

**T.C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ADÖLESAN KADIN VOLEYBOL OYUNCULARINDA GÖVDE  
STABİLİZASYON EGZERSİZ EĞİTİMİNİN KASSAL KUVVET,  
ENDURANS VE DENGE ÜZERİNE ETKİSİ**

**Fzt. Seda YILDIZ**

**Spor Fizyoterapistliği Programı  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ANKARA  
2012**



**T.C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ADÖLESAN KADIN VOLEYBOL OYUNCULARINDA GÖVDE  
STABİLİZASYON EGZERSİZ EĞİTİMİNİN KASSAL KUVVET,  
ENDURANS VE DENGE ÜZERİNE ETKİSİ**

**Fzt. Seda YILDIZ**

**Spor Fizyoterapistliği Programı  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI  
Prof. Dr. Gül BALTACI**

**ANKARA  
2012**

Sağlık Bilimleri Enstitüsü M¼d¼rl¼ę¼'ne;

Bu alışma j¼rimiz tarafından Spor Fizyoterapistliği Programında Y¼ksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı : Prof. Dr. G¼l BALTACI  
(Hacettepe niversitesi)

ye: Prof. Dr. Volga BAYRAKÇI TUNAY  
(Hacettepe niversitesi)

ye: Prof. Dr. Edibe NAL  
(Hacettepe niversitesi)

ye: Doç. Dr. Özlem ÜLGER  
(Hacettepe niversitesi)

ye: Doç. Dr. Filiz OLAKOğLU  
(Gazi Üniversitesi)

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansst¼ Eğitim- ğretim ve Sınav Y¼netmelięinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki j¼ri yeleri tarafından uygun g¼r¼lm¼ř ve Enstit¼ Y¼netim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Mustafa Kadri ALTUNDAğ  
Enstit¼ M¼d¼r¼

## TEŞEKKÜR

Lisans eğitimi sonrası akademik dünyaya adım atarken eşsiz bir rehberlik yaparak, tezimin her aşamasında sabır ve sevgiyle bana yol gösterdiği için Sevgili Danışman Hocam Prof. Dr. Gül BALTACI' ya çok teşekkür ederim.

Yüksek Lisans Eğitimim süresince ders ve eğitimleriyle gerek tezim, gerekse mesleki hayatım için yaptığı katkılardan ötürü Sayın Prof. Dr. Nevin ERGUN'a çok teşekkür ederim.

Tezimin istatistik aşamasında rehberlik ederek değerli fikirlerini paylaştığı için Sayın Doç. Dr. Mutlu HAYRAN'a çok teşekkür ederim.

Yüksek Lisans Eğitimim boyunca yaptırdığı çalışmalarla tez için gerekli altyapının oluşmasına katkı sağladığı için Sayın Prof. Dr. Volga BAYRAKÇI TUNAY'a teşekkür ederim.

Tez değerlendirmelerimde kullandığım Biodex 3 cihazı için gereken izinleri alarak büyük bir katkı sağlayan Sayın Doç. Dr. Uğur HAKLAR' a teşekkür ederim.

Tez sürecimde her zaman fikir ve deneyimlerinden faydalandığım manevi ablam Sayın Dr. Fzt. Çiğdem ÖKSÜZ' e çok teşekkür ederim.

Araştırma Görevlisi Sayın Fzt. Damla AYDIN, Sayın Fzt. Gülşah BAŞANDAÇ, Sayın Fzt. Gülşah BARGI ve Sayın Fzt. Tuğçe KALAYCIOĞLU'na gerçek arkadaşlar olarak tez sürecimde beni her zaman destekleyip, motive etmelerinden ötürü çok teşekkür ederim.

Tezimi voleybol takımlarında uygulamama izin verdikleri için Fenerbahçe Spor Klübü'ne minnettarım ve çok teşekkür ederim.

Fenerbahçe Spor Klübü Bayan Voleybol Takımındaki iş arkadaşlarıma tez uygulamalarım sırasında beni hep anlayışla karşıladıkları ve her zaman destek oldukları için çok teşekkür ederim.

Sayın Dr. Zekeriya DOĞAN'a destek ve yadımlarından ötürü çok teşekkür ederim.

