. Kaslar**

Kas olarak adlandırılan yapılar: kimyasal enerjiyi, mekanik enerjiye (hareket) dönüştüren biyokimyasal makineler olarak tanımlanmıştır (Pandy, vd., 2000)

İnsan vücudunun bütün haldeki en büyük dokusu olan kas, yenidoğanda vücut kütlelerinin %25'ten biraz daha azını, genç yetişkinlikte %40'tan fazlasını ve yaşlı yetişkinlikte %30'dan biraz azını oluşturmaktadır (Murray, vd., 2004).

İnsan vücudundaki kas sistemi, 3 ana kas grubu şeklinde tanımlanmıştır

Kalbin yapısını oluşturan kalp kası (kardiyak kaslar)

İç organlarımızı oluşturan düz (beyaz) kaslar

İskelet sistemine tendonlar aracılığıyla bağlantı kuran çizgili (kırmızı veya iskelet) kaslardan meydana gelmektedir (Nordin ve Frankel, 2012).

#### **1.3.1. İskelet Kası Anatomisi:**

İskelet kasları lokomotor sistemin parçalarından bir tanesidir ve istemli hareket etmemizi sağlayan en önemli bileşen olarak tanımlanmıştır. Bu önemli görevi sebebiyle hareketi ve hareket parametrelerinden olan güç, performans durumlarının yorumlanması için yapısının incelenmesi önem göstermektedir. Bu bağlamda sakatlık, risk analizi vb. konuların anlaşılması için de önemli bir yere sahiptir (Örteş ve Arslan, 2021).

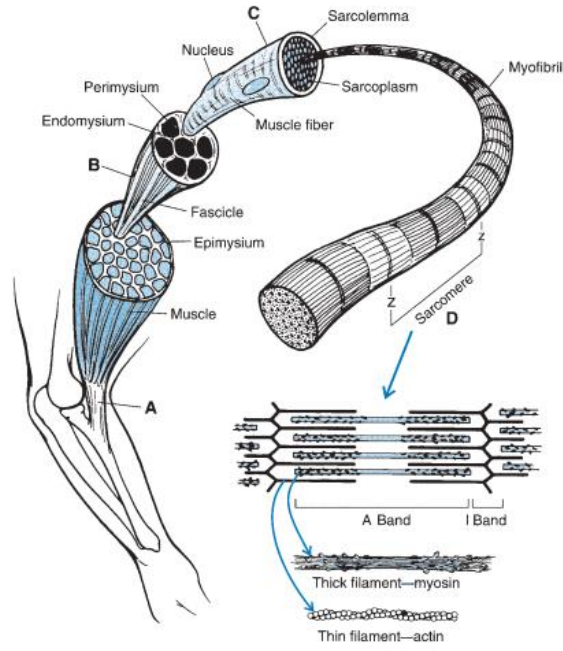
İskelet kasının farklı koşullar altında nasıl davrandığını, nasıl bir mekanizmayla çalıştığını, görevini yerine getirirken enerji ve ısı değişim tepkileri uzun yıllarca araştırılmıştır ve araştırılmaya devam edilmektedir (Hill 1922; Dem. vd., 1947).

Kaslar vücudun postürünü korumasına, travmalara ve alınabilecek darbelere karşı iç organları ve iskelet sisteminin korunmasına yardımcı olur. Bununla beraber tendonların

yardımlarıyla kemiklere bağlanarak istemli hareketin gerçekleşmesini sağlamaktadırlar (Serbest ve Eldoğan, 2014).

Kasın alışma mekanizmasının, kas biyomekaniğinin anlaşılabilmesi için kasların ve tendonların anatomik yapılarını ve yapılan harekete getiğindeki fiziksel ve kimyasal değişimlerin bilinmesi gerekmektedir (Serbest ve Eldoğan, 2014).

İskelet kaslarının lif yapısı, yüzlerce uzun silindirik hücre çekirdeğinden oluşmaktadır. Kas liflerin boyutları yaklaşık 10 – 100 µm kalınlığında ve 1 – 30 cm uzunluğundadır. Çok sayıda miyofiber bir araya gelerek kas liflerini oluşturmaktadır. Miyofiberler plazma zar tarafından çevrelenmiş sarkolemma olarak adlandırılan yapı içinde bulunurlar. Sarkolemma, vinsülin ve distrofin üzerinden ekstra miyofiberli hücre iskeletinin bir parçası olan sarkometrik Z çizgilerine bağlanır. Miyofiberler; ince (aktin), kalın (miyosin), esnek (titin) ve esnek olmayan (nebulin) filamanlar içeren birkaç sarkomerden oluşmaktadır. Kas liflerinin tümü endomsiyum olarak adlandırılan doku ile sarılmıştır ve lifler, demet veya salkım halindedirler. Demet halinde bulunan lifler bir araya gelerek kasları oluştururlar ve epimsiyum olarak adlandırılan doku ile evrilidirler. Genel olarak her kasın sonlanma noktası, aktif kasılma özelliği bulunmayan tendon denilen yapılar yardımlarıyla kemiğe bağlanır. Kaslar kasılırken uzayıp kısıalma yeteneğine sahiptirler fakat tendonlar kasılma hareketi gerçekleştiremez. Tendonlar esneme özelliğine sahip birimlerden oluşmaktadır. Perimsiyum ve epimsiyum yapılarının içinde bulunan kollajen lifler tendonlar boyunca devam eder. Epimsiyum, perimsiyum, endomsiyum ve sarkolemma paralel esnek bir parça olarak görev yaparlar. Kasların kasılmasıyla ortaya çıkan kuvvet, bu bağlayıcı dokular ve tendonların yardımlarıyla kemiklere aktarılır (Hamill ve Knutzen 2006; Nordin ve Frankel, 2012).



**Şekil 1.3:** İskelet kasının yapısına genel bakış (Hamill, 2006). A: Her iskelet kası tendonlar yardımıyla kemiklere bağlanır. B: Kas demetlerinin içinde bulunan lifleri göstermektedir. C: Kas liflerinin yapısını oluşturan miyofiberleri göstermektedir. D: Kasılmanın gerçekleştiği sarkomer olarak adlandırılan yapıyı göstermektedir. Kas hareketleri sarkomerin içinde bulunan aktin ve miyozinlerin birbirleri üzerinde kayması sonucunda gerçekleşmektedir.

Miyofiberlerin kasılan bölümünü aktin ve miyosin oluşturmaktadır. Titin ve nebulin ise miyofiber hücrelerinin bir parçasıdır. Miyofiberler kasılmanın ana elemanlarıdır. İnce liflerin ana bileşeni olan aktin, çift helis şeklindedir ve birbirlerinin etrafına sarılı iplikler gibi görünür. İki ilave protein olan troponin ve tropomiyosin, aktin helisin yapısında rolü olan iki önemli bileşendir. Bu iki protein kasılma esnasında aktin ve miyosin lifleri arasındaki ayrılmayı düzenlemekten sorumludur (Serbest ve Eldoğan, 2014)

### 1.3.2. Kas-İskelet Sistemi Nedir ve Görevleri Nelerdir?

İnsanda bulunan kas-iskelet sistemi, insanlara kas sistemini, iskelet sistemini ve bunlara yardımcı yapıları kullanarak hareket etme kabiliyeti sağlayan sistemidir. Kas-iskelet sistemi vücudun şeklini korumasını, desteği, dengeyi ve hareket etmesini sağlar (Chisholm, 1911).

İskelet kemikleri, kaslar, kıkırdak, tendonlar, bağlar, eklemler ve organları birbirine bağlayan diğer bağ dokuların bir araya gelmesi ile oluşur. Kas-iskelet sisteminin öncelikli görevi vücudu desteklemeyi, hareketi gerçekleştirmeyi ve hayati organların korunmasını kapsar (Mooar, 2007).

Sistemin iskelet kısmı yani kemiksel yapılar kalsiyum ve fosfor için ana depo olarak görev yapar ve kan içeriğinin denge içinde düzenlenmesi için kritik bileşenlerini içerir (Kahn, 2008).

Bu sistem, kemiklerin tendonlar ve bağlar gibi bağ dokusu yoluyla diğer kemiklere ve kas dokusuna nasıl bağlandığını açıklar. Kemikler vücudun dengeyi sağlamasında önemli rol alırlar. Kaslar kemiklerin yerlerinde sabit kalmasını sağlar ve iskelet sisteminin hareketini gerçekleştirir. Hareketin gerçekleşmesini sağlamak için farklı kemikler, eklemler sayesinde birbirlerine bağlanırlar. Kıkırdaklar, kemiklerin uç bölümlerinin doğrudan birbirine sürtünmesini önleyerek aşınmaları ve yaralanarak zarar görmelerini engeller. Eklemde gerçekleştirilmek istenen hareketi sağlayacak kemiği hareket ettirmek için kaslar kasılır ve tekrar eski haline dönerek hareketi gerçekleştirir (Kahn, 2008).

#### **1.4. Propriyosepsiyon Nedir?**

1900'lerin başlarında Sherrington terim olarak propriyosepsiyonu tanımlamış ve kullanmaya başlamıştır. Sherrington'un geleneksel tanımlamasına göre propriyosepsiyon, propriyoseptif bölgeden çıkan afferent bilgidir. Afferent bilgi olarak tanımladığımız veri, kaynağı olan mekanoreseptörler veya propriyoseptörler tarafından oluşturulur (Ellenbecker TS. 2004, Goble vd., 2005). Propriyosepsiyon altıncı duyu olarak da bilinmektedir. Kişinin hareket etmesini gerektiren bütün durumlarda propriyoseptif duyu olmalıdır. Vücudun dinamik ve statik hareketleri sırasında, vücudun koordinasyon içinde hareket etmesini ve postüral düzeni sağlamayan sistem olarak tanımlanmıştır (Duncan vd., 2016). Propriyosepsiyon eklemde bulunduğu pozisyonu algılama, iletme, iletilen verileri yorumlama ve amaçlanan postüral pozisyon için gerekli yanıtı verme mekanizmasıdır (Bayramoğlu 2005).

Goetz ise 'Textbook of Clinical Neurology' isimli kitabında, propriyosepsiyon, 'kas, tendon, eklem veya derideki duyu reseptörleri tarafından merkezi sinir sistemine iletilen postüral, pozisyonel veya kinetik bilgidir' şeklinde tanımlamıştır (Ellenbecker TS. 2004).

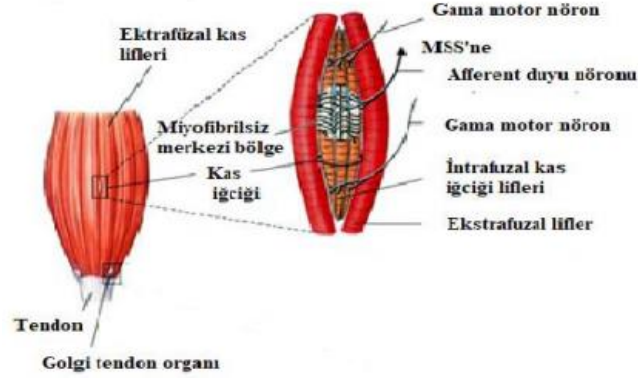
##### **1.4.1. Propriyoseptörler:**

Tendonlarda ve kaslarda duyu organları bulunmaktadır. Bu duyu organları propriyoseptör olarak adlandırılırlar. Propriyoseptörlerin görevi kaslardan, tendonlardan, pigmentlerden ve eklemlerden gelen duyu uyaranları ve değişimleri merkezi sinir sistemine (MSS) iletmektir (Fox vd., 2012). Bu sayede kaslardaki kasılma miktarı, kasın ne kadar esnediği, eklemde maruz kaldığı gerilim kuvvetinin miktarı, uyarının geldiği eklemde ve en

önemlisi bütün vücut kompozisyonu hakkındaki bilgileri aktarmaktadır. Bu bağlamda denge halinin gerçekleştirilmesini ve sürdürülmesinde önem gösteren kinestetik ve pozisyonel his gelişmektedir (İnal, 2013). En çok bilinen propriyoseptör çeşitleri kas içiği, golgi tendon organı, pacinian cisimcikleri ve ruffini organı olarak sayılabilir (Kaynak vd., 2015). Kaslardan ve eklemlerden gelen uyarılarla birlikte deriden gelen duysal uyarılar, görme duyusu (oküler sistem) ve iç kulakta bulunan denge merkezinden (vestibüler sistem) gelen uyarıların aynı anda bütünleştirilip değerlendirilmesiyle propriyoseptif duyu meydana gelmektedir (Bayramoğlu, 2010). Günlük yaşantımız için gerekli fonksiyonları, mesleki fonksiyonları ve yapılan spor branşının gerektirdiği fonksiyonları gerçekleştirilebilmesinde için propriyosepsiyon gerekmektedir. Kasların koordinasyon içinde kasılmasına, vücut bütünlüğünün sağlanmasına ve eklem refleks stabilizasyonunda önemli role sahiptir (Dilek, 2010).

#### **1.4.1.1. Kas İçiği:**

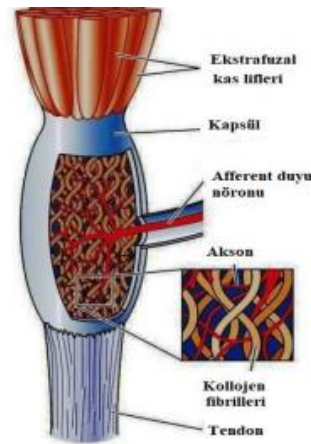
Kaslarda en fazla bulunan propriyoseptör kas içiğidir (Fox vd., 2012). Her içik 3-10 mm uzunluğundadır. Kas içikleri yaklaşık 3-12 adet küçük intrafuzel kas lifinin birleşmesiyle oluşmaktadır (Guyton ve Hall, 1996). Kasın yapısında bulunan liflere paralel şekilde uzanan kas içikleri kapsüllü yapıda olmakla beraber kas fibrillerine ve tendonlarına yapışık halde bulunurlar. Kas içikleri kas liflerinin gerilmesine ve boyunun kışalmasına karşı duyarlıdır. Pasif veya aktif şekilde kasta ortaya çıkan gerilim değişimlerini santral sinir sistemine iletirler ve buna cevap olarak özel reflekslerin meydana gelmesine sebep olurlar (Fidan vd., 2019). Kısaca, kas içiği kasın gerilim derecesini analiz ederek merkezi sinir sistemine iletir şeklinde tanımlanmıştır. Farklı dirençlerde devreye giren kas lifi sayısı değişim gösterdiği için gelen bilgiler değerlendirilip direncin üstesinden gelebilmek için kesin sayıdaki kas lifi aktif edilir (Fox vd., 2012).



Şekil 1.4: İskelet kasının içinde bulunan kas içiğine genel bakış (Fidan vd., 2019).

#### 1.4.1.2. Golgi Tendon Organı:

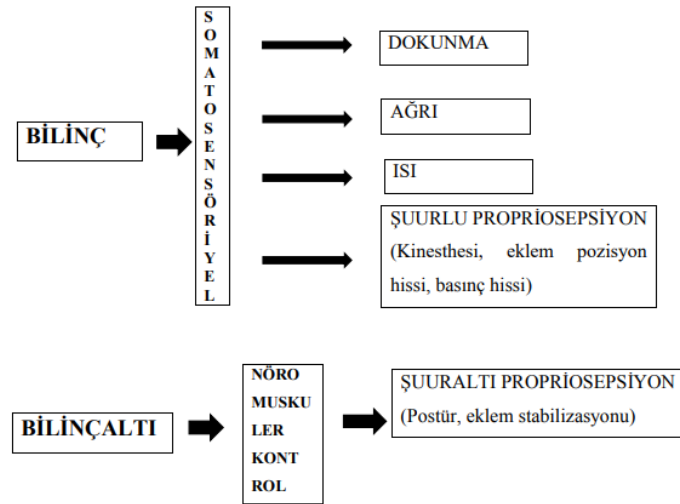
Kasların kemiklere birleşmesini sağlayan tendonların içinde golgi tendon organı olarak adlandırılan reseptörler bulunmaktadır. Golgi tendon organı tendonlardaki gerilim değişimlerini algılayarak kaslar tarafından ortaya çıkartılan kasılma hareketini kontrol eder (Schauf vd., 1990). Golgi tendon organı kapsüllü bir yapıya sahiptir ve içinden tendon lifleri küçük bir demet olarak geçer. Yaklaşık 10-15 adet kas lifi golgi tendon organına bağlanır ve bu kas lifi demetinin oluşturduğu gerilme ile uyarılır (Guyton ve Hall, 1996). Tendon bölgelerinde daha yoğun bulunan golgi tendon organı gerilimi algılar ve tendon ile bilgi alışverişi sağlar. Kas çok fazla gerilime maruz kalmış ise golgi tendon organı kasın daha fazla gerilim oluşturmasını engelleyerek yaralanmalara ve sakatlıklara karşı koruma sağlar (Fidan vd., 2019).



Şekil 1.5: Kasların kemiklere bağlandığı tendonlarda bulunan golgi tendon organına genel bakış (Fidan vd., 2019).