Son olarak her zaman yanımda olan Sevgili Ailem; sevgili annem, babam ve kardeşlerim Sema ve Selin YILDIZ; manevi desteğiniz ile bitirebildiğim bu tez çalışmam için size sonsuz teşekkür ediyorum.

## ÖZET

**Yıldız S., Adolesan Kadın Voleybol Oyuncularında Gövde Stabilizasyon Egzersiz Eğitiminin Kassal Kuvvet, Endurans ve Denge Üzerine Etkisi. Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Spor Fizyoterapistliği Programı Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2012.** Bu çalışma, adölesan kadın voleybol oyuncularında gövde stabilizasyon egzersiz eğitiminin kassal kuvvet, endurans ve denge üzerine olan etkisini ortaya koymayı amaçladı. Toplam 23 kişiden (12,96±0,82 yıl) oluşan 2 ayrı adolesan kadın voleybol takımı gövde kasları enduransı mekik testi, lateral köprü testi ve Biering Sorenson Testi ile; denge Star Excursion Balance Testi ile; gluteus medius izokinetik kuvveti Biodex 3 sistem (180<sup>0</sup>/s, 270<sup>0</sup>/s, ve 360<sup>0</sup>/s) ile değerlendirildi. Daha sonra 12 kişilik (13,50±0,67 yıl) çalışma grubu (Grup 1) 6 hafta/3gün- 45 dk gövde stabilizasyon egzersiz eğitimine alındı ve rutin top antrenmanlarına devam etti. 11 kişilik (12,36±0,5 yıl) kontrol grubu (Grup 2) ise sadece top antrenmanlarına devam etti. Her 2 grup eğitim öncesi ve 6 hafta sonrası değerlendirildi. Çalışmanın istatistiksel analizi Mann Whitney U testi farkların farkı üzerinden yapıldı (p<0,05). Sonuçlara göre Grup 1 ve Grup 2 arasında endurans için mekik testi (p<0.01) ve Biering Sorenson testlerinde (p<0.00) anlamlı fark bulundu(p<0,05). Lateral köprü testinde her 2 tarafta da anlamlı sonuç çıkmadı (p>0,05). Denge Grup 1'de dominant ve dominant olmayan tarafta da gelişim gösterdi (p<0,05). Gluteus Medius kasının izokinetik değerlendirmesinde ise Grup 1 ve Grup 2 de gelişim görüldü ancak gruplar arasında anlamlı bir fark bulunamadı. Sadece adduksiyon dominant olmayan taraf değerlerinde 270<sup>0</sup>/s ve 360<sup>0</sup>/s total work ve work/body weight değerlerinde Grup 1 ile Grup 2 arasında fark görüldü (p<0,05). Bu çalışma gövde stabilizasyon egzersiz eğitiminin adölesan kadın voleybol oyuncularında denge ve kassal endurans gelişimine neden olduğunu gösterdi.

Anahtar kelimeler: gövde stabilizasyonu, endurans, denge, voleybol, adölesan, kadın

## ABSTRACT

**Yıldız S., The effects of core stability exercises on muscle strength, endurance and balance in adolescent female volleyball players. Hacettepe University, Institute of Health Sciences, Sports Physiotherapy Programme, Master of Science Thesis, Ankara, 2012.** The purpose of this study was to determine the training effects of core stabilization exercises on muscle strength, endurance and balance in adolescent female volleyball players. Two adolescent female volleyball teams with 23 players ( $12,96 \pm 0,82$  yrs) were taken into this study. Both teams which were divided into 2 groups including core stabilization (Group 1) and control group (Group 2) were evaluated their core muscle endurance with sit-ups, lateral bridge and Biering Sorenson Test; balance with Star Excursion Balance Test and isokinetic strength of Gluteus Medius test with Biodex 3 ( $180^0/s$ ,  $270^0/s$ , and  $360^0/s$ ). After assessment 12 players ( $13,50 \pm 0,67$  yrs) of study group were taken to core stabilization exercise training for 6 weeks/3 times- 45 minutes and continued the routine ball training practices. Control group 11 players ( $12,36 \pm 0,5$  yrs) only continued with their routine ball training practices. Both groups were evaluated before and after 6 weeks of programme. The Mann- Whitney U test on the differences of average pre and post-differences from evaluations was used for statistical analysis ( $p < 0,05$ ). There were significant differences in endurance tests of core region, both sit-ups ( $p < 0,01$ ) and Biering Sorenson ( $p < 0,00$ ) between the Group 1 and Group 2 ( $p < 0,05$ ). There was no found a significant difference in bilateral lateral bridge tests between Group 1 and 2 ( $p > 0,05$ ). Balance results were significantly improved with both dominant and non-dominant sides in Group 1 ( $p < 0,05$ ). Isokinetic strength for gluteus medius were improved in both groups before and after testing, but there was no significant difference between groups. There were significant differences in total work and work/ body weight in adduction of non dominant side at  $270^0/s$  and  $360^0/s$  between Group 1 and 2 ( $p < 0,05$ ). This study showed that core stabilization exercises training might cause the improvement on muscle endurance and balance in adolescent female volleyball players.