#### 1.4.2. Propriyosepsiyon ve Nöromusküler Kontrol İlişkisi:

İnsan vücudu uyum ve bütünlük içerisinde yerçekimine karşı doğru pozisyonunu, doğru postürünü koruyabilmek için eşsiz bir yetenek gösterir. Oldukça kompleks olan bu etkileşim santral sinir sistemiyle birlikte koordinasyon içinde çalışan alt ekstremité kas aktivitesi ile elde edilmektedir. Denge ve postüral kontrolün korunması daha önce de bahsettiğimiz gibi vizüel (görsel), vestibüler ve somatosensöriyel (kas-iskelet sistemi) sistemlerden gelen duysal bilgiler ile sağlanmaktadır. Bu periferal sistemlerden gelen afferent bilgiler, postüral kontrolün koordineli şekilde devamı için sinir sistemi tarafından değerlendirilip birleştirilerek işlenir (Ellenbecker, 2004). Nöromusküler kontrol, hareket duygusu ve eklem pozisyonunun hissi birleşerek propriyosepsiyonu oluşturmaktadır. Hareket duygusu ve eklem pozisyonu bilinçli bir şekilde algılanarak sistemsel kontrol gerçekleşmektedir. Nöromusküler bilinç dışında otomatik gerçekleşerek eklem pozisyonunu sağlamaktadır (Bosco ve Poppele 2001, Hagert 2010).



**Şekil 1.6:** Propriyosepsiyonun Komponentleri (Aslan, 2009). Bilinç düzeyinde somatosensöriyel sistem yardımıyla çalışan mekanizma, bilinçaltı düzeyde nöromusküler sistemin yardımı ile çalışmayı gerçekleştirmektedir.

Yürüme veya koşma gibi aktivitelerin vücut tarafından kontrolü kompleks nöral yollar olarak adlandırılan bütünleşmiş bir sistem tarafından gerçekleştirilmektedir. Kompleks nöral yolların yapısını medulla spinaliste bulunan santral hareket jeneratörleri ve ekstremitelerden gelen verileri toplayan ekstremité kontrolcülerini tarafından oluşturulmaktadır. Bu aktivitelerin ortaya çıkma mekanizmaları vücut tarafından otomatik olarak harekete geçirilmekte ve sürdürülmektedir. Gerçekleştirilecek hareketin

ortaya çıkması için gerekli fizyolojik ve mekanik mekanizmaların çalışması santral sinir isteminden hem ileri hem geri bildirim mekanizması sayesinde kontrol altında tutulmaktadır. Santral sinir sisteminden gelen ileri ve geri yönlü veriler ve periferik sinir sisteminden gelen afferent veriler ile birleştirilerek işleme tabi tutulmaktadırlar. Anlatılan bu işlem, değerlendirme ve mekanizmalar sağlıklı bir şekilde gerçekleştikten sonra hedef kas gruplarına yönelik kas aktivasyonu ve eklem stabilizasyonunun koordinasyon içerisinde devam ettirilmesi gerçekleşmektedir (Ellenbecker, 2004).

### **1.5. Sporda Denge**

Sportif performansı etkileyen birçok etmen bulunsa da denge en önemli faktörlerden birisi olarak sayılabilmektedir (Cote vd., 2005). Sporcunun sakatlanması veya yaralanması istenilmeyen bir durumdur. Sporcunun yaralanması sporcuyu hem mental hem de fiziksel performans olarak sportif performansta azalmaya sebep olabilir. Denge kurma ve dengeyi koruma performansının iyi olması yaralanma-sakatlık ihtimalini azaltacaktır. Sakatlanmaya sebep olabilecek önemli bir etmeni devre dışı bırakacaktır (Taşkın vd., 2015).

Her spor dalının kendine özel becerileri ve spor branşının gerektirdiği çevresel talepler, yapılan spor dalının özelinde postüral adaptasyonlar geliştirilmesine sebep olur. Bu postüral adaptasyonlar sporcunun denge yeteneği ve sportif performansını üst seviyeye taşıma ve başarı açısından önem göstermektedir (Paillard vd., 2006).

Üst düzey yani elit olarak tanımlanan sporcular yaptıkları spor dalının gereksinimlerini en üst seviyede gerçekleştirecek şekilde denge performansı sergilerler (Vuillerme vd., 2001).

Elit sporcular, branşlarının gereklilikleri doğrultusunda özelleşmiş postürü sürdürmek ve düzenlemek için duyuşsal bilgiyi etkin olarak kullanırlar. Sporcu için önem gösteren bu duyuşsal girdiler spor dallarına göre değişiklikler göstermektedir çünkü her spor dalının motor hareket kontrolünün sağlanması için gerekli bilgi sistemi kendine özel olarak gelişmektedir. Örneğin elit jimnastik sporcularında vücut oryantasyonu ve koordinasyonu için somatosensoryel yani kas- iskelet sisteminden gelen uyaranlar öncelikli olarak kullanılmaktadır (Bringoux vd., 2000). Elit dansçılarda ise vizüel yani görsel sistem postüral kontrolün düzenlenmesi ve dengenin sağlanması için diğer sistemlere göre ön plana çıkmaktadır (Erkmen vd., 2007).

Rehabilitasyon noktasına değinildiğinde ise günümüzde kabul gören çoğu rehabilitasyon protokolünün içinde denge egzersizlerini ve propriyosepsiyon içeren çalışmalar



görülmektedir. Rehabilitasyon ve antrenman programlarında sporcunun uzaysal düzlemde pozisyonel hissini ve sporcu algısının geliştirilip tekrar edecek sakatlanmaların önlenmesi amaçlanarak denge egzersizlerini ve denge çalışmalarını içermelidir (Haksever vd., 2017).

### **1.6. Denge ve Performans**

Postüral kontrolün sağlanması, sıralı, belli bir düzen içinde, kalıplaşmış mekanizmalar ile sağlanmaktadır. Bu süreçte görsel, işitsel ve serebellar sistemden alınan bilgilerin birleştirilmesi ve birbiri ile uyumlu hale getirilmesi gerekmektedir. Sportif faaliyetler somatosensör ve otolit sistemlerin bilgiyi kullanma yeteneklerini artırır. Bu durumun sonucunda postüral yeteneklerin ve alınan bilgilerin işleme kabiliyetinde artış gerçekleştiği görülür. Postüral değişimler ilgilenilen spor dalının özelliklerine göre farklılıklar gösterebilmektedir.

Gelişmekte olan bu postüral adaptasyonlar vizüel, vestibüler ve serebellar sistemlerden gelen bilgilerin santral sinir sistemi tarafından düzenlenmesi ve işlenmesi sonucunda sağlanmaktadır. Her bir sensor veri kaynağı postüral kontrolde önemli bir yere sahiptir. Bir hastalık veya sakatlık durumunda sensor girdiler azalır veya sorunla karşılaşır denge kontrolünde aksamalar ve sorunlar karşımıza çıkmaktadır. Bu durum sensor sistemlerin postüral kontrol mekanizmasındaki önemini ortaya koymuştur (Kuo vd., 1998). Bu bilgiler ışığında gerçekleştirilmiş bazı araştırmada uzun süreli ve düzenli olarak yapılan sportif faaliyetlerin sensor adaptasyonlar üzerine olumlu etkisi kanıtlanmıştır (Perrin vd., 1991). Elit sporcular postürün organize edilmesinde her bir spor dalının gereklilikleri ile ilişkili olarak özel sensor bilgileri kullanmaktadır (Vuillerme vd., 2001). Bu çalışmalar ışığında her bir spor dalının gereklilikleri ile ilişkili olarak farklılık gösteren postüral motor stratejilerin geliştirildiği ifade edilebilir.

Yapılan çalışmaların ışığında sporda başarının, becerinin, performans seviyesinin ve spor dalına özel olarak gösterilen sportif kabiliyet için dengenin temel unsurlarından olan propriyosepsiyonun önemli etmenlerden birisi olduğunu söylenmektedir (Dane 2006, Mononen vd. 2007). Bununla birlikte literatürde farklı spor branşlarının kendine özgü gereklilik gösterdiği denge özelliklerini ortaya koyan veya birbirleri ile ilişkilerini inceleyen yeterli sayıda çalışma bulunmamaktadır.

### **1.7. Denge Ölçümünün Önemi**

Denge performansının kusursuz olarak ortaya konulabilmesi, farklı organ duyu sistemlerinin (görsel sistem, vestibüler sistem, serebellar sistem) bütün olarak doğru,

sağlıklı ve koordinasyon içinde çalışması ile gerçekleştirilebilir. Denge performansını “statik ve dinamik denge” olarak iki başlık altında değerlendirilerek test edilebilir. Sporcunun atletik performansı için son derece önemlidir ve göz önünde bulundurulması gerekmektedir (Köseoğlu, 2000).

Birçok spor branşı kendi teknik gereklilikleri doğrultusunda teknik becerileri içerir ve müsabaka anında en zorlu anlarda bile bu gerekliliklerin kusursuz şekilde yerine getirilmesi başarıya ulaşmada önemli bir etmendir. Gerçekleştirilen spor branşı doğrultusunda bazı durumlarda iki ayak üzerinde dururken bazı durumlarda yerçekimine karşı mücadele ederken bazen de ikili mücadele gerçekleştirilirken bu denge ihtiyaçlarının eksiksiz şekilde ortaya konulması gerekir. Bu durumlarda, denge ve alt parametrelerinin gerçekleştirilebilmesi, sportif başarı durumunu etkileyen önemli faktörlerdendir (Ambegaonkar vd., 2013).

Schmidt'e göre denge, sporda maksimum performans gösterebilmek için gereken postüral kontrolün sağlanması ve korunması için temel unsurlardan biridir. Spor branşları içinde postüral ani değişiklikler içeren spor branşlarının temelini oluşturmaktadır. Bütün spor branşlarının kendi gereklilikleri doğrultusunda denge becerisine ihtiyaç duymaktadır (Altay, 2001).

Çoğu zaman denge performansı, doğrudan denge ve akrobatik beceri gerektiren spor dalları söz konusu olmadığı zaman denge performansının antrenmanlara eklenmesinin gerekli olmadığı düşünülmektedir. Fakat dengenin önemini ön plana çıkaran asıl nokta hareketin zorluk derecesine göre, hareketin her koşulda başarılı şekilde ortaya konulabilmesi, dengenin her spor branşı için önemini ortaya koymaktadır.

Spor müsabakalarında sporcuların ağırlıklı olarak hareket içerisinde-anında rekabet göstermeleri ve hareketli dengenin sağlanmasının daha zor olması sebebiyle dinamik dengenin spor dalına uygun özellikleri belirlenip ön plana çıkartılarak antrenman programına eklenmesi gereklidir (Ambegaonkar vd., 2013).

### **1.8. Denge Antrenmanlarında ve Rehabilitasyon Programında Kullanılan Aletler**

Denge antrenmanı ve rehabilitasyon protokollerinde kullanılan yardımcı cihazların temel mantığı düzensiz yüzey oluşturarak kişinin dengede kalmasını sağlama amacıyla vestibüler, oküler ve kas iskelet sisteminden gelen uyarıların artırılması doğrultusunda gelen uyarıların işlenerek ortaya konulan denge yeteneğinin artması hedeflenmiştir.

Denge Tahtaları:



**Şekil 1.7:** Denge Tahtaları. Farklı şekillerde tasarlanarak, düzensiz zemin prensi temeline göre denge antrenmanlarının gerçekleştirileceği denge aletleri.

Pilates Topları:



**Şekil 1.8:** Pilates Topları. Pilates topları yapısı gereği esneyebilme özelliklerinden faydalanılarak düzensiz zemin oluşturularak denge antrenmanlarında kullanılmaktadır.

Denge Pedleri:



**Şekil 1.9:** Denge Pedleri. Denge pedleri imal edikleri malzemelerin özelliklerinden dolayı düzensiz zemin oluşturma imkânı sağlar. Bu sayede denge pedleri, denge antrenmanlarında kullanılmaktadır.

### 1.8.1. Bosu Topu

Bosu topu alt kısmı plastik üst kısmı esneyebilen ve dayanıklı malzeme kullanılarak imal edilmiş yarım küre şeklindeki egzersiz aletidir. Çalışma prensibi olarak içi hava doldurulan yarım küre şeklindeki alet havanın akışkanlık göstererek yer değiştirme

prensibini benimsemiştir. Sert zemine konulmuş yarım küre üzerine sporcu çıktığı zaman kürenin içindeki havanın belirsiz şekilde yer değiştirmesi ile düzensiz yüzey oluşturulmuş olur. Sporcu veya rehabilitasyon programındaki hasta düzensiz yüzey üzerinde pozisyonunu korumaya çalışarak denge antrenmanı gerçekleştirmiş olur. Cihazın çok yönlü olarak kullanılabilmesinden dolayı egzersizlerin ve denge çalışmalarının modifiye edilerek çeşitlendirme imkânı tanır.



**Şekil 1.10:** Bosu Topu. Yarım küre şeklinde tasarlanmış bosu topu un içi hava doludur. Üzerine uygulanan basınç sayesinde kapalı sistem içerisindeki havanın düzensiz şekilde sıkışarak hareket etmesi sebebiyle düzensiz zemin etkisi oluşturur.

### 1.9. Denge Egzersiz Örnekleri



**Şekil 1.11:** Tek Bacak Kullanılarak Denge Egzersizleri Örneği. Egzersizi uygulayan kişi tek ayağı üzerinde çalışmayı yapmaktadır. Bunun amacı yüzey alanını azaltarak dengeyi geliştirmektir.



**Şekil 1.12:** Denge Tahtası ile Çeşitlendirilmiş Egzersiz Örneği. Denge tahtası kullanılarak oluşturulan düzensiz yüzeyde farklı şekillerde modifiye edilip uygulanan denge egzersizleri görülmektedir.



**Şekil 1.13:** Bosu Topu Kullanılan Egzersiz Örnekleri. Bosu topu sayesinde oluşturulan düzensiz zemin kullanılarak yapılan farklı denge çalışmaları örneklendirilmiştir.

### 1.10. Rehabilitasyon ve Denge

Gündelik hayat faaliyetlerimizi gerçekleştirirken hayatımızın her alanında denge yeteneğini kullanmaktayız. Sedanter bir bireyin yaralanma veya travma sonrasında yaşadığı sorunları ortadan kaldırmak için rehabilitasyon programına denge egzersizleri eklenmelidir. Aynı şekilde sakatlık veya yaralanma yaşayan bir sporcunun sakatlık öncesi performansına ulaşabilmesi için tedavi sürecinde ağrı tedavisi, günlük hayat faaliyetleri için fonksiyonel çalışmalar ve spora geri dönüş için kullanılan rehabilitasyon protokollerine ek olarak denge çalışmalarının eklenmesi ve dengenin tekrar eski seviyesine getirilmesi sportif performans açısından önemlidir. Günümüzde kullanılan çoğu rehabilitasyon protokolünde artık denge çalışmaları ve fonksiyonel antrenman

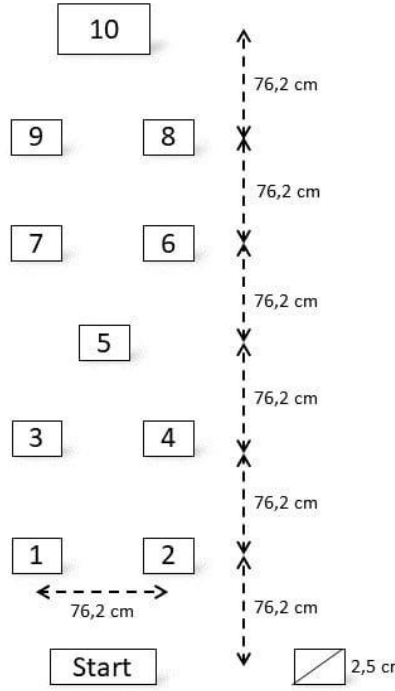
programı, rehabilitasyonun vazgeçilmez parçalarından biridir. Bu antrenman ve rehabilitasyon uygulamaları hastanın algısını, pozisyonel hissini geliştirme hedefi doğrultusunda yeniden yaralanma riskini azaltmak için denge çalışmalarını ve propriyoseptif sisteme yönelik egzersizlerini içermelidir (Haksever vd., 2017). Travma, serebrovasküler olaylar, cerrahi girişim veya yaşlanmanın etkisiyle vücudun pozisyonel hissini algılamasında ciddi sıkıntılar ortaya çıkmaktadır (Diraçoğlu vd., 2005; Howe vd.,2007; Mckeen vd., 2008; Golçalves vd., 2009; Liao vd., 2013; Baltacı vd., 2013; Galeano vd., 2014). Özellikle bu tür problemlerle karşılaşıldığında bireyin düşme ve sakatlanma riski artmaktadır. Bu durumlarda tedavi protokolünde denge eğitimi ve antrenmanı vazgeçilmez bir parçadır (Oliver ve Dj Brezzo 2009; Rugelj, 2010,).