Key words: core stability, endurance, balance, volleyball, adolescent, female

## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
ONAY SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
TABLOLAR DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Adölesan Sporcu	4
2.2. İç Gövde Anatomisi	5
2.3. Gövde Stabilizasyonu	9
2.3.1. Pasif Alt Sistem	11
2.3.2. Aktif Alt Sistem	11
2.3.3. Nöral Alt Grup	12
2.4. Voleybol	14
2.5. Voleybol Antrenman Programı	15
2.6. Adölesan Voleybol Oyuncuları ve Gövde Stabilizasyon Egzersiz Eğitim Programı	16
3. BİREYLER VE YÖNTEM	18
3.1. Bireyler	18
3.2. Yöntem	20
3.2.1. Değerlendirme	20
3.2.1.1. Gövde Stabilizasyonu Değerlendirmesi	20
3.2.1.2. Denge Değerlendirmesi	22
3.2.1.3. Alt Ekstremitte Kassal Kuvvet ve Endurans Değerlendirmesi	23
3.2.2. İlerleyici Gövde Stabilizasyon Egzersiz Eğitimi	23

3.2.2.1. İlerleyici Gövde Stabilizasyon Egzersiz Eğitim Programı	24
3.2.3. İstatistiksel Analiz	33
4. BULGULAR	34
4.1. Tanımlayıcı İstatistik	34
4.2. Eğitimin Etkisi ve Gruplar Arasındaki Fark Bulguları	36
4.2.1. Gövde Kasları Endurans Değerlendirmesi	36
4.2.2. Denge Değerlendirmesi	37
4.2.3. Biodex ile Kuvvet ve Endurans Değerlendirmesi	39
5. TARTIŞMA	44
5.1. İlerleyici Gövde Stabilizasyon Egzersiz Eğitiminin Kassal Kuvvet Üzerine Etkisi	44
5.2. İlerleyici Gövde Stabilizasyon Egzersiz Eğitiminin Gövde Kasları Enduransı Üzerine Etkisi	46
5.3. İlerleyici Gövde Stabilizasyon Eğitiminin Denge Üzerine Etkisi	48
5.4. Çalışmanın Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bilimine Katkıları ve Limitasyonları	51
6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	52
KAYNAKLAR	53

**SİMGELER VE KISALTMALAR**

add	: Adduksiyon
abd	: Abduksiyon
cm	: Santimetre
d	: Dominant taraf
dk	: Dakika
değ	: Değerlendirme
max	: Maksimum
mean	: Ortalama
min	: Minimum
nd	: Dominant olmayan taraf
kg	: Kilogram
msn	: Milisaniye
n	: Olgu sayısı
p	: Yanılma olasılığı
Sn	: Saniye
SS	: Standart sapma
TA	: Transversus Abdominus
X	: Aritmetik ortalama

## ŞEKİLLER

	<b>Sayfa</b>
Şekil 2.2.1. Abdominal ve Gövde Kaslarının 3. Lumbar Vertebra Seviyesinde Kesitsel Görünümü	8
Şekil 2.2.2. İç Gövde Kaslarının Anterior Görünümü	9
Sekil 3.1. CONSORT 2010 Sporcu Katılım Grafiği	19
Şekil 3.2.1.1.1. Abdominal Bölge Kas Endurans Testi	20
Şekil 3.2.1.1.2. Lateral Köprü Testi (Sol)	21
Şekil 3.2.1.1.3. Biering Sorenson Testi	21
Şekil 3.2.1.2. Star Excursion Balance Test Sağ- Sol Bacak Uzanma Yönleri	22
Şekil 3.2.1.3. Biodex 3	23
Grafik 4.2.1.1 Gövde Kasları Endurans Değerlendirmeleri Sonuçları	36
Grafik 4.2.2.1 Dominant Taraf Denge Değerlendirmeleri Sonuçları	38
Grafik 4.2.2.3. Dominant Olmayan Taraf Denge Değerlendirmeleri Sonuçları	39
Grafik 4.2.3.1. Work/ Body Weight Değerlerinin Ölçüm Sonuçları	40
Grafik 4.2.3.3. Peak Torque/ Body Weight Değerlerinin Ölçüm Sonuçları	42

**TABLolar**

	<b>Sayfa</b>
Tablo 2.3.2.1. Lokal ve Büyük Kas Gruplarının Özellikleri	12
Tablo 4.1. Sporcuların Fiziksel Özelliklerinin Gruplar Arası Karşılaştırılması	35
Tablo 4.2.1.2 Gövde Kasları Endurans Değerlendirmeleri Farklarının İstatistiksel Karşılaştırması	37
Tablo 4.2.2.2. Dominant Taraf Denge Değerlendirmeleri Farklarının İstatistiksel Karşılaştırması	38
Tablo 4.2.2.4. Dominant Olmayan Taraf Denge Değerlendirmeleri Farklarının İstatistiksel Karşılaştırması	39
Tablo 4.2.3.2. Work/ Body Weight Fark Değerlerinin İstatistiksel Verileri	41
Tablo 4.2.3.4. Peak Torque/ Body Weight Fark Değerlerinin İstatistiksel Verileri	43

## 1. GİRİŞ

Gövde kasları lumbo-pelvik-kalça kompleksini destekleyen 29 çift kas grubundan oluşur. Bu kas grubu fonksiyonel hareketler sırasında vertebra, pelvis ve kinetik zincirin stabilizasyonuna yardım eder (1). Panjabi'ye göre gövde stabilizasyonu 'fizyolojik limit dahilinde intervertebral nötral alanların sağlanabilmesi için gerekli stabilizasyon sistem kapasitesidir' (2).

Stabilizasyon sistemi 3 alt gruba ayrılır; nöral alt grup, pasif alt grup, aktif kas alt grubudur. Nöral alt grup karmaşık bir monitorizasyona ve kas içiği, golgi tendon organı ve spinal ligamentlerden gelen geribildirim göre uygun kas yükü dağılımına sahiptir. Postural düzenlemelere ve dışarıdan gelen yüklenmelere bağlı olarak stabilite için gerekenler değişiklik gösterebilir. Nöral alt grup yeterli stabilizasyonun sağlanması için diğer iki alt grupla beraber çalışmalı ve beklenen eklem hareketliliğinin meydana gelmesine izin vermelidir (2-4). Pasif alt grup spinal ligamentler ve faset eklemlerden oluşmaktadır. Bu sistem lumbal vertebralar üzerine vücut kütesinin çok altında bir değerle (yaklaşık olarak 10 kg) yüklenmesine izin verir. Buna rağmen aktif kas alt sistemi ise dirençli egzersiz ve dinamik aktiviteler sırasında vücut kütesinin üzerinde yüklenmelere izin verdiği için önemlidir (2-4). Bergmark aktif kas alt sistemini stabilizasyondaki asıl görevlerine göre büyük ve lokal grup olarak ikiye ayırmıştır (5). Büyük stabilite sistemi abdominal ve lumbal bölgedeki geniş ve yüzeysel kas gruplarını ifade eder (6). Lokal stabilite sistemi ise transversus abdominus, multifidus gibi derin intrinsik kas gruplarını temsil eder (7). Gövde kasları intersegmental hareketlerin kontrolü, postüral değişiklik ve dış yüklenmelere karşı koruyucu ve genel stabilite sistemindeki destekleyici olarak görev yaparlar (8).

Gövde stabilizasyonu pelvis, vertebra ve kinetik zincire uygun yük binmesi için gereklidir. Bu sistem etkili bir şekilde çalıştığında vücuda binen yükler eşit dağıtılır; optimal kontrol ve etkili hareket; yer reaksiyon kuvvetinin yeterli absorpsiyonu; kinetik halka eklemleri üzerine aşırı sıkıştırıcı, döndürücü ve bükücü yüklenmenin yok edilmesi sağlanır (1).