### **1.11. Denge Ölçüm Yöntemleri**

Denge ölçümünün amaçları arasında denge performansı hakkında nicel bir değer elde etmek vardır. Elde edilen nicel değer sayesinde yeteneğin seviyesi, antrenman sonrasında yeteneğin seviyesindeki değişimin takibi ve klinik uygulamaların etkinliğinin ölçülmesi gibi amaçlar için kullanılmaktadır (Sihvonen, 2004). Günümüzde denge ölçümü için farklı yöntemler ve testler kullanılmaktadır. Basit bir ekipman veya platform kullanarak yapılan testleri “manuel testler” olarak isimlendirilmiştir. Manuel testlerin yanında daha klinik kullanıma uygun olarak tasarlanmış ve maliyeti daha yüksek cihazlar kullanılarak yapılan ölçümleri “cihazlı denge analizi” olarak isimlendirilmiştir.

## 1.11.1. Manuel Ölçüm Yöntemleri

### 1.11.1.1. Modifiye Bass Balance Testi (Statik-Dinamik Denge)



Şekil 1.14: Modifiye Bass Balance testinin uygulama platformunun şeması (Ambegaonkar vd., 2011).

Şekil 1.14'teki test platformu kullanılır. Sporcu başlangıç noktasında sağ ayağının üzerinde hazır bekler. Sporcu teste başlamaya hazır olduğunda birinci sıçramayı gerçekleştirir ve sol ayağının parmakları üzerine düşer. Tam 5 saniye bekledikten sonra üzerinde durduğu sol ayağı ile ikinci sıçramasını gerçekleştirir ve sağ ayak parmakları üzerinde dengesini sağlar. 5 saniye aralıklarla test bitiş noktasına kadar sıralı ayaklar ile test devam eder. Dikkat edilmesi gereken noktalardan bir tanesi de sıçramaları gerçekleştirdikten sonra sporcunun topuğunun üzerine basmamasıdır. Sporcunun 5 saniyelik aralıkları şaşırması için dakikada 60 ritim vuruş yapan metronomdan yardım alınır (Ambegaonkar vd., 2011).

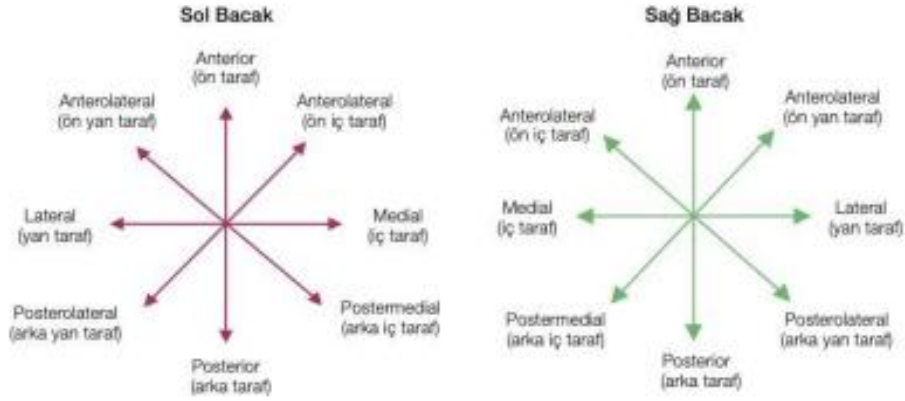
Testin avantajı:

Test her ne kadar bilimsel çalışmalar için uygun görünmüyor olsa da en büyük avantajı sporcunu gelişimini takip etme amacıyla kullanıldığında kalabalık gruplarda uygulanabilirliğinin kolay olmasıdır (Ambegaonkar vd., 2011).

Testin dezavantajı:

Test noktaları arasındaki 76.2 santimetrelik mesafe standart olduğu için bacak boyu farklılık gösteren sporcularda adil olmayan bir protokol sunmaktadır (Ambegaonkar vd., 2011).

### 1.11.1.2. Yıldız Denge Testi (Statik-Dinamik Denge)



**Şekil 1.15:** Yıldız denge testinin sağ ve sol bacak için hareket vektörlerini gösteren test platformu gösterilmiştir (Yücel vd., 2020).

Şekil 1.15'teki test platformu kullanılır. Yıldızın merkezine test edilecek ayak yerleştirilerek test pozisyonu alınır. Test sürecinde eller belde sabitlenir ve test boyunca ellerin pozisyonu değiştirilmemelidir. Sporcu hareketli olan ayağını çizgilerin sırasını takip ederek her çizgi için ulaşabileceği en uzak noktaya ayak parmak ucu ile dokunmaya çalışır. Dokunulan en uzak noktaya test yürütücüsü tarafından daha sonra ölçülmek için işaret konulur. Ardından tekrar başlama noktasına döner ve sıradaki çizgiyi için harekete geçer. 8 çizgi bu şekilde tamamlanır. Test yürütücüsü test sonunda elde edilen mesafeleri çizelgeye kaydeder (Yücel vd., 2020). Bununla beraber bacak boyu uzunluğunun testte farklılık oluşturmaması için “uzanılan uzaklık/bacak uzunluğu\*100” formülü kullanılarak normalleştirme yapılabilir (Khuman vd., 2014).

Hatalı Davranışlar:

Ellerin belden ayrılarak konumunun değiştirilmesi,

Maksimum mesafeye ulaşıldıktan sonra tekrar başlangıç noktasına dönmek,

Doğru yöne doğru testi gerçekleştirmemek,

Dengenin bozularak ayağın yere dokunması,

Maksimum mesafenin ölçülmesi için zemine dokunmak yerine basmak ve ağırlık merkezini değiştirmek hatalı davranış olarak gösterilir ve testin güvenilirliğinin azalmasına sebep olur.



### 1.11.1.3. Flamingo Denge Testi (Statik Denge)



**Şekil 1.16:** Flamingo denge testinin uygulanması için kullanılması gereken genellikle ahşap malzemedен imal edilen test ekipmanı (Tsigilis vd., 2002).

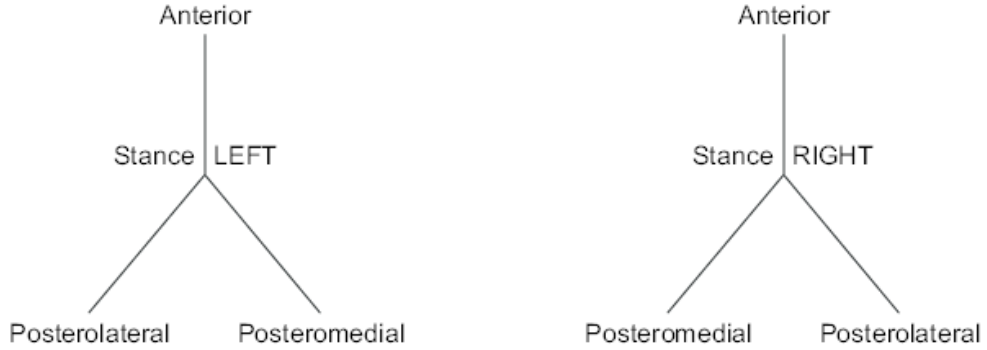
Sporcuların statik dengelerini test etmek için kullanılan testlerden birisidir. Testler için güven sınırı olarak kabul edilen 0,70 altında güvenilirlik kat sayısı rapor edilmiştir (Tsigilis vd., 2002). Statik dengenin nicel değerlendirmesi gerçekleştirilir. Ölçüm yapılan kişinin denge becerisiyle beraber bacak kasları ve pelvik kaslarının kas kuvvetini de değerlendirmemize olanak sağlar (Altinkök ve Ölçücü, 2012).

Test materyali olarak Şekil 1.16'da gösterilen alet kullanılır. Test materyali, uzunluğu 50 santimetre, yüksekliği 5 santimetre ve 3 santimetre genişliğinde ahşap parçadır. Bu materyal 15 santimetre uzunluğunda ve 4 santimetre genişliğinde iki ahşap parça yardımı ile desteklenmektedir. Ölçümün sorunsuz gerçekleşmesi için düz ve kaygan olmayan bir zemin tercih edilmelidir (Tsigilis vd., 2002).

Testin Uygulanışı:

Sporcu seçili ayağı ile test materyalinin üstüne çıkar ve başlangıç dengesini kurmak için test yöneticisinden destek alabilir. Sporcu boşta kalan bacağı dizden itibaren kalçasına doğru kıvrarak aynı yöndeki eli ile tutar. Sporcu pozisyonunu kurup dengesini sağladığı zaman test kronometreyle senkronize şekilde başlatılır. 60 saniye içerisinde sporcu her dengesini kaybettiğinde kronometre durdurulur ve başlangıç pozisyonu sağlandığında kronometre tekrar başlatılır. 60 saniye içinde sporcunun kaç kere dengesini kaybettiği not alınır (Wood, 2008).

#### 1.11.1.4. Y Balance Testi (Dinamik Denge)



**Şekil 1.17:** Y Balance testinin sağ ve sol bacak için hareket vektörlerini gösteren test platformu gösterilmiştir (Sarshin vd., 2011).

Ölçüm yapılan kişinin dinamik dengesini ölçmek için kullanılır. Testin geçerlilik ve güvenilirlik aralığı intrarater 0,85-0,01 ve interrater aralığı 0,99-1,00 olarak belirtilmiştir (Plisky vd., 2009). Y balans testi, güç, esneklik, çekirdek kontrolü ve propriyosepsiyon gerektiren tek ayaklı duruş pozisyonunda gerçekleştirilen hareketli bir testtir. Sporcunun bedensel denge performansını değerlendirmek, denge durumunda alt ekstremitenin simetri durumunu gözlemlemek ve sporcunun yaralanma açısından risk seviyesinin kontrolü için kullanılan testtir (Türkeri vd., 2020).

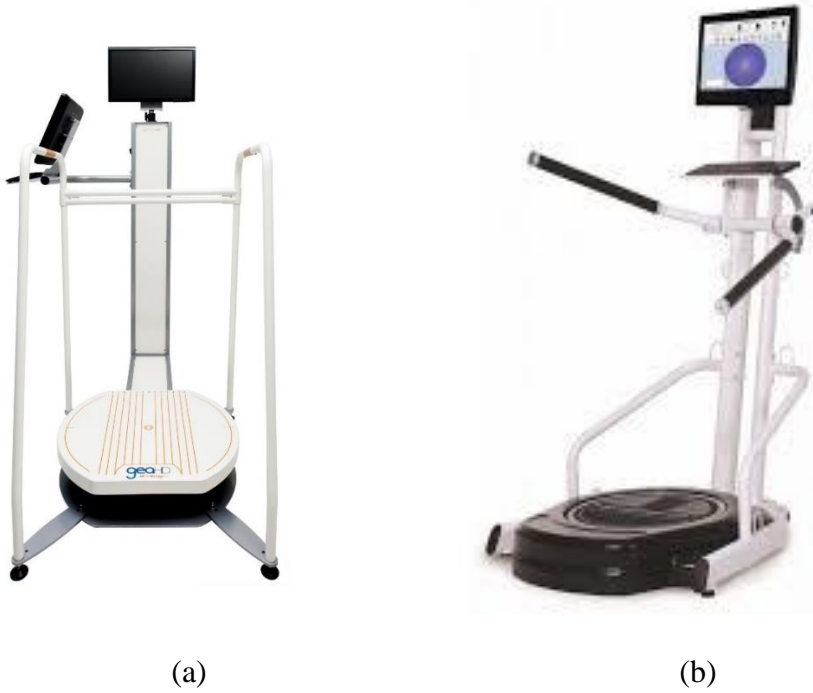
Testin Uygulanışı:

Sporcu referans noktasında tek ayağı üstünde dengede dururken diğer ayağı ile mümkün olan ulaşabileceği en uzak mesafede anterior, posterolateral ve posteromedial yönlerde uzanması istenir. Bu test dinamik yapısının yardımı ile sporcunun denge gücünü ve stabilizesini farklı yönlerde ölçer. Test puanı 3 uzanma yönünde ulaşılan mesafeler toplandıktan sonra ölçülen alt ekstremita uzunluğuna normalleştirilmesi ile hesaplanır. Güvenilir ve tutarlı test materyali ve değerlendirme çizelgesi gereklidir (Haksever vd., 2017).

#### 1.11.2 Cihaz Kullanarak Denge Ölçümü

Denge ölçümünü daha otonomik ve güvenilir yapmak için geliştirilmiş cihazlar bulunmaktadır. Bu cihazlar klinik ortamda kullanılmaya daha uygun, taşınması ve sahada

kullanıma pek elverişli olmayan cihazlardır. Genellikle ölçüm yöntemi olarak platformun altında bulunan basınç sensörleri yardımıyla veri toplar. Ölçümü yapılan kişinin vücut ağırlığı ve denge dağılımı sebebiyle zemine uyguladığı basınç değişimi ve hareketlilik sensörler tarafından ölçülüp yazılım yardımı ile değerlendirilerek puanlama yapılır. Bu cihazlara Korebalance ve Vertigomed GEA cihazları örnek gösterilebilir. Cihaz ağırlığı, boyutu ve kullanılan teknoloji sebebiyle taşınması ve sahada kolay kullanımı pek mümkün değildir. Klinik sınıf cihazlar olarak kullanılmaktadırlar.



**Şekil 1.18:** Vertigomed GEA (a) ve Korebalance (b) cihazı elektronik sistemleri sayesinde farklı dirençlerde ve seviyelerde denge antrenmanı ve rehabilitasyon programı için kullanılma imkân veren cihazlardır.

Klinik tipi cihazlar yüksek ölçüm doğruluğu ve güvenilirliği sebebiyle kliniklerde daha çok tercih edilmektedir. Fakat saha kullanımı için daha portatif ve kullanım kolaylığı gerektiren cihazlara ihtiyaç doğmuştur.

Literatürde saha kullanımına ve sportif faaliyetlerde kullanıma uygun portatif cihazlar da bulunmaktadır. Bunlardan bir tanesi de Cosmogamma Sigma (Sigma System Cosmo Gamma, İtalya) cihazıdır. Cosmogamma Sigma platformun konumundaki değişimleri algılamak ve salınım açısını değerlendirmek için özel sensörlerle donatılmıştır. Cihaz toparlanan verileri yazılımına aktararak verilerin analizini gerçekleştirmektedir. Portatif ve saha kullanımına uygun olması amacıyla Afyon Kocatepe Üniversitesi Spor Bilimleri

Fakültesi ve Biyomedikal Mühendisliği tarafından kablosuz ve portatif kullanıma uygun olarak vücudun savrulmasını akselerometre sensörü ile ölçen Fitbalans cihazı geliştirilmiştir.



Şekil 1.19: Cosmogamma Sigma cihazı.

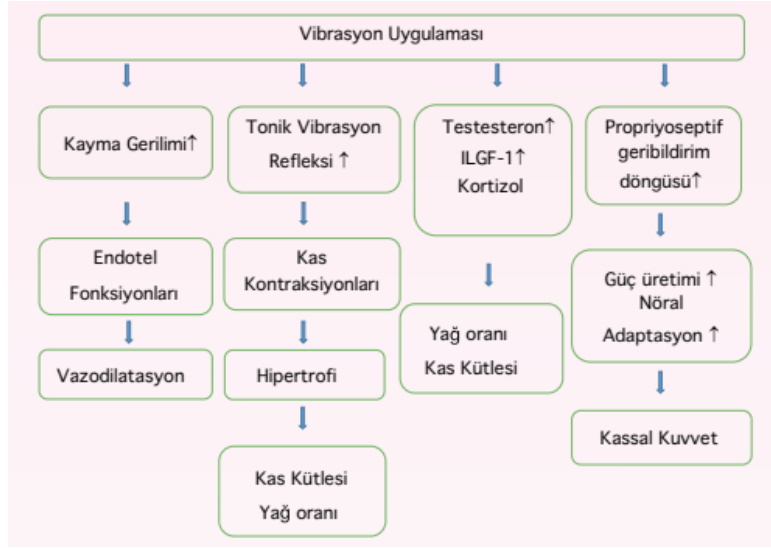
### 1.12. Titreşim Nedir?

Cismin periyodik hareketlerle dinlenme durumuna göre düzenli veya düzensiz olarak gerçekleştirdiği salınım hareketleri titreşim olarak tanımlanmıştır (Griffin, 1996; Cardinale ve Bosco, 2003). Vibrasyon, bir düzenek veya cihaz yardımıyla oluşturulan mekanik salınımların genellikle ayaklardan başlayarak tüm vücuda iletilmesin olarak tanımlanmıştır (Sa-Caputo vd,2014)

### 1.13. Tüm Vücut Vibrasyon ve Fizyolojisi:

Son yıllarda tüm vücut titreşim uygulamaları rehabilitasyon yöntemi olarak, egzersiz ve antrenman yöntemi olarak kullanılmaya başlamıştır. Tüm vücut titreşim uygulamalarını içeren çalışmaların sayısı artmaktadır (Tomas vd., 2011). İlk olarak Rus bilim insanı Vladamir Nazarov tarafından uzayda astronotların yerçekimsiz ortam sebebiyle kas atrofisine uğrama ve kemik yoğunluğu kaybını minimuma indirme amacıyla geliştirilmiştir (Koç ve Erman, 2012). Tüm vücut vibrasyon uygulaması, titreşimli bir platform kullanılarak bireyin ayakları üzerinde bu platformun üzerine çıkması ile uygulanır. Birey platform üzerindeyken mekanik uyarıların ayaklardan başlayarak tüm

vücuda iletilmesiyle gerçekleşir şeklinde tanımlanmıştır (Musumeci 2017; Song vd., 2018). Tüm vücut vibrasyon cihazı bireyin kas-iskelet sisteminde etkileşim oluşturabilecek titreşim vermektedir (Koç ve Erman, 2012).



**Şekil 1.20:** Tüm vücut vibrasyon uygulamasının ortaya çıkardığı genel fizyolojik özellikler gösterilmektedir (Türkmen ve Köse, 2016).

Vibrasyon hem merkezi sinir sisteminin motor emirleri üzerinde hem de spinal seviyedeki refleksler üzerinde etki göstermektedir (Naito vd., 2002). Tüm vücut vibrasyon uygulamasına nörofizyolojik yanıt, spinal reflekslerle, kas ayarlama mekanizmasıyla ve merkezi sinir sistemindeki motor komutla ilişkilidir (Stania vd., 2016). Herhangi tendona veya kasa vibrasyon uygulandığı zaman kasta ortaya çıkan ani spinal refleks tonik vibrasyon refleksi olarak adlandırılır. Tonik vibrasyon refleksinin açığa çıkmasını sağlayan propriyoseptör kas içiğidir (Burke vd., 1976). Tüm vücuda iletilen titreşimlerin sonucunda vücut tarafından algılanan mekanik uyarılar tendonlara iletilir. Tendonlara iletilen mekanik uyarılar daha sonra alfa motor nöronları aktif ederek kas kontraksiyonu meydana getirirler. Tonik vibrasyon refleksinin mekanizması bu şekilde tanımlanmıştır (Dallas vd., 2014). Düşük frekanslı vibrasyon uygulaması meissner cisimciğiyle (dokunmayı algılayan reseptör), yüksek frekanslı vibrasyon ise pacini cisimciğiyle (basıncı algılayan reseptör) algılanarak propriyoseptif sisteme katılmaktadır (Şahan, 2020).

#### 1.14. Titreşim ve Performans

Tüm vücut titreşim uygulamasının ortaya çıkaracağı merak edilmektedir. Son zamanlarda tüm vücut titreşimin etkilerini araştıran çalışmaların sayısı artmaktadır. Özellikle 2000’li

yıllara geçildikten sonra titreşim uygulamalarının egzersiz, antrenman ve rehabilitasyon yöntemi olarak kullanıldığı çalışmaların popülerlik kazanmasıyla birlikte titreşim uygulamasında kullanılan cihazlar ortaya çıkmıştır (İşler, 2007). İlk başta geliştirilen cihazlar öncelikle egzersiz ve antrenman öncesi titreşim uygulaması gerçekleştirilerek kasal yorgunluğu azaltma amacıyla kullanılmıştır (Lorenzen vd., 2009). Yapılan bazı çalışmalarda kuvvet antrenmanı öncesi ısınma periyodu olarak titreşim uygulaması ve titreşim antrenmanları kullanılmıştır (Cormie vd., 2006). Düşük frekanslı titreşim uygulamaları kasta bulunan kas iğciğini aktive ederek tonik vibrasyon refleksi açığa çıkarmaktadır. Bu bağlamda tonik vibrasyon refleksiyle alfa motor nöronların uyarılarak istemsiz kas kasılmasının meydana gelmesini sağladığı belirtilmiştir (Cochrane 2011, Delecluse vd., 2003).

Tüm vücut titreşim antrenmanı hem genç hem yaşlı bireylerde kuvvet antrenmanı çeşidi olarak tanımlanmıştır (Lienhard vd., 2017). Wirth vd., (2011) yapmış oldukları çalışmada tüm vücut vibrasyon uygulamasının gövde kası aktivasyonuna etkisini incelemişler ve düşük ila orta derecede kuvvet artışı olduğunu göstermişlerdir. Mester vd., (2006) kuvvet antrenmanı ile kombine şekilde uygulanan ve tonik vibrasyon refleksi aktive eden titreşim uygulamasının kastaki maksimal istemli kasılmayı arttırdığını belirtmişler. Roelants vd., (2004) tarafından 89 kadın üzerinde yapılan 24 hafta süresince haftada 3 gün olmak üzere titreşim platformu üzerinde statik ve dinamik diz-ekstansör egzersizleri uygulanmış ve etkileri gözlenmiştir. Çalışmanın sonucunda izokinetik kuvvet, izometrik maksimal istemli kas kasılmasında ve sıçrama yüksekliğinde artış gözlenmiştir.

Elit erkek voleybolcular üzerinde 8 hafta süreyle uygulanan vibrasyon antrenmanının pozitif etkilerini gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Kim vd., 2016). Amatör ve elit erkek futbolcular üzerinde yapılan bir diğer çalışmada akut vibrasyon antrenmanının dengeyi arttırdığı belirtilmiştir (Cloak vd., 2016).

Literatürde tüm vücut titreşim uygulamasının kas kuvveti, istemli kasılma ve denge üzerine olumlu etkilerini gösteren çalışmalar olduğu gibi uygulamanın etki göstermediği veya olumsuz etki gösterdiği çalışmalar da mevcuttur. Samuelson vd., (1989) yaptıkları çalışmada titreşimin maksimal izometrik kasılma dayanıklılığının üzerine etkileri araştırılmış. Çalışmaya katılan 14 erkek bireye maksimal izometrik diz ekstansiyonu sırasında titreşim uygulaması yapılmış ve etkileri gözlenmiş. Çalışma sonucunda izometrik diz ekstansiyonu dayanıklılığının %30 azaldığı gözlemlenmiş. Rittweger vd.,

(2003) tarafından 10 kadın ve 9 erkek birey üzerinde titreşim uygulamasının ağır squat egzersizleriyle kombine edilerek nöromusküler performansa etkisi araştırılmış. Yapılan çalışmanın sonucunda izometrik kuvvette ve sıçrama yüksekliğinde anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Bu araştırma örneklerinin sonuçlarının çeşitliliğinin sebebi olarak titreşim antrenmanlarındaki metotların farklılığı gösterilmektedir (Cochrane vd., 2010).

### **1.15. Futbol ve Denge İlişkisi**

Dünyada en fazla yapılan spor branşı futboldur. Futbol sporunun gerekliliği ve maksimum performansın başarılı şekilde ortaya çıkartılabilmesi için patlayıcı koşular, ani durmalar, top sürme becerisi, sıçrama yeteneği, çeviklik, denge gibi teknik becerilerin en doğru şekilde uygulanmalıdır (Andersson, vd., 2008; Carling, vd., 2008). Bu teknik beceriler futbolcunun başarısı ve müsabaka başarısı için öneme sahiptir (Karakuş ve Kılınç, 2006). Futbolda en önemli teknik becerilerin başında top sürme yeteneği gelmektedir. Top sürme yeteneği, oyuncu geçme, pas atma, şut çekme gibi yeteneklerle birlikte sporcuyla daha etkili hale getirilmektedir (İşbilir, 2010). Bahsedilen teknik becerilerin koordinasyon içinde ve başarılı şekilde ortaya konulabilmesinin temelinde denge becerisi yatmaktadır. Denge futbol sporunun gerekliliklerinin en başarılı ve optimal şekilde ortaya çıkarılmasında temel görevi üstlenmektedir (Evangelos vd., 2012). Futbolcular müsabaka sürecinde dengelerini bozan birçok etmenle karşılaşmaktadırlar. Denge bozulduktan sonra en hızlı şekilde dengeyi yeniden kurmaları ve gerekli becerileri en iyi şekilde ortaya çıkarmaları gerekmektedir. Bu beceriler ortaya çıkarılmadığında sporun gereklilikleri karşılanamamakta ve performansta düşüşler beklenen durum haline gelmektedir (Güler, 2018).

Denge performansının futbolun teknik beceri gereklilikleri üzerine etkilerini incelemek için yapılan çalışmada modifiye denge antrenmanı kullanılmıştır. Yapılan çalışmanın sonucunda deney grubunda yapılan denge çalışmasıyla birlikte şut atma becerisi arasında anlamlı bir fark oluşmuştur (Akyüz, 2017).

Yapılan bir diğer çalışmada futbolcuların dominant ve diğer bacağı arasındaki denge farklılıklarının şut isabeti üzerine etkisi araştırılmış. Araştırmanın sonucunda denge becerisi ve şut isabeti arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmuştur (Tracey, vd., 2012).

Yapılan çalışmada 4 haftalık alt ekstremite denge antrenmanı uygulanmış yapılan ölçümler sonucunda postüral salınıminin azaldığı ve denge yetisinde artış gözlenmiştir (Sayenko vd., 2012).

Benzer şekilde tasarlanan çalışmada katılımcılara 10 haftalık denge antrenmanı uygulaması yapılmış. Tek bacak dinamik denge becerisi üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada 10 haftalık antrenman programı sonucunda denge performansında anlamlı bir artış olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Holm vd., 2004).

Bu çalışmalar ışığında antrenman programına eklenen ekstra denge antrenmanlarının futbolcunun performansına ve futbolun gerektirdiği teknik becerilerin seviyesinde olumlu etkiye sahip olabileceği düşünülmektedir.

### **1.16. Titreşim ve Denge**

Sporla başarılı bir performans gösterebilmek için vücut kompozisyonunu ortaya koymak ve bunu sürdürülebilmek önemlidir. Bu bağlamda denge hani pozisyonel değişiklikler içeren dinamik spor dalları için temel oluşturmaktadır (Altay, 2001). Bütün spor dalları kendi gereklilikleri doğrultusunda denge içermektedir (Gökmen, 2013).

Literatürde tüm vücut titreşim uygulamasının denge üzerine olan etkilerini araştıran çalışmalar incelenmiştir ve farklı sonuçlar elde edilmiştir. Kim vd., (2016) yılında elit erkek voleybolcular üzerinde yaptıkları çalışmada 8 hafta boyunca haftada 3 gün, 8-26 Hz. frekansta ve her uygulama 30 dk. olacak şekilde uygulama yapılmış. Yapılan çalışmanın sonucunda vibrasyon uygulamasının dengeye olumlu etkileri olduğunu göstermişler. Cloak vd., (2016) tarafından yapılan çalışmada elit ve amatör erkek futbolcular üzerinde vibrasyon uygulamasının akut denge üzerine etkileri araştırılmıştır. Sporculara 40Hz. frekansta 4mm genliğe sabit vibrasyon uygulaması gerçekleştirilirken 60 sn. süreyle 3 set statik squat antrenmanı yaptırılmış. Yapılan çalışmanın sonucunda denge performansının olumlu etkilendiği raporlanmıştır. Torvinen vd., (2002a) tarafından yapılan çalışmada katılımcılara 4mm genliğe ve 15-30Hz frekansa sahip vibrasyon 4dk. boyunca uygulanmıştır. Yapılan çalışmanın sonucunda denge performansında %15,7 lik bir artış belirtilmiştir. Torvinen vd., (2002b) tarafından yapılan bir diğer çalışmada ise katılımcılara 2mm genliğe ve 25-40Hz. frekansa sahip vibrasyon uygulaması haftada 3-5 kez uygulanarak 4 ay boyunca sürdürülmüş. Yapılan çalışmanın sonucunda uygulamanın denge performansı üzerine etkisi belirtilmemiştir. Lam vd., (2012) tarafından yapılan tüm



vücut titreşim uygulamalarını kapsayan sistematik derlemede, titreşim uygulamasının statik denge performansına ilişkin etkilerinin çelişkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Literatürde görüldüğü üzere yapılan çalışmalar incelendiğinde farklı sonuçlar görülmüştür. Bu bağlamda bu çalışmanın amacı tüm vücut titreşim uygulaması ile kombine edilmiş denge antrenmanının etkilerinin araştırılmasıdır.

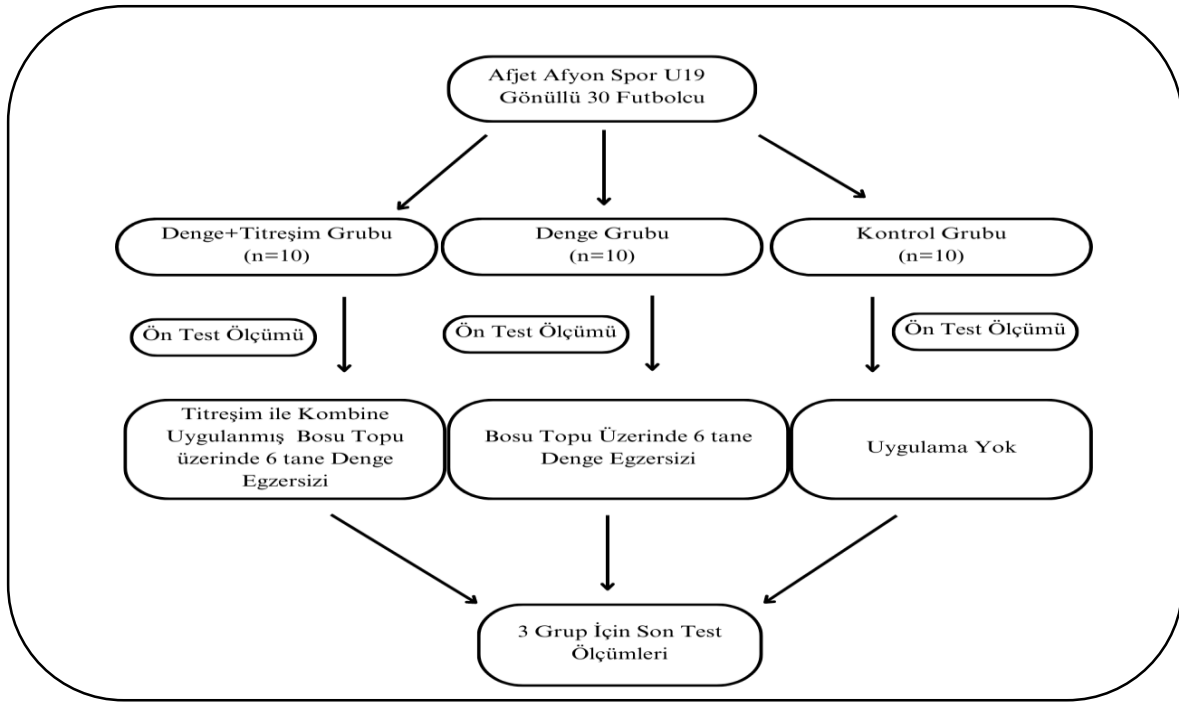
## **2. MATERYAL ve METOT**

### **2.1. Katılımcılar**

Bu çalışmaya Afjet Afyon U19 futbol takımında oynayan ve rastgele yöntemle seçilen 30 katılımcı dahil edilmiştir. Katılımcılar en az 3 sene futbol geçmişine sahiptirler. Çalışma dışında bırakma kriterleri olarak sporcuların alt ekstremite yaralanma geçmişi olmaması ve göz (oküler sistem için) ve kulak (vestibüler sistem için) hastalık geçmişi olmaması belirlenmiştir. Katılımcıların çalışma öncesindeki son 7 gün herhangi bir ilaç kullanmamış olmasına dikkat edilmiştir. Çalışmaya dahil edilen katılımcılar haftada 5 gün, günde 2 saat olacak şekilde rutin futbol antrenmanlarına devam etmektedirler. Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Etik Kurulundan " Evrak Tarih ve Sayılı: 09.02.2022-78953 Etik Kurul Olur Raporu" alınmıştır. Tüm katılımcılar gönüllü onam formunu imzalamıştır.

### **2.2. Deneysel Yaklaşım ve Prosedür**

Titreşim denge çalışmalarının denge becerisi üzerine etkisinin araştırılması için katılımcılar titreşimli denge grubu (n=10), denge grubu(n=10) ve kontrol grubu(n=10) olarak rastgele yöntemle 3 gruba ayrılmıştır. Familirizasyon için çalışmadan 1 hafta önce ve çalışmanın hemen öncesinde ısınma periyodu tamamlandıktan sonra bütün katılımcılara 1 dk. süreyle hem statik hem dinamik titreşimsiz uygulama yaptırılmıştır. Titreşimli denge grubuna bosu topuna monte edilmiş titreşim motoru sayesinde denge çalışması yaptırılmıştır. Denge grubu bosu topu üzerinde aynı denge çalışmasını titreşimsiz yaparken, kontrol grubu herhangi bir denge çalışması yapmamıştır. Çalışma üç gün sürmüştür. Her gün ayrı bir grubun ön-test, denge antrenmanı ve daha sonra son-test değerinin alım çalışmaları uygulanmıştır. 1. Gün titreşim ve denge grubu, 2. Gün denge grubu ve 3. Gün kontrol grubu ölçüm ve uygulamaları yapılmıştır. Gruptaki katılımcılar 5 dk. submaksimal koşu yaptıktan sonra 3 dk. dinamik germe egzersizi uygulayarak ısınmayı faaliyetini gerçekleştirmiştir. Sırayla tüm katılımcılar ön-test statik ve dinamik denge değerleri alınıp ardından uygulamalara geçilmiştir. Uygulamadan hemen sonra ise son-test denge ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Ölçüm sırası gelene kadar katılımcılar kendi aralarında 5-2 dar alan oyunu oynamıştır. Kontrol grubuna sırayla önce ön-test ve daha sonra son test yaptırılmıştır. Bu grup herhangi bir uygulama yapmamıştır.