Bazı araştırmacılar etkili bir gövde stabilizasyonu için derin gövde kasları olan transversus abdominus ve multifidusun önemini vurgularken (9) McGill ve diğer biyomekanikçiler (10) stabilizasyonun sağlanmasında abdominal oblique ve

quadratus lumborum gibi 'asıl hareketi sağlayan' büyük kas gruplarını vurgulamıştır. En uygun spinal stabilizasyon için son kabul gören yaklaşım ise derin ve yüzeysel gövde kaslarının koordineli bir şekilde birlikte kasılması yönündedir (11).

Gövde stabilizasyonu özellikle sporda çok önemlidir. Çünkü 'distal hareketlilik için proksimal stabilite' sağlar (12). Ayrıca yapılan son çalışmalarda gövde stabilizasyonunun sporcularda yaralanma insidansını azalttığı, özellikle sezon öncesi yapılan eğitimin yaralanmalar açısından koruyucu olduğu görülmüştür (13, 14).

Voleybol güç, çeviklik ve hız gerektiren; 6 asil ve 6 yedek oyuncudan oluşan takım sporudur. Sporunun iyi bir performans sergilemesi için aerobik ve anaerobik kapasitesinin iyi olması gerekir. Voleybol; futbol ve basketboldan sonra maçlar esnasında acil müdahale gerektiren 3. spordur (15). Temas sporu olmamasına rağmen yaralanma riski açısından futbol, basketbol ve buz pateninden sonra gelir. Voleybol oyuncuları genel olarak akut yüklenme sonucu cerrahi gerektirmeyen ligament sprainleri, kas strainleri ve aşırı kullanıma bağlı overuse yaralanmaları açısından yüksek risk altındadır (16, 17).

Voleybolda en çok diz yaralanması meydana gelir. Bunu ayak bileği, omuz ve bel bölgesi takip eder. Tekrarlı sıçrama ve düştükten sonra denge sağlanması gerektirdiği için smaç ve blok yaralanmalara en fazla yol açan hareketlerdir. Adölesan sporcular açısından ise voleybol yaralanmalara sebep olan 5.spordur (18). Bu spor adölesan kadın sporcuların erkek sporculardan daha fazla yaralanmaya sahip olduğu nadir sporlardan biridir. Adölesan kadın sporcular aynı yaş grubu erkek sporculara göre diz yaralanmalarına 1.9 kat daha yatkındır (19). Adölesan gruptaki yaralanmalar daha çok yetersiz beslenme, yanlış teknik, yetersiz antrenman ve yetersiz kondüsyondan kaynaklanmaktadır. Bu popülasyonda yaralanma insidansının azaltılması için Amerika Spor Hekimliği Koleji (1998) tarafından bu gruptaki sporcuların da kuvvet antrenmanlarına katılmaları gerektiği önerilmiş ve böylece yaralanmaların %50 sinin koruyucu programla engellenebildiği kaydedilmiştir (20).

Literatürde adölesan kadın voleybol oyuncularına yönelik herhangi bir gövde stabilizasyonu çalışması bulunamamıştır. Bu çalışma ile amaç gövde stabilizasyon egzersiz eğitiminin bu örneklemede kuvvet, endurans ve denge üzerine yaptığı etkileri araştırmaktır.

Bu çalışmadaki hipotezler şunlardır;

H0 1: Gövde stabilizasyon eğitiminin adölesan kadın voleybol oyuncularında kassal kuvvet üzerine etkisi yoktur.

H0 2: Gövde stabilizasyon eğitiminin adölesan kadın voleybol oyuncularında kassal endurans üzerine etkisi yoktur.