**Şekil 2.1:** Çalışma şeması.

## 2.3. Veri Toplama Araçları

### 2.3.1. Denge Başarı Puanlamalarının Toparlanması

Denge Ölçümü Fitbalans cihazıyla (Sportek, Türkiye) denge testi ile yapılmıştır. Sistemin güvenilirlik ve geçerliği daha önceki çalışmalarda test edilmiştir (Yıldız vd., 2022). Sistem bir denge tahtası ve tahta için özel geliştirilmiş bilgisayar uygulamasından oluşmaktadır. Denge tahtası bilgisayar bağlantısını bluetooth yardımı ile sağlamakta ve test-egzersiz sırasında anlık olarak bilgisayar uygulamasına veri aktarımı sağlamaktadır. Ölçüm sırasında sporcu uygulama ara yüzünde görünen platformda denge tahtasının konumunu takip ederek ulaşabileceği en yüksek skoru elde etmeyi hedeflemektedir. Statik denge ölçümünde uygulamada bulunan kırmızı kutuyu platformun merkezinde tutmaya çalışırken dinamik denge ölçümünde uygulamanın platform üzerinde belirlenen ve saat yönünün ters istikametinde 30 sn. boyunca hareket eden sarı kutuyu yakalamaya çalışmaları şeklinde gerçekleştirir. Cihaz statik ve dinamik denge ölçümlerini yaptıktan sonra katılımcının istenilen uygulamayı yapma başarısına göre 0 ile 100 puan arasında puan ile değerlendirmektedir. 0 puanı minimum başarıyı 100 puanı ise maksimum başarıyı temsil etmektedir.



**Resim 2.1:** Denge ölçümlerinin değerlendirilmesi için kullanılan fitbalans cihazının görseli



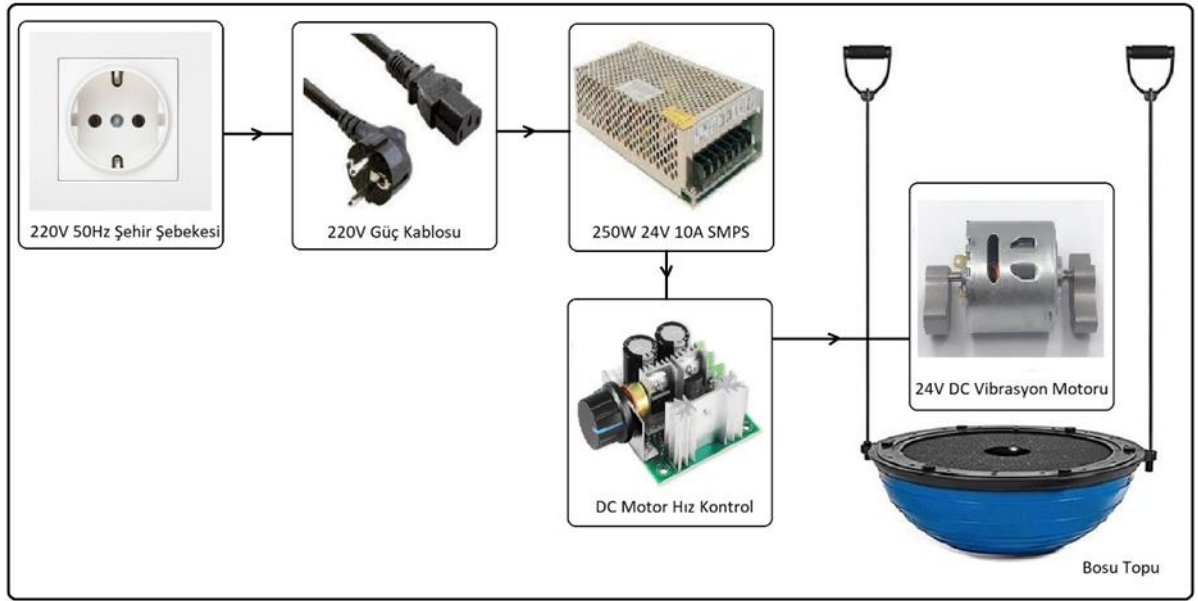
**Şekil 2.2:** Fitbalans denge ölçüm cihazının bilgisayar uygulamasının genel görseli

### 2.3.1.1. Titreşimli Denge Egzersizi İçin Geliştirilen Cihaz

Denge antrenmanları için geliştirilmiş olan Bosu topuna titreşim motoru eklenerek denge antrenmanı esnasında titreşim uygulaması yaptırılmıştır. Titreşimsiz denge egzersizleri uygulanırken cihazın titreşimi kapatılırken, titreşimle birlikte denge egzersizi uygulanacak gruba geçildiğinde cihazın titreşimi aktif hale getirilmiştir.

### 2.3.1.2. Vibrasyon Kontrollü Bosu Topu

Bu çalışmada denge egzersizi ve titreşim uygulamasının eş zamanlı şekilde birleştirilerek, denge becerisi üzerindeki akut etkileri incelenmektedir. Bu amaç için yaptığımız çalışmaya özel olarak geliştirilen vibrasyon kontrollü bosu topunun blok şeması Şekil 2.3’de verilmiştir. Sistem temel olarak besleme ünitesi motor kontrol devresi ve vibrasyon motoru olmak üç bölümden oluşmaktadır. Sistem çalışma gerilimini 220V 50Hz şehir şebekesinden sağlamaktadır. Alternatif Akım (AC) / Doğru Akım (DC) dönüştürücü olarak kullanılan 250W çıkış gücüne ve 24V’luk çıkış gerilimine sahip anahtarlamalı güç kaynağı (SMPS), DC motor hız kontrolü devresi üzerinden vibrasyon motorunun çalışması için gerekli olan enerjiyi vermektedir. Vibrasyon motoru, bosu topunun dış çapı ile uyumlu olacak şekilde 60cm çaplı orta yoğunluklu sunta (MDF) platformuna bağlandıktan sonra bosu topu üzerine monte edilmiştir. Antrenman sırasında sporcuların ayaklarının kaymasını engellemek için MDF platformu et kalınlığı 1mm ve 0,6mm kum kalınlığı olan kaydırmaz bant ile kaplanmıştır. Ayrıca elektriksel izolasyon sağlamak için SMPS ve motor kontrol devresi ile vibrasyon motoru 2m uzunluğunda 2x0,75mm<sup>2</sup> izoleli kablo ile ayrılmıştır. DC motor hız kontrol devresi denge egzersizi sırasında bosu topuna uygulanacak vibrasyon frekansını ayarlamaktadır. Hız kontrol devresi üzerinde yer alan ayar potansiyometresi ile vibrasyon frekansı 5Hz ile 15Hz arasında ayarlanabilmektedir.



Şekil 2.3: Vibrasyon Kontrollü Bosu Topu Blok Şeması

## 2.4. Denge Egzersizleri

Kontrol grubu, deney grubu ve titreşimli deney grubu katılımcılarının tamamına ısınma amacı ile 5dk. Submaksimal (maksimum kalp atış hızının %60-90 şiddetinde) koşu ve 3dk. dinamik germe egzersizleri (side lunges, knee huggers ve butt kickers egzersizleri her birisi 1dk olacak şekilde) yaptırılmıştır. Kontrol grubu bir egzersiz programına dahil edilmeyip sadece ön test-son test ölçümleri alınmıştır. Isınma periyodu sonrası 3 grubun ön test ölçümleri alınmıştır. Daha sonra deney grubu ve titreşimli denge grubu aynı egzersiz programı tabi tutulmuştur. Bu iki grup egzersizlerini gerçekleştirdikten sonra Fitbalans denge cihazı ile son test ölçümleri tamamlanmıştır. Uygulanacak denge egzersizlerinde vibrasyon kontrollü bosu topu aleti kullanılmıştır.

### 2.4.1. Forward & Back (30 sn.)

Egzersize başlamadan önce bosu topunun yumuşak yüzeyi zemine gelecek şekilde yerleştirildi. Ölçüm alınacak bosu topu üzerinde nötral pozisyonda dengesini kurduktan sonra egzersiz süresi olan 30 sn. başlatıldı. Bosu topu önce posterior (arka) yöne doğru gidip nötral pozisyona geri dönüldü. Nötral pozisyona dönüldükten sonra anterior (ön) tarafa doğru salınımını sürdürür ve nötral pozisyona geri dönüldü. Egzersize 30 saniye boyunca bu döngüde devam edilmiştir.



**Resim 2.2:** Katılımcı bosu topu üzerinde dengesini kurduktan sonra teste başlanır ve top anterior (ön) ve posterior (arka) yönlerde ritmik şekilde birbirini takip edecek şekilde hareketlendirilir.

### 2.4.2. Side to Side (30sn.)

Egzersize başlamadan önce bosu topunun yumuşak yüzeyi zemine gelecek şekilde yerleştirildi. Ölçüm alınacak kişi bosu topu üzerinde nötral pozisyonda dengesini

kurduktan sonra egzersiz süresi olan 30 sn. başlatıldı. Bosu topu önce sağ yöne doğru gidildikten sonra nötral pozisyona geri dönüldü. Nötral pozisyona dönüldükten sonra sol tarafa doğru salınımını sürdürür ve nötral pozisyona konumuna geri gelindi. Egzersize 30 saniye boyunca bu döngüde devam edilmiştir.



**Resim 2.3:** Katılımcı bosu topu üzerinde dengesini kurduktan sonra teste başlanır ve top sağ ve sol yönlerde ritmik şekilde birbirini takip edecek şekilde hareketlendirilir

#### **2.4.3.Circles Both Directions (30sn.)**

Egzersize başlamadan önce bosu topunun yumuşak yüzeyi zemine gelecek şekilde yerleştirildi. Ölçüm alınacak kişi bosu topu üzerinde nötral pozisyonda dengesini kurduktan sonra egzersiz süresi olan 30 sn. başlatıldı. Bosu topu önce saat yönünü takip edecek şekilde hareket ettirildi. 15 sn. tamamlandıktan sonra kişiye düdük yardımıyla bir uyarı verildi ve egzersize saat yönünün tersi yönünde devam edildi. 15 sn. daha bu şekilde sürdürülen egzersiz toplamda 30 sn. sonunda sonlandırılmıştır.





**Resim 2.4:** Katılımcı bosu topu üzerinde dengesini kurduktan sonra teste başlanır ve 15 saniye saat yönünü takip edecek şekilde bosu topu ile daire çizilir. 15 saniye tamamlandıktan sonra saat yönünü tersinene olacak şekilde 15 saniye daha dairesel hareket devam ettirilir.

#### **2.4.4. Body Weight Squat (10 Tekrar)**

Egzersize başlamadan önce bosu topunun yumuşak yüzeyi zemine gelecek şekilde yerleştirildi. Ölçüm alınacak kişi bosu topu üzerinde nötral pozisyonda dengesini kurduktan sonra egzersiz aletinin nötral pozisyonunu koruyarak squat hareketini yapması istendi. Her doğru squat hareketi gerçekleştirip tekrar ayağa kalkıldığında hareket bir tekrar yapılmış sayıldı. Toplamda 10 tekrara ulaşıldığında bu egzersiz tamamlanmış kabul edildi.



**Resim 2.5:** Katılımcı bosu topu üzerinde dengesini kurduktan sonra teste başlanır ve 10 tekrar tamamlanincaya kadar dengesini koruyarak squat yapması istenir.

#### **2.4.5. Toe Touch (10 Tekrar)**

Egzersize başlamadan önce bosu topunun yumuşak yüzeyi zemine gelecek şekilde yerleştirildi. Ölçüm alınacak kişi bosu topu üzerinde nötral pozisyonda dengesini kurduktan sonra egzersiz aletinin nötral pozisyonunu koruyarak elleriyle ayak parmak uçlarına dokunulması istendi. Her parmak ucuna dokunulup tekrar ayağa kalkıldığında hareket bir tekrar yapılmış sayıldı. Toplamda 10 tekrara ulaşıldığında bu egzersiz tamamlanmış kabul edildi.





**Resim 2.6:** Katılımcı bosu topu üzerinde dengesini kurduktan sonra teste başlanır ve katılımcının 10 tekrar tamamlanıncaya kadar öne doğru eğilerek parmaklarıyla, ayak parmak ucuna dokunması ile gerçekleştirilir.

#### **2.4.6. Medical Topu Squat (10 Tekrar)**

Egzersize başlamadan önce bosu topunun yumuşak yüzeyi zemine gelecek şekilde yerleştirildi. Ölçüm alınacak kişi bosu topu üzerinde nötral pozisyonda dengesini kurduktan sonra her iki elini kullanarak topu alacak şekilde 4 kg ağırlığa sahip sağlık topu verildi. Her doğru squat hareketi gerçekleştirip tekrar ayağa kalkıldığında hareket bir tekrar yapılmış sayıldı. Toplamda 10 tekrara ulaşıldığında bu egzersiz tamamlanmış kabul edildi.



**Resim 2.7:** Katılımcı bosu topu üzerinde dengesini kurduktan sonra eline sağlık topu verilerek teste başlanır. 10 tekrar tamamlanıncaya kadar dengesini koruyarak ağırlıklı squat yapması istenir.

Olmak üzere egzersiz programının uygulanması gerçekleştirilmiştir.

## **2.5. Verilerin Analizi**

Elde edilen veriler SPSS 18.0 Paket programına kaydedilecektir. Gruplar arasında ve grup içinde ve grup-zaman etkileşimine göre anlamlı farklılıkların belirlenmesi için 3x2 tekrarlı ölçümler ANOVA testi uygulanmıştır. Post Hoc analizleri Bonforoni testi ile analiz edilmiştir. Sonuçlar %95 güven aralığında  $p < 0,05$  anlamlılık düzeyinde değerlendirilmiştir. Ön test-son test arası yüzdellik farkı  $(\text{Son test} - \text{Ön test}) / \text{Ön test} \times 100$  formülü kullanılarak hesaplanmıştır.

### 3. BULGULAR

**Çizelge 3.1:** Statik denge için 3x2 tekrarlı ölçümler ANOVA tablosu

	<b>Kareler toplamı</b>	<b>Ortalama Kare</b>	<b>F</b>	<b>p</b>	<b><math>\eta^2_p</math></b>
Grup	270,850	135.425	4.199	0,020*	0,135
Zaman	313.388	313.388	9.716	0,003*	0,152
Grup * Zaman	268.099	134.049	4.156	0,021*	0,133
Residuals	1741.787	32.255			

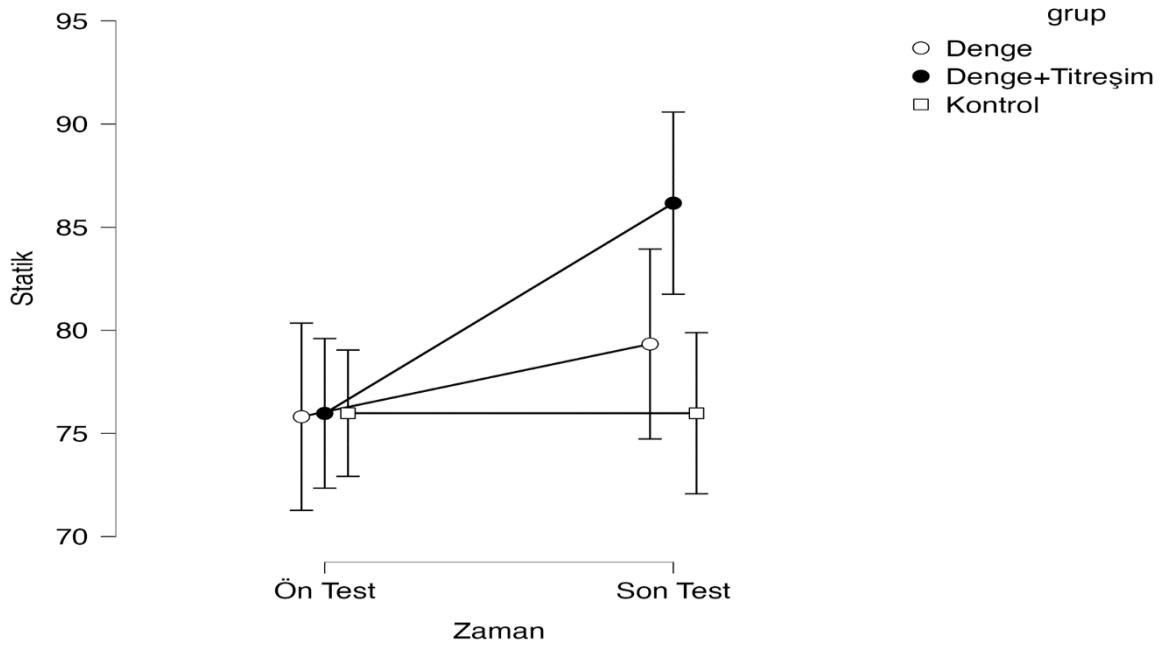
F: Varyans analizine (ANOVA) ilişkin parametre, \*p<0,05

Çizelge 3.1. incelendiğinde 3X2 tekrarlı ölçümler ANOVA sonucunda grup (F:4.199, P<0,020), zaman (F:9.716, p<0,003) ve grup \* Zaman (F:4.156, p<0,021) değerleri arasında anlamlı farklılık görülmektedir.

**Çizelge 3.2:** Statik denge için tanımlayıcı istatistik tablosu

<b>Grup</b>	<b>Zaman</b>	<b>n</b>	<b>Ortalama</b>	<b>SS</b>	<b>SH</b>	<b>Varyasyon Katsayısı</b>
Denge+Titreşim	Son Test	10	86.165	6.172	1.952	0,072
	Ön Test	10	75.973	5.071	1.604	0,067
Denge	Son Test	10	79.336	6.433	2.034	0,081
	Ön Test	10	75.813	6.343	2.006	0,084
Kontrol	Son Test	10	75.981	5.459	1.726	0,072
	Ön Test	10	75.984	4.278	1.353	0,056

SS: standart sapma, SH: Standart hata, n: örneklem büyüklüğü



**Şekil 3.1:** Statik Denge Post Hoc Analizi Bonforoni Grafiği.

Şekil 3.1’de görüldüğü üzere statik denge açısından Post Hoc testleri sonucunda gruplar arasında ön testlerde anlamlı bir farklılık bulunmazken, son testlerde Denge+Titreşim grubu ile kontrol grubu arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ( $t:2.831$ ,  $p<0,019$ ). Zamanlar açısından hem denge hem de Denge+Titreşim gruplarında anlamlı bir artış tespit edilmiştir ( $t:-3.117$ ,  $p<0,003$ ). Grup \* Zaman ( $F:4.156$ ,  $p<0,021$ ) etkileşimi açısından denge –titreşim grubunun oransal olarak (denge+titreşim grubu %13,41, denge grubu %4,64, kontrol grubu %0,003) daha fazla gelişim gösterdiği tespit edilmiştir.

**Çizelge 3.3:** Dinamik denge için 3x2 tekrarlı ölçümler ANOVA tablosu

	Kareler toplamı	Ortalama Kare	F	p	$\eta^2_p$
Grup	141.783	70,892	1.331	0,273	0,047
Zaman	218.142	218.142	4.096	0,048*	0,07f1
Grup * zaman	120,147	60,074	1.128	0,031*	0,040
Residuals	2876.035	53.260			

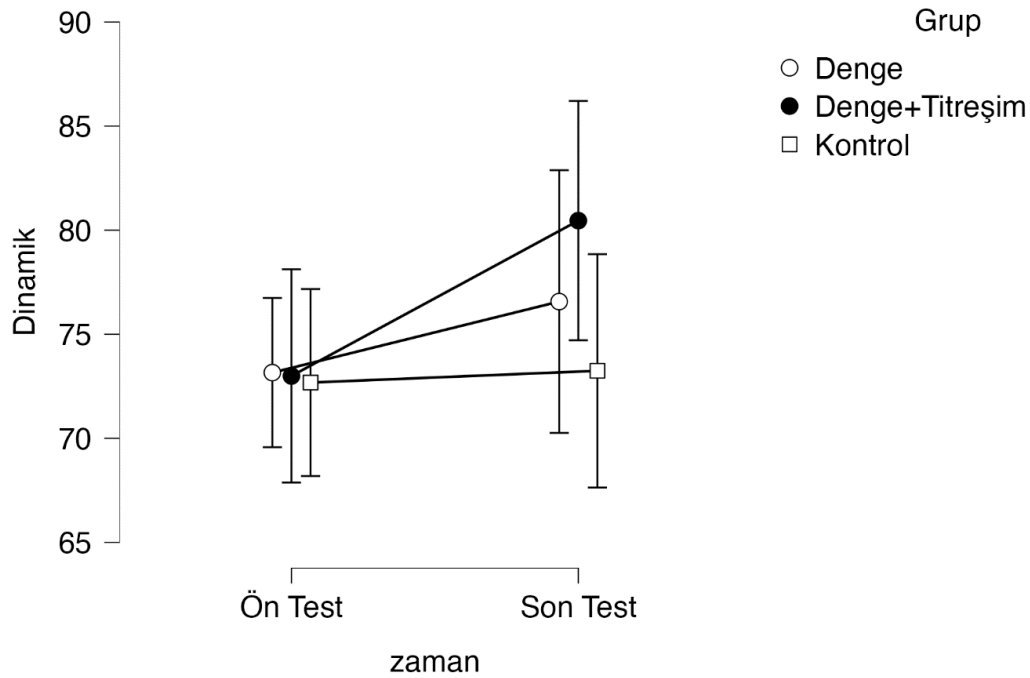
F: Varyans analizine (ANOVA) ilişkin parametre, \* $p<0,05$

Çizelge 3.3'te görüldüğü üzere Dinamik denge açısından 3X2 tekrarlı ölçümler ANOVA sonucunda zaman (F:4.096,  $p<0,048$ ) ve grup \* Zaman (F:1.128,  $p<0,031$ ) değerleri arasında anlamlı farklılık görülmektedir.

**Çizelge 3.4:** Dinamik Denge İçin Tanımlayıcı İstatistik Tablosu

Grup	Zaman	n	Ort.	SS	SH	Varyasyon Katsayısı
Denge+Titreşim	Son Test	10	80,457	8.033	2.540	0,100
	Ön Test	10	72.995	7.162	2.265	0,098
Denge	Son Test	10	76.569	8.822	2.790	0,115
	Ön Test	10	73.156	5.011	1.584	0,068
Kontrol	Son Test	10	73.243	7.833	2.477	0,107
	Ön Test	10	72.678	6.282	1.986	0,086

SS: standart sapma, SH: Standart hata, n: örneklem büyüklüğü



**Şekil 3.2:** Dinamik Denge Post Hoc Analizi Bonforoni Grafiği.

Şekil 3.2'de görüldüğü üzere dinamik denge açısından Post Hoc testleri sonucunda gruplar arasında ön testlerde anlamlı bir farklılık bulunmazken, son testlerde Denge+Titreşim grubu ile kontrol grubu arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ( $t:1.632$ ,  $p<0,032$ ).

Zamanlar açısında hem denge hem de Denge+Titreşim gruplarında anlamlı bir artış tespit edilmiştir (t:-2.024, p<0,048). Grup \* Zaman (F:1.128, p<0,031) etkileşimi açısından denge –titreşim grubunun oransal olarak (denge+titreşim grubu %10,22, denge grubu %4,66 , kontrol grubu %0,77) daha fazla gelişim gösterdiği tespit edilmiştir.

#### 4. TARTIŞMA

Çalışma sonunda denge bordu üzerindeyken titreşim uygulamasının tek başına yapılan denge çalışmasına ve kontrol grubuna oranla akut olarak denge becerisi üzerinde daha fazla gelişim gösterdiği tespit edilmiştir. Bizim araştırmalarımıza göre literatürde denge bordu üzerinde titreşim uygulaması ile ilgi çalışmaya rastlanmamıştır. Bundan dolayı tartışma kısmında denge bordu üzerinde yapılan çalışmalar ile titreşim uygulamasının denge performansı üzerine olan etkileri ayrı ayrı tartışılmıştır. Literatürde farklı spor branşları, farklı sporcu grupları üzerine farklı metodolojiler kullanılarak yapılmış çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalarda çok farklı sonuçlar tespit edilmiştir. Denge becerisi propriyoseptif sistem, oküler sistem ve vestibüler sistemi içeren bir mekanizmadan oluştuğu için literatürde farklı metotlar kullanılarak yapılan çalışmalardaki sonuçların mekanizmasının farklı şekillerde gerçekleştiği düşünülmektedir.

Cerrah vd., (2016) tarafından yapılan çalışmada adölesan futbol oyuncularını üzerinde uygulanan fonksiyonel denge antrenman programının statik ve dinamik denge üzerine etkileri araştırılmış. 16 erkek futbolcunun katıldığı çalışmada 6 hafta boyunca haftada 3 kez, her antrenman süresi 35dk. olacak şekilde sert zeminde ve bosu topu kullanılarak fonksiyonel denge antrenman programı uygulanmış. Yapılan çalışmanın sonucunda adölesan futbolcularda uygulanan antrenman programının denge yeteneği ve vuruş performansını olumlu olarak geliştirdiği görülmüştür. Yapılan çalışmanın sonucunda denge egzersizlerinin topa vurma (tekme kuvveti) üzerinde özellikle dominant olmayan bacakta artış gösterdiği görülmüştür. Dominant olmayan bacakta vuruş kuvvetindeki artış kaslardaki kuvvet uygulama miktarında gerçekleşen artıştan kaynaklandığı düşünülmektedir. Nondominant bacakta ortaya çıkan kuvvet artışıyla beraber kasın propriyoseptif veriyi daha çok ve etkili kullanılmasını sağladığı şeklinde yorumlanmıştır. Aynı zamanda dominant bacağında 6 haftalık denge egzersiziyle beraber artış gösteren propriyoseptif uyarıların seviyelerindeki artış sonucunda denge yeteneğinin olumlu olarak geliştirildiğini düşünülmektedir.

Gioftsidou vd., (2006) tarafından yapılmış çalışmada futbolcular üzerinde denge antrenmanının zamanlamasının denge performansı üzerine etkisi araştırılmış. Rutin futbol antrenmanı öncesinde ve sonrasında denge çalışması yapan iki grup arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Denge antrenmanı yapmayan kontrol grubu ile denge

antrenmanı yapan gruplar karşılaştırıldığında denge antrenmanının zamanlamadan bağımsız olarak denge performansı üzerine olumlu etkisinin olduğu görülmüştür. Futbol antrenmanı öncesinde uygulama yapılan grupta ortaya çıkan denge performansındaki artış, futbol antrenmanı sonrasında yapılan denge antrenmanı artışına göre daha fazla seviyededir. Bunun sebebi olarak rutin futbol antrenmanı sırasında kaslarda ortaya çıkan yorgunluk olduğu düşünülmüştür. Çalışmanın sonucunda her iki denge grubunda gerçekleşen artışın denge antrenmanı sayesinde propriyoseptif uyaranların sayısında artma sonucunda ortaya çıktığı tahmin edilmektedir.

Korkmaz, (2007) tarafından yapılan çalışmada propriyoseptif denge egzersizlerinin denge performansı üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışmaya 13 erkek ve 7 kadın toplam 20 elit dansçı dahil edilmiştir. Çalışma dışında bırakma kriteri olarak son 8 hafta içinde dansçıların herhangi bir sakatlık, yaralanma veya hastalık geçirmemiş olmasına dikkat edilmiştir. Çalışmaya katılan elit dansçılar ilk önce ön test ölçümleri alındıktan sonra 10 haftalık süre boyunca denge tahtası üzerinde denge egzersiz uygulanmasına geçilmiş. 10 hafta boyunca haftada 6 gün iki ayak denge tahtası üzerinde olacak şekilde egzersiz gerçekleştirmiş. 10 haftanın sonunda ön test alım protokolünün aynısı gerçekleştirilerek son test ölçümleri alındı. Elde edilen verilerin SPSS programı yardımı ile analiz edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda elit dansçıların denge performansında gözler açık çift ayak dengesinde ve gözler açık nondominant bacak dengesinde istatistiksel olarak ileri derece anlamlı artış görülmüştür. Korkmaz, bu denge parametrelerindeki anlamlı derecede gerçekleşen artışı denge tahtası üzerinde gerçekleştirilen denge egzersizinin; propriyoseptif girdiyi arttırarak denge performansı üzerinde olumlu etki gösterdiği şeklinde yorumlamıştır.

Haksever vd., (2017) yılında yapılan çalışmada sağlıklı bireylerde uygulanan standart denge egzersiz protokolünün statik, dinamik denge ve fonksiyonellik üzerine etkileri araştırılmış. Çalışmaya 18 erkek sağlıklı birey dahil edilmiş ve katılımcılara denge tahtası, bosu topu ve yumuşak zemin kullanılarak oluşturulmuş düzensiz zeminler üzerinde denge antrenman uygulaması gerçekleştirilmiş. Bütün katılımcılar toplam 8 hafta boyunca haftada 3 gün olmak üzere denge çalışmalarını gerçekleştirmiş. Çalışmanın başında sonunda katılımcıların denge ve fonksiyonellik değerlendirmeleri, Y Balance Test, Flamingo Denge Testi, Tek bacak Sıçrama Testi ve Fonksiyonel Uzanma Testi ile gerçekleştirilmiş. Çalışma sonunda elde edilen verilerin analizi gerçekleştirildiğinde Y



Balance Testi posteriomedial ve posteriolateral yönlerde performanslarında, Flamingo Denge Testi performansında, Fonksiyonel Uzanma Testi performansında ve Tek Bacak Sıçrama Testi performansında istatistiksel olarak anlamlı artış görülmüş. Haksever vd. denge performansındaki anlamlı iyileşmenin sebebinin kas kuvvetindeki ve propriyoseptif duyu girdisindeki artıştan kaynaklandığı şeklinde yorumlamışlar.

Vibrasyonun denge performansı üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada 22 elit 22 amatör futbol oyuncusu dahil edilmiş. Yapılan çalışmada vibrasyon uygulamasının, elit ve amatör sporcularda denge ve stabilizasyon üzerine etki seviyesi araştırılmış. Çalışmanın sonucunda vibrasyon uygulaması her iki grupta ortaya çıkan denge performansı arasında farklılık gösterse de gruplar üzerinde olumlu etki göstermiştir. Y Denge Testi ile yapılan değerlendirme sonucunda her iki grubun denge performansında artış görülmüştür. Her iki grupta da anlamlı değişiklik ortaya çıkmasının yani titreşimin denge performansı üzerine olumlu etkisinin açığa çıkmasında tonik vibrasyon refleksinin etkisinin olduğu düşünülmektedir. Vibrasyon etkisiyle aktive olan kas içcikleri, daha fazla uyarın girdiyi aktive ederek ve merkezi sistemine olan iletimin daha hızlı şekilde gerçekleşmesini sağlayarak denge üzerinde olumlu etki açığa çıkması şeklinde yorumlanmıştır. (Cloak vd., 2016).

Despine vd., (2014) tarafından tüm vücut titreşim uygulamasının elit ritmik jimnastikçiler üzerindeki akut etkisi araştırılmış. 11 elit jimnastikçinin katıldığı çalışmada sporcular 2 gruba ayrılmışlar. Kontrol grubuna titreşim platformu üzerinde titreşim kapalı iken egzersiz yaptırılırken deney grubuna ise aynı egzersizler titreşim uygulanırken yaptırılmış. Katılımcılara her biri 15 saniye süren 5 egzersiz uygulanarak toplamda 75 saniyede tamamlanmış. Jimnastikçilerin ön test ve son test sonuçları karşılaştırılmış. Yapılan analiz sonucunda tüm vücut titreşim uygulamasıyla beraber egzersizlerini yapan grubun denge performansı, titreşimsiz egzersiz yapan gruba göre istatistiksel olarak anlamlı olarak gelişme göstermiştir.

Ritzmann vd., (2014) yılında yaptıkları çalışmada 38 katılımcı gönüllü olarak katılım göstermiştir. Katılımcılar titreşimli egzersiz ve titreşimsiz egzersiz grubu olarak 2 farklı gruba ayrılmıştır. Her iki grup antrenman programında aynı egzersizler aynı sürede uygulanmıştır. Bütün katılımcılara 4 hafta boyunca haftada 3 gün ve her yapılan antrenman 3-8 dakika arasında oluşmakta ve 2 set şeklinde uygulanmıştır. Yapılan çalışmanın sonucunda titreşimli egzersiz grubunun, titreşimsiz egzersiz grubuna göre

istatistiksel anlamlı şekilde gelişme gösterdiği görülmüş. Ritzmann vd., çıkan bu sonucu vibrasyon uygulamasının spinal refleksleri inhibe ettiğini ve dengenin bozulmasına sebep olabilecek spinal reflekslerin ortadan kalktığı için denge performansına olumlu etki gösterdiği şeklinde yorumlamışlar.