H0 3: Gövde stabilizasyon eğitiminin adölesan kadın voleybol oyuncularında denge üzerine etkisi yoktur.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Adölesan Sporcu

Dünyada sportif aktivitelere katılan çocuk ve adölesanların sayısı günden güne artış göstermektedir. Buna rağmen değişen yaşam şekli, sedanter aktivitelere harcanan zamanın artması, insanların teknoloji ile daha fazla zaman geçirmesi sebebiyle gençlerin de fiziksel seviyeleri eskiye oranla azalmıştır. Sportif katılımdaki artış ve azalan fiziksel uygunluk kombinasyonu bu popülasyonda sporla ilişkili akut ve kronik yaralanma epidemisine yol açmıştır (21, 22). Bu yaş grubunda meydana gelen anatomik ve fizyolojik değişiklikler sporcunun sadece performansını ve potansiyelini değil, yaralanma riskini de etkilemiştir (20). Yaygın olarak görülen aşırı kullanım yaralanmaları, yüksek yaralanma riski olan tam gelişmemiş iskelet yapısının büyüme özelliğinden kaynaklanabilir (23). Boy uzarken büyüme uzun kemiklerin fizis, epifizis ve apofizinde meydana gelir. Bu alanlar kemikten çok kartilajinöz olduğu için adölesan sporcu yaralanmalara daha yatkın hale gelir (24). Özellikle boy artışı ile görülen hızlı büyüme döneminde kas-kemik yapıları arasındaki gelişim uyumsuzluğu, kas ve tendon yapılarının esnekliğinde göreceli düşüşe yol açarak yaralanma riskini artırır. Adölesan dönemde yaralanma için uygun zemin oluşmasında androjen hormonların artması da etkenlerden biridir. Kas gelişimi ve kuvveti, dolayısı ile sürat ve güç üretimi artarken sporcunun katıldığı müsabaka seviyesi, rekabet ve yarışma düzeyi ile spora katılım süresi de artar. Bu döneme özgü dikkatsiz ve atılgan davranışlar ile psikolojik özelliklere eklenen motor becerilerdeki sakarlık, koordinasyon ve denge yetilerinde geçici düşüş yaralanma için uygun koşulları oluşturur (25).

Adölesanlarda oluşan tüm yaralanmaların yarıdan fazlasını (%55-60) spor yaralanmaları oluşturmaktadır. Bu yaralanmaların en önemli bölümünü de aşırı kullanıma bağlı kas-iskelet sistemi yaralanmaları oluşturmaktadır. En fazla yaralanan vücut bölgeleri sırasıyla: ayak bileği ve diz, el, el bileği, dirsek, baldır ön ve arkası, baş, boyun ve klavikula, omuz, ayak, sırt, kalça ve hamstring kaslarıdır (25- 28). Adölesan kadın sporcu ile erkek sporcu yaralanma insidansı birbirine çok yakın olmasına rağmen cinsiyetler arasındaki vücut ölçüsü, vücut şekli, anatomik yapı, Q açısı, enerji metabolizması, dolaşım, kardiyorespiratuar kapasite, endokrin ve iskelet

kas kuvveti farklılıklarından ötürü yaralanma türleri ve bölgeleri farklıdır. Örneğin kadın pelvisi çok fazla varyasyona sahip olmasına rağmen genel olarak erkek pelvisinden daha geniş ve düzdür. Bu da kadınlarda diz yaralanmaları ve patellofemoral bozukluklar için risk faktörü olan artmış genu valgum, artmış quadriceps femoris kuvveti, azalmış vastus medialis ve artmış Q açısını beraberinde getirir (29- 31). Ayrıca adölesan kadın sporcu östrojenin etkisiyle eklemlerde laksite ve yumuşak dokuda fazla esnekliğe sahip olduğu için subluksasyon gibi yaralanmalara da daha yatkındır (32). Sonuç olarak, spordaki başarıyı artırmak için adölesan dönemden başlayarak antrenman programları içerisinde vücut yapının düzgünlüğünü koruyacak egzersiz programlarının yerleştirilmesi gereklidir. En önemli bölge ise gövde ve iç gövde kaslarının fonksiyonlarını korumaktır (33).

## 2.2. İç Gövde Anatomisi

‘İç gövde’ terimi gövde veya daha özel olarak lumbopelvik bölgeyi tanımlamak için kullanılmıştır (2- 5, 34, 35). Akuthota ve Nadler’e (11) göre iç gövde; ekstremite hareketleri ve sabitliği esnasında başta omurga olmak üzere vücudu stabilize eden kas gruplarından ve ayrıca sırttaki ve beldeki pasif yapılardan oluşur ve fonksiyonel kinetik halkanın merkezini temsil eder.