Türkmen ve Köse, (2016) tarafından yapılan “Vibrasyon: Fizyoterapide Kullanımı ve Etkileri” isimli çalışmada literatürde vibrasyonun etkilerini inceleyen veriler başlıklar altında derlenmiştir. Vibrasyon ve propriyosepsiyon alt başlığı altında derlenen çalışmalar titreşim uygulamalarının propriyosepsiyon üzerine olumlu etkileri olduğunu düşündürmektedir. Bu olumlu etkinin mekanizmasını ise propriyosepsiyon duyusuna bağlamışlardır. Kaslarda bulunan propriyoseptörlerden en önemlileri golgi tendon organı ve kas içiği olarak sayılmaktadır. Eklem pozisyonel durumu ve hareketi algılayan duyularının kas içiği olduğu bilinmektedir. Kas uzarken kas içiklerinin aktive olmasıyla Ia aferentler eklem hızı hakkında, grup II aferentler ise eklem uzaydaki pozisyon bilgisi hakkında verileri oluşturmaktadır. Vibrasyonun etkisiyle titreşen kaslarda kas içiklerinin harekete geçmesi ve büyük alfa motor nöronun tetiklenmesiyle tonik vibrasyon refleksi denilen refleks açığa çıkmaktadır. Tonik vibrasyon refleksinin etkisiyle aktive olan kas içiği sayısının artmasına ve verilerin iletilmesini sağlayan polisinyaptik yolların daha etkin çalışmasına yol açar. Bu sayede vibrasyon uygulamalarının eklem pozisyonel algısının artmasını sağlayarak denge performansının artış gösterdiği düşünülmektedir.

Yapılan çalışmalar denge antrenmanının ve tüm vücut titreşim uygulamalarının denge üzerine olumlu etkilerini göstermektedir. Literatürde eş zamanlı olarak yapılmış denge egzersizi ve tüm vücut titreşim uygulamasının denge üzerine etkisinin araştırıldığı çalışma bulunmamaktadır. Yapılan çalışmada tüm vücut titreşim uygulaması ve denge antrenman programının eş zamanlı uygulanması ve titreşimsiz denge antrenmanı yapan grubun karşılaştırılması yapılmıştır. Tüm vücut titreşim uygulaması ile kombine edilmiş denge egzersizlerinin, titreşimsiz denge egzersiz grubuna göre akut denge performansı üzerine olumlu etkisinde anlamlı seviyede fark bulunmuştur. Bu anlamlı sonucu literatürde yapılan çalışmaların denge antrenmanlarının olumlu etkisini açıklayan propriyoseptif girdinin artmasına ve eş zamanlı uygulanan vibrasyonun tonik vibrasyon refleksini tetikleyerek aktive olmuş kas içiği sayısındaki artışa ve polisinyaptik yollardan iletilen verilerin daha etkin taşınması sayesinde ortaya çıktığı düşünülmektedir.

## **5. SONUÇ ve ÖNERİLER**

### **5.1. Sonuç**

Yapılan çalışma sonucunda titreşim ile eş zamanlı uygulanan denge antrenmanının, titreşim uygulaması olmadan yapılan denge antrenmanına göre denge üzerine olumlu olarak anlamlı düzeyde etkisi olduğu görülmüştür.

### **5.2. Öneriler**

Çalışmadan elde edilen sonuçlardan yola çıkarak denge performansının önemli olduğu spor branşlarında akut gelişim için titreşimli denge çalışmalarının önerilmesiyle beraber bu alanda daha fazla çalışma yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Literatürde bu konu üzerine yapılacak yeni çalışmalarda farklı egzersiz çeşitleri kullanılarak egzersiz çeşitliliğinin eşit vibrasyon seviyesinde fark oluşturup oluşturmayacağı, uygulanan vibrasyonun frekans ve genlik değerleri değiştirilerek denge performansı üzerine etkisinin incelenmesine, geliştirilen vibrasyon entegreli farklı denge platformları kullanılarak denge üzerine etkilerinin araştırılması tavsiye edilir. Ayrıca bu çalışma erkek futbol oyuncularını üzerinde gerçekleştirilmiştir. Yapılacak yeni çalışmalarda farklı cinsiyet ve farklı spor branşlarında etkileri incelenebilir. Bununla beraber denge ve titreşim uygulamasının birlikte yapılarak yapılacak uzun dönem çalışmalarının etkisi de başka bir çalışma konusu olarak yapılabileceği tavsiye edilmiştir.

## 6. KAYNAKLAR

- Akbaş, R. N. (2021). Vestibüler rehabilitasyonda sanal gerçeklik teknolojisi. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, (15): 639-645.
- Akyüz, C. (2017). Futbolda Top Sürme, Top Saydırma ve Şut Atma Teknikleriyle Birleştirilmiş Denge Antrenmanlarının Futbolcuların Teknik ve Denge Düzeylerine Etkisi., Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 48s, İstanbul.
- Altay F. (2001) Ritmik Cimnastikte İki Farklı Hızda Yapılan Chainé Rotasyon Sonrasında Yan Denge Hareketinin Biyomekanik Analizi, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 125s, Ankara
- Altınkök, M., Ölçücü, B. (2012). 10 Yaş tenisçilerde yarışma öncesi postural kontrol ile çeviklik performanslarının incelenmesi. *Selçuk University Journal of Physical Education and Sport Science*. 14(2): 273-276.
- Ambegaonkar, J. P., Caswell, S. V., Winchester, J. B., Shimokochi, Y., Cortes, N., & Caswell, A. M. (2013). Balance comparisons between female dancers and active nondancers. *Research quarterly for exercise and sport*, 84(1): 24-29.
- Ambegaonkar, J. P., Redmond, C. J., Winter, C., Cortes, N., Ambegaonkar, S. J., Thompson, B., & Guyer, S. M. (2011). Ankle stabilizers affect agility but not vertical jump or dynamic balance performance. *Foot & ankle specialist*, 4(6): 354-360,
- Andersson, H., Ekblom, B., Krstrup, P. (2008). Elite Foottopu On Artificial Turf Versus Natural Grass: Movement Pattern, Technical Standard And Player Opinion. *Journal Of Sports Sciences*, 8: 1-10
- Aslan, M. (2019). Farklı yaş gruplarında propriyosepsiyonun denge üzerine etkisi, Trakya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 4s, Edirne
- Assaiante, C., Mallau, S., Viel, S., Jover, M., & Schmitz, C. (2005). Development of postural control in healthy children: a functional approach. *Neural plasticity*, 12(2-3): 109-118.
- Bademkiran, F., (2003), Supraspinal yapılar ve vestibüler sistemin kafa stabilizasyon refleksi üzerine etkileri, Ege Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, 12s, İzmir
- Baltacı, G., Harput, G., Haksever, B., Ulusoy, B., & Ozer, H. (2013). Comparison between Nintendo Wii Fit and conventional rehabilitation on functional performance outcomes after hamstring anterior cruciate ligament reconstruction: prospective, randomized, controlled, double-blind clinical trial. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 21: 880-887.
- Baumbach, S. F., Fasser, M., Polzer, H., Sieb, M., Regauer, M., Mutschler, W., Blauth, M. (2013). Study protocol: the effect of whole body vibration on acute unilateral unstable lateral ankle sprain-a biphasic randomized controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 14: 1-9.
- Bayraktar, B., Kurtoğlu, M. (2009). Sporda performans, etkili faktörler, değerlendirilmesi ve artırılması. *Klinik Gelişim Dergisi*, 22(1): 16-24.
- Bayramoğlu, A. (2010, Eylül 29). Propriyosepsiyon nedir? Ocak 31, 2023 tarihinde TUBAD: <http://www.tubad.org.tr/genel-bilgiler/doc-dr-alp-bayramoglupropriyosepsiyon-nedir-h100.html> adresinden alındı.
- Bayramoğlu, A. Propriyosepsiyon nedir? Sporcularda propriyoseptif egzersizler neden gereklidir? Ankara, 2005.

- Bereket Yücel, S., Bedestenlioğlu, M., Rudarlı Nalçakan, G., Ergin, E., Hidayetoğlu, K., Yarkın, G., Mirzeoğlu, A.D. (Ed.) (2020), *Voleybolda Antrenman 13-14 Yaşlar*, TVF Yayınları, Ankara.
- Beyazova M., Kutsal, Y. G. (Eds.). (2016). *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon*. Güneş Tıp Kitabevi, İstanbul
- Bispo AS, Silva LS, Pinto MVM, Baraúna MA, Silva CM, Costa DA. (2010) Vestibular system and postural control, <https://www.efdeportes.com/efd149/vestibular-system-and-postural-control.htm> adresinden alındı.
- Bosco, G., & Poppele, R. E. (2001). Proprioception from a spinocerebellar perspective. *Physiological reviews*, 81(2): 539-568.
- Bringoux, L., Marin, L., Nougier, V., Barraud, P. A., Raphel, C. (2000). Effects of gymnastics expertise on the perception of body orientation in the pitch dimension. *Journal of Vestibular Research*, 10(6): 251-258.
- Burke, D., Hagbarth, K. E., Löfstedt, L., Wallin, B. G. (1976). The responses of human muscle spindle endings to vibration of non-contracting muscles. *The Journal of physiology*, 261(3): 673-693.
- Cardinale, M., Bosco, C. (2003). The use of vibration as an exercise intervention. *Exercise and sport sciences reviews*, 31(1): 3-7.
- Carling, C., Bloomfield, J., Nelsen, L., Reilly, T. (2008). The Role Of Motion Analysis İn Elite Soccer: Contemporary Performance Measurement Techniques And Work Rate Data. *Sports Medicine*, 338: 839–862
- Cerrah, A. O., Bayram, İ., Yıldizer, G., Uğurlu, O., Şimşek, D., Ertan, H. (2016). Effects of functional balance training on static and dynamic balance performance of adolescent soccer players. *International Journal of Sport Exercise and Training Sciences-IJSETS*, 2(2): 73-81.
- Chang, W. D., Chen, S., Tsou, Y. A. (2021). Effects of Whole-Body Vibration and Balance Training on Female Athletes with Chronic Ankle Instability. *Journal of Clinical Medicine*, 10(11): 2380,
- Chisholm, H. (Ed.). (1911). *The Encyclopædia britannica: a dictionary of arts, sciences, literature and general information* (Vol. 24). Encyclopædia Britannica Company.
- Cloak, R., Nevill, A., Wyon, M. (2016). The acute effects of vibration training on balance and stability amongst soccer players. *European journal of sport science*, 16(1): 20-26.
- Cochrane D.J. (2011). The potential neural mechanisms of acute indirect vibration. *J Sports Sci Med*, 10: 19-30,
- Cochrane, D.J., Stannard, S.R., Firth, E.C., Rittweger, J. (2010). Acute whole-body vibration elicits post-activation potentiation. *European journal of applied physiology*, 108(2), 311. *Physical Education and Sport*. 16(1): 38
- Cohen A, Laughner T, Pupp G. (1993) Calcaneonavicular bar resection. A retrospective review, *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 83(1): 7- 10,
- Cormie P., Deane R.S., Triplett N.T., McBride M.J. (2006). Acute effects of whole-body vibration on muscle activity, strength, and power. *J Strength Cond Res*, 20(2): 257-261.
- Cote, K. P., Brunet, M. E., Gansneder, B. M., & Shultz, S. J. (2005). Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. *Journal of athletic training*, 40(1): 41.

- Dallas, G., Kirialanis, P., Mellos, V. (2014). The acute effect of whole body vibration training on flexibility and explosive strength of young gymnasts. *Biology of sport*, 31(3),:233-237.
- Dane, Ş. (2006). Sex and eyedness in a sample of Turkish high school students. *Perceptual and motor skills*, 103(1): 89-90,
- Delecluse, C., Roelants, M., Verschueren, S. (2003). Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(6): 1033-1041.
- Demirel N., 2009, Marmara Üniversitesi, Menopoz Öncesi Bayanlarda Tüm Vücut Titreşim Antrenmanının Yaşlanmanın Geciktirilmesi Üzerine Etkisinin İncelenmesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 35s, İstanbul.
- Dern, R. J., Levene, J. M., Blair, H. A. (1947). Forces exerted at different velocities in human arm movements. *American Journal of Physiology-Legacy Content*, 151(2): 415-437.
- Despina, T., George, D., George, T., Sotiris, P., George, K., Maria, R., Stavros, K. (2014). Short-term effect of whole-body vibration training on balance, flexibility and lower limb explosive strength in elite rhythmic gymnasts. *Human movement science*, 33: 149-158.
- Dilek, B., 2010, Dokuz Eylül Üniversitesi Subakromial Sıkışma Sendromu Olan Kişilerde Propriyoseptif Egzersizlerin Etkinliği Üzerine Yapılan Randomize Kontrollü Bir Çalışma. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Tıpta Uzmanlık Tezi, 30s, İzmir.
- Diracoglu, D., Aydın, R., Baskent, A., Celik, A. (2005). Effects of kinesthesia and balance exercises in knee osteoarthritis. *JCR: Journal of Clinical Rheumatology*, 11(6): 303-310,
- Duncan, J. S., Winston, G. P., Koeppe, M. J., Ourselin, S. (2016). Brain imaging in the assessment for epilepsy surgery. *The Lancet Neurology*, 15(4): 420-433.
- Ellenbecker, T. S., Roetert, E. P. (2004). Strength in Elite Tennis Players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 195(9131/04): 1959.
- Erkmen, N., Suveren, S., Göktepe, A. S., Yazıcıoğlu, K. (2007). Farkli branşlardaki sporcuların denge performanslarının karşılaştırılması. *Sportmetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 5(3): 115-122.
- Evangelos, B., Georgios, K., Konstantinos, A., Gissis, I., Papadopoulos, C., Aristomenis, S. (2012). Proprioseption and balance training can improve amateur soccer players' technical skills. *Journal of Physical Education and Sport*, 12(1): 81.
- Fidan, U., Yıldız, M., Şahan, A. (2019). İnsan bilgisayar etkileşimi ile propriyoseptif duyuların geliştirilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 177-184.
- Fox, B. F., Bowers, R. W., & Foss, M. L. (1999). *Beden Eğitimi ve Sporun Fizyolojik Temelleri*, Çevirmen: Cerit, M., Bağırğan Yayınevi, Ankara.
- Galeano, D., Brunetti, F., Torricelli, D., Piazza, S., Pons, J. L. (2014). A tool for balance control training using muscle synergies and multimodal interfaces. *BioMed research international*, DOI: 10,1155/2014/565370,
- Ghez C., Thach WT. (2000), Cerebellum, In: Principles of Neural Science. 4th. ed., Eds: E.R. Kandell, J.H. Schwartz, T.M. Jessell, New York, pp: 832- 851.
- Gioftsidou, A., Malliou, P., Pafis, G., Beneka, A., Godolias, G., Maganaris, C. N. (2006). The effects of soccer training and timing of balance training on balance ability. *European journal of applied physiology*, 96: 659-664.