İç gövde kasları hızlı ve yavaş kasılan olmak üzere 2 tür kas lifinden oluşur. Yavaş kasılan lifler öncelikle lokal kas sistemini oluşturur (derin kas tabakası). Bu kaslar boyca daha kısadır ve intersegmental hareketleri kontrol etmek, dışarıdan yüklenme ve postüral değişiklikleri karşılamak için yerleşmiştir. Anahtar lokal kaslar transversus abdominus (TrA), multifidius, internal obliqler, derin transversospinal kaslar ve pelvik taban kaslarıdır (36). Diğer taraftan hızlı kasılan lifler büyük kas sistemini oluşturur (yüzeyel kas tabakası). Bu kaslar uzundur ve yüksek miktarda torque ve kaba hareket üretimine izin veren geniş kuvvet kollarına sahiptir. Anahtar büyük kaslar erector spinae, external oblique, rectus abdominus kasları ve quadratus lumborumu içerir (3).

İç gövde önde abdominal kaslar, arkada gluteal ve paraspinal kaslar, tavanda diyafram ve aşağıda pelvik taban ve kalça çevresi kasların olduğu bir ‘kassal kutuya’ benzetilebilir. Bu kutu içinde fonksiyonel hareketler sırasında omurga, pelvis ve kinetik halkanın stabilizasyonuna kaslar olmadan omurga 90 N gibi az bir

kompresyon kuvveti ve ortalama bir üst ekstremitte ağırlığında bile mekanik olarak instabil hale gelebilir (9).

İç gövde torakolumbar fasya boyunca yer alan vücudun ‘doğal bel kemeri’ dir (37). Bu fascia anterior, medial ve posterior olmak üzere 3 tabakaya sahiptir. Bunlardan posterior kısım lumbar omurgayı ve abdominal kasları desteklediği için en önemli role sahiptir. TrA kası thoracolumbar fascianın orta ve arka lifleriyle geniş bağlarla çevrilidir (9). Posterior tabaka aşağı ve mediale doğru uzanan yüzeysel lamina ve aşağı ve laterale doğru uzanan derin lamina olmak üzere 2 laminadan oluşur. Latissimus dorsi kasının aponeurozu yüzeysel tabakadan meydana gelir. Derin kısımları lumbar vertebraların processus spinosusları ile bağlanır. Thorakolumbar fascia alt ekstremitte ve üst ekstremitte arasında bağlantı sağlayarak kinetik halkanın sağ- sol ve üst- alt kısımlarını birleştirir (10, 38, 39) Ağırlık kaldırma aktivitelerinde kasların kasılmasıyla thoracolumbar fascia geribildirim sağlayan bir bel kemeri gibi, aktive edilmiş bir proprioceptor olarak harekete geçer (38).

Abdominal kaslar iç gövdenin kısmen en önemli parçasıdır. TrA stabilizasyona olan katkıları sayesinde çok önemlidir. Horizontal uzanan lifleri abdomen etrafında destekleyici bir kemer oluşturur. Sağlıklı bireylerde lumbar stabilizasyonu sağlamak için TrA ve Multifidius kaslarının omuz hareketlerinden 30 ms, alt ekstremitte hareketlerinden 110 ms önce kontraksiyonları kanıtlanmıştır (40, 41). Ancak bel ağrılı hastalarda bu kasların ekstremitte hareketlerinden önceki kontraksiyonu gecikir (41). Internal oblique ve TrA birlikte çalışarak abdomen çevresinde çember şekilli thoracolumbar fascia aracılığıyla intraabdominal basıncı artırır (10). Etkili abdominal kas aktivasyonu sayesinde torakolumbar fasya gerilerek sistem boyunca uygun bir şekilde gerilimi taşır ve aktivasyonun etkinliğini artırır (38, 42, 43). TrA kası torakolumbar fasyanın bağlantıları sayesinde omurganın silindirik stabilizasyonunun sağlanmasında etkilidir (37,12). En geniş ve en yüzeysel abdominal kas olan eksternal oblique kası anterior pelvik tilti kontrol eder. Abdominal kaslar (rectus abdominus, internal ve eksternal oblique, TrA) ve multifidius spinal segmental stabilizasyon sağlamak için maksimal istemli kontraksiyonlarının yalnızca % 5- 10 ile kenetlenmeye ihtiyaç duyarlar (44).