- Goble, D. J., Lewis, C. A., Hurvitz, E. A., Brown, S. H. (2005). Development of upper limb proprioceptive accuracy in children and adolescents. *Human Movement Science*, 24(2): 155-170,
- Gonçaves, D., Ricci N., Coimbra A. (2009) Functional balance among older adults from the community. *Rev Bras Fisioter*, 13(4):316- 23.
- Gökmen, B., 2013, Denge Geliştirici Özel Antrenman Uygulamalarının 11 Yaş Erkek Öğrencilerin Statik ve Dinamik Denge Performanslarına Etkisi, 19 Mayıs Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Samsun Ocak.
- Griffin, M. J., Erdreich, J. (1991). Handbook of human vibrationi Academic, London
- Guyton, M. D., Hall, J. E. (1996). Textbook Of Medical Physiology, Tıbbi Fizyoloji, Çevirmen: Çavuşoğlu H., Yüce Yayınları, İstanbul.
- Güler Ö., 2018, Futbolcularda 8 Haftalık Denge Antrenmanlarının Futbola Özgü Teknik Becerilere Etkileri ve Biyomekanik Analizi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Lisans Tezi, 18s, Manisa.
- Hagert, E. (2010). Proprioception of the wrist joint: a review of current concepts and possible implications on the rehabilitation of the wrist. *Journal of Hand Therapy*, 23(1): 2-17.
- Haksever, B., Düzgün, İ., Deniz, Y., Baltacı, G. (2017). Sağlıklı Bireylere Standart Denge Eğitiminin Dinamik, Statik Denge ve Fonksiyonellik Üzerine Etkileri, *Gazi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2(3): 40-49.
- Hamill, J., & Knutzen, K. M. (2006). Biomechanical basis of human movement. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia.
- Hill, A. V. (1922). The maximum work and mechanical efficiency of human muscles, and their most economical speed. *The Journal of physiology*, 56(1-2): 19.
- Holm, I., Fosdahl, M. A., Friis, A., Risberg, M. A., Myklebust, G., Steen, H. (2004). Effect of neuromuscular training on proprioception, balance, muscle strength, and lower limb function in female team handtopu players. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 14(2): 88-94.
- Howe, T. E., Rochester, L., Neil, F., Skelton, D. A., Topuinger, C. (2011). Exercise for improving balance in older people. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (11).
- Hubel, D. H. (1995). Eye, brain, and vision. Scientific American Books, Scientific American Library
- İnal, S. (2013). Spor ve Egzersizde Vücut Biyomekaniği, Papatya Yayınevi, İstanbul
- İşbilir, M., 2010, Futbolcularda Dominant ve Nondominant Ayağa Hareket Yaptıran Kasların Kuvvet Düzeyi ile Ayakta Dengelenmeye Olan Etkilerinin İncelenmesi, Ege Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 12s, İzmir.
- İşler, A. K. (2007). Titreşimin Performansa Etkisi. *Spor Bilimleri Dergisi*, 18(1):42-56.
- Kaçoğlu, C. (2019). Akut Tüm vücut vibrasyon antrenmanının ünilateral statik dengeye etkilerinin incelenmesi. *Gaziantep Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 4(1): 144-156.
- Kahn, C., & Scott, L. (2008). Musculoskeletal System Introduction: Introduction, Merck & Co., NJ, USA

- Karabulut, D., Dogru, S. C., Lin, Y. C., Pandy, M. G., Herzog, W., Arslan, Y. Z. (2020). Direct validation of model-predicted muscle forces in the cat hindlimb during locomotion. *Journal of Biomechanical Engineering*, 142(5): 051014.
- Karakuş, S., & Kılıç, F. (2006). Postür ve sportif performans. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 14(1): 309-322.
- Kaynak, H., Altun, M., Özer M., Akseki, D. (2015). Sporda propriyosepsiyon ve sıcak-soğuk uygulamalarla ilişkisi. *Cbü beden eğitimi ve spor bilimleri dergisi*, 10(1): 10-35.
- Khuman, P. R., Kamlesh, T., Surbala, L. (2014). Comparison of static and dynamic balance among collegiate cricket, soccer and volleytopu male players. *International Journal of Health & Allied Sciences*, 3(1): 9.
- Kim, Y. Y., Min, K. O., Choi, J. H., Kim, S. H. (2016). The effects of sole vibration stimulation on Korean male professional volleytopu players' jumping and balance ability. *Journal of physical therapy science*, 28(5): 1427-1431.
- Koç G., & Erman, K. A. (2012). The neurophysiological effects of whole body vibration training. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 6(2): 129-137.
- Koku, F. E. (2015). Sportif Performansın Genetik ile İlişkisi. *Spor Hekimliği Dergisi*, 50(1): 021-030,
- Korkmaz, M. 2007, Profesyonel Dansçılarda Propriyoseptif Egzersizlerin Denge Üzerine Etkisi, Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans Tezi, İstanbul.
- Kuo, A. D., Speers, R. A., Peterka, R. J., Horak, F. B. (1998). Effect of altered sensory conditions on multivariate descriptors of human postural sway. *Experimental brain research*, 122: 185-195.
- Lam, F. M., Lau, R. W., Chung, R. C., Pang, M. Y. (2012). The effect of whole body vibration on balance, mobility and falls in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Maturitas*, 72(3): 206-213.
- Lau, R. W., Liao, L. R., Yu, F., Teo, T., Chung, R. C., Pang, M. Y. (2011). The effects of whole body vibration therapy on bone mineral density and leg muscle strength in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Clinical rehabilitation*, 25(11): 975-988.
- Lephart, S. M., Pincivero, D. M., Giraido, J. L., Fu, F. H. (1997). The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. *The American journal of sports medicine*, 25(1): 130-137.
- Liao, C. D., Liou, T. H., Huang, Y. Y., Huang, Y. C. (2013). Effects of balance training on functional outcome after total knee replacement in patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*, 27(8): 697-709.
- Lienhard, K., Vienneau, J., Nigg, S., Friesenbichler, B., Nigg, B. M. (2017). Older adults show higher increases in lower-limb muscle activity during whole-body vibration exercise. *Journal of biomechanics*, 52: 55-60,
- McKeon, P. O., Ingersoll, C. D., Kerrigan, D. C., Saliba, E., Bennett, B. C., Hertel, J. A. Y. (2008). Balance training improves function and postural control in those with chronic ankle instability. *Medicine & science in sports & exercise*, 40(10): 1810-1819.
- Mester, J., Kleinöder, H., Yue, Z. (2006). Vibration training: benefits and risks. *Journal of biomechanics*, 39(6): 1056-1065.



- Mononen, K., Konttinen, N., Viitasalo, J., Era, P. (2007). Relationships between postural balance, rifle stability and shooting accuracy among novice rifle shooters. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 17(2): 180-185.
- Moor P (2007). "Muscles". Merck Manual. Retrieved 2008: 11-12.
- Murray, R. K., Granner, D. K., Mayes, P. A., Rodwell, V. W. (2004). Harper'ın Biyokimyası 25. Baskı, Çeviri: Dikmen N, Özgünen T. Nobel kitabevleri, İstanbul
- Musumeci, G. (2017). The use of vibration as physical exercise and therapy. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 2(2): 17.
- Naito, E., Kochiyama, T., Kitada, R., Nakamura, S., Matsumura, M., Yonekura, Y., Sadato, N. (2002). Internally simulated movement sensations during motor imagery activate cortical motor areas and the cerebellum. *Journal of Neuroscience*, 22(9): 3683-3691.
- Nashner LM. (2001) Computerized Dynamic Posturography. In: Goebel JA, Ed: Practical Management of the Dizzy Patient, Lippincott, Williams&Wilkins, p:143-70,
- Nashner, L. M., Black, F. O., Wall, C. I. I. I. (1982). Adaptation to altered support and visual conditions during stance: patients with vestibular deficits. *Journal of Neuroscience*, 2(5): 536-544.
- Nichols, D. S., Glenn, T. M., & Hutchinson, K. J. (1995). Changes in the mean center of balance during balance testing in young adults. *Physical therapy*, 75(8): 699-706.
- Nordin, M. ve Frankel, V. H. (2012) Basic biomechanics of the musculoskeletal system, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia
- Nurten, D. İ. N. Ç., Gökmen, M. H. (2019). Atletik performans ve spor genetiği. *Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(2): 127-137.
- Oliver, G. D., Di Brezzo, R. (2009). Functional balance training in collegiate women athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(7): 2124-2129.
- Örteş, F. (2021). İskelet kaslarındaki kuvvet üretim mekanizmasının Huxley tipi kas modelleriyle incelenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 35(3): 415-426.
- Paillard, T., Noe, F., Riviere, T., Marion, V., Montoya, R., Dupui, P. (2006). Postural performance and strategy in the unipedal stance of soccer players at different levels of competition. *Journal of athletic training*, 41(2): 172-176.
- Perrin, P., Perrin, C., Courant, P., Bene, M. C., Durupt, D. (1991). Posture in baskettopu players. *Acta oto-rhino-laryngologica Belgica*, 45(3): 341-347.
- Plisky, P. J., Gorman, P. P., Butler, R. J., Kiesel, K. B., Underwood, F. B., Elkins, B. (2009). The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. *North American journal of sports physical therapy: NAJSPT*, 4(2): 92.
- Rabert, M. S., Comas, D. R., Vanmeerhaeghe, A. F., Medina, C. S., i Figuls, M. R., Romero-Rodríguez, D., Cosp, X. B. (2012). Whole-body vibration training for patients with neurodegenerative disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (2).
- Rhea, M. R., Kenn, J. G. (2009). The effect of acute applications of whole-body vibration on the iTonic platform on subsequent lower-body power output during the back squat. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1): 58-61.
- Rittweger, J., Mutschelknauss, M., Felsenberg, D. (2003). Acute changes in neuromuscular excitability after exhaustive whole body vibration exercise as compared to exhaustion by squatting exercise. *Clinical physiology and functional imaging*, 23(2): 81-86.

- Ritzmann, R., Kramer, A., Bernhardt, S., & Gollhofer, A. (2014). Whole body vibration training-improving balance control and muscle endurance. *PLoS one*, 9(2): e89905.
- Roelants, M., Delecluse, C., Verschueren, S. M. (2004). Whole-body-vibration training increases knee-extension strength and speed of movement in older women. *Journal of the American Geriatrics Society*, 52(6): 901-908.
- Rugelj, D. (2010). The effect of functional balance training in frail nursing home residents. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 50(2): 192-197.
- Sá-Caputo, D. D. C., Ronikeili-Costa, P., Carvalho-Lima, R. P., Bernardo, L. C., Bravo-Monteiro, M. O., Costa, R., Bernardo-Filho, M. (2014). Whole body vibration exercises and the improvement of the flexibility in patient with metabolic syndrome. *Rehabilitation research and practice*, 2014.
- Safrit MJ, Wood TM. (1995) Introduction to measurement in physical education and exercise science, PA Mosby, Philadelphia.
- Samuelson, B., Jorfeldt, L., Ahlborg, B. (1989). Influence of vibration on endurance of maximal isometric contraction. *Clinical Physiology*, 9(1): 21-26.
- Santos-Filho, S. D., Cameron, M. H., Bernardo-Filho, M. (2012). Benefits of whole-body vibration with an oscillating platform for people with multiple sclerosis: a systematic review. *Multiple Sclerosis International*, 2012.
- Sarshin, A., Mohammadi, S., Shahrabad, H. B. P., Sedighi, M. (2011). The effects of functional fatigue on dynamic postural control of badminton players. *Biology of Exercise*, 7(2).
- Sayenko, D. G., Masani, K., Vette, A. H., Alekhina, M. I., Popovic, M. R., Nakazawa, K. (2012). Effects of balance training with visual feedback during mechanically unperturbed standing on postural corrective responses. *Gait & Posture*, 35(2): 339-344.
- Schauf, C. L., Moffett, D. F., & Moffett, S. B. (1990). Human physiology: foundations & frontiers, Times Mirror Magazine, Long Island.
- Serbest, K., Eldoğan, O. (2014). İskelet kaslarının yapısı ve biyomekaniği. *Academic Platform-Journal of Engineering and Science*, 2(3): 41-51.
- Shumway-Cook, A., Horak, F. B. (1986). Assessing the influence of sensory interaction on balance: suggestion from the field. *Physical therapy*, 66(10): 1548-1550,
- Sihvonen, S. (2004). Postural Balance And Aging: Cross-Sectional Comparative Studies And A Balance Training İntervention (No. 101), University of Jyväskylä, Finlandiya
- Song, S., Lee, K., Jung, S., Park, S., Cho, H., & Lee, G. (2018). Effect of horizontal whole-body vibration training on trunk and lower-extremity muscle tone and activation, balance, and gait in a child with cerebral palsy. *The American journal of case reports*, 19, 1292.
- Stania, M., Juras, G., Słomka, K., Chmielewska, D., Król, P. (2016). The application of whole-body vibration in physiotherapy- A narrative review. *Acta Physiologica Hungarica*, 103(2): 133–145.
- Şahan, A. (2020). Propriyoseptif duyuların geliştirilmesi için egzersiz ve ölçüm sisteminin tasarımı, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 7s, Afyonkarahisar
- Tascioglu, A. B. (2005). Brief review of vestibular system anatomy and its higher order projections. *Neuroanatomy*, 4(4): 24-27.

- Taşkın, C., Karakoç, Ö., Yüksek, S. (2015). İşitme engelli voleybol ve hentbol erkek sporcuların statik denge performans durumlarının incelenmesi. *The Journal of Academic Social Science*, 3(17): 248-255.
- Tomás, R., Lee, V., Going, S. (2011). The Use of Vibration Exercise in Clinical Populations. *ACSM'S Health & Fitness Journal*, 15(6):25-31.
- Torvinen, S., Kannus, P., Sievanen, H., Jarvinen, T.A.H., Pasanen, M., Kontulainen, S., Jarvinen, T.L.N., Jarvinen, M., Oja, P. & Vuori, I. (2002a). Effect of four-month wholebody vibration on performance and balance. *Med Sci Sport Exerc*, 34(9): 1523-1528
- Torvinen, S., Kannus, P., Sievanen, H., Jarvinen, T.A.H., Pasanen, M., Kontulainen, S., Jarvinen, T.L.N., Jarvinen, M., Oja, P. & Vuori, I. (2002b). Effect of a vibration exposure on muscular performance and body balance. Randomized cross-over study. *Clin Physiol & Func Im*, 2, 145-152.
- Tracey, S. Y., Anderson, D. I., Hamel, K. A., Gorelick, M. L., Wallace, S. A., Sidaway, B. (2012). Kicking performance in relation to balance ability over the support leg. *Human movement science*, 31(6): 1615-1623.
- Tsigilis, N., Douda, H., Tokmakidis, S. P. (2002). Test-retest reliability of the Eurofit test battery administered to university students. *Perceptual and motor skills*, 1295-1300,
- Türkeri, C., Büyüктаş, B., Öztür, B. (2020). Alt Ekstremitte Y Dinamik Denge Testi Güvenirlik Çalışması. *Electronic Turkish Studies*, 15(2).
- Türkmen, F. C., Köse, N. (2016). Vibrasyon: fizyoterapide kullanımı ve etkileri. *Fizyoterapi Seminerleri*, 11.
- Vuillerme, N., Danion, F., Marin, L., Boyadjian, A., Prieur, J. M., Weise, I., Nougier, V. (2001). The effect of expertise in gymnastics on postural control. *Neuroscience letters*, 303(2): 83-86.
- Wall, C., & Vrabec, J. T. (2001). Vestibular function and anatomy. *Head & Neck Surgery-Otolaryngolog*, 1641-1650.
- Wirth, B., Zurfluh, S., Müller, R. (2011). Acute effects of wholebody vibration on trunk muscles in young healthy adults. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 21(3): 450–457.
- Wood, R. (2008). Flamingo balance test. *Topend Sports Website*, 1295-1300,
- Zhu, J., Zhang, E., Del Rio-Tsonis, K. (2012). Eye anatomy. *eLS*.

## 7. EKLER

### 7.1. Etik Kurul Onay Formu

### 7.2. Bilgilendirmiş Gönüllü Onam Formu

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu

#### BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

Sizi aşağıda künyesi belirtilen araştırmaya davet ediyoruz.

Araştırmanın Başlığı: **Titreşimli Denge Cihazı ile Yapılan Egzersizlerin Statik ve Dinamik Denge Üzerine Akut Etkisinin Araştırılması**

Araştırmanın Yürütücüsü/Sorumlusu veya Danışmanının Adı Soyadı: **Doç. Dr. Mehmet YILDIZ**

Diğer Araştırmacıların veya Öğrencinin/Öğrencilerin Ad(lar)ı Soyad(lar)ı: **İsmail BAYBURA**

Araştırmada sizden tahminen ayırmanız istenen tahmini süre: 2 saat (süreyi saat veya dakika olarak belirtebilirsiniz)

Araştırmaya sizinle birlikte katılacak tahmini kişi sayısı: 30

Bu araştırmanın amacı **“Bu çalışmanın amacı denge egzersizi ve titreşim uygulamasının eş zamanlı şekilde birleştirilerek, denge becerisi üzerinde akut etkilerinin incelenmesidir.”**

Bu çalışmaya katılmak tamamen **gönüllülük** esasına dayanmaktadır. Çalışmanın amacına ulaşması için sizden beklenen, bütün soruları eksiksiz, kimsenin baskısı veya telkini altında olmadan, size en uygun gelen cevapları içtenlikle verecek şekilde cevaplamanızdır. Bu formu okuyup onaylamanız, araştırmaya katılmayı kabul ettiğiniz anlamına gelecektir. Ancak, çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmayı bırakma hakkına da sahiptir. Bu çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup kişisel bilgileriniz **gizli tutulacaktır**; ancak verileriniz yayın amacı ile kullanılabilir. İletişim bilgileriniz ise sadece iznimize bağlı olarak ve farklı araştırmacıların sizinle iletişime geçebilmesi için “ortak katılımcı

havuzuna” aktarılabilir. Eğer araştırmanın amacı ile [REDACTED] bu bilgiler dışında şimdi veya sonra daha fazla bilgiye ihtiyaç duyarsanız araştırmacıya şimdi sorabilir veya ..... e-posta adresi ve 5058728895 numaralı telefonda ulaşabilirsiniz.

Araştırma tamamlandığında genel/size özel sonuçların sizinle paylaşılmasını istiyorsanız lütfen araştırmacıya iletiniz.

**Kişi ve kurumları aşağılayan, rencide eden veya hakaret içeren cevaplar değerlendirmeye alınmayacaktır.** Yukarıda yer alan ve araştırmadan önce katılımcıya verilmesi gereken bilgileri okudum ve katılmam istenen çalışmanın kapsamını ve amacını, gönüllü olarak üzerime düşen sorumlulukları anladım. Çalışma hakkında yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen araştırmacı/araştırmacılar tarafından yapıldı. Bana, çalışmanın muhtemel riskleri ve faydaları sözlü olarak da anlatıldı. Kişisel bilgilerimin özenle korunacağı konusunda yeterli güven verildi.

Bu koşullarda söz konusu araştırmaya kendi isteğimle, hiçbir baskı ve telkin olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

***Katılımcılar İçin:***

Katılımcının:

Adı-Soyadı:

İmzası: İletişim Bilgileri:

e-posta: Telefon: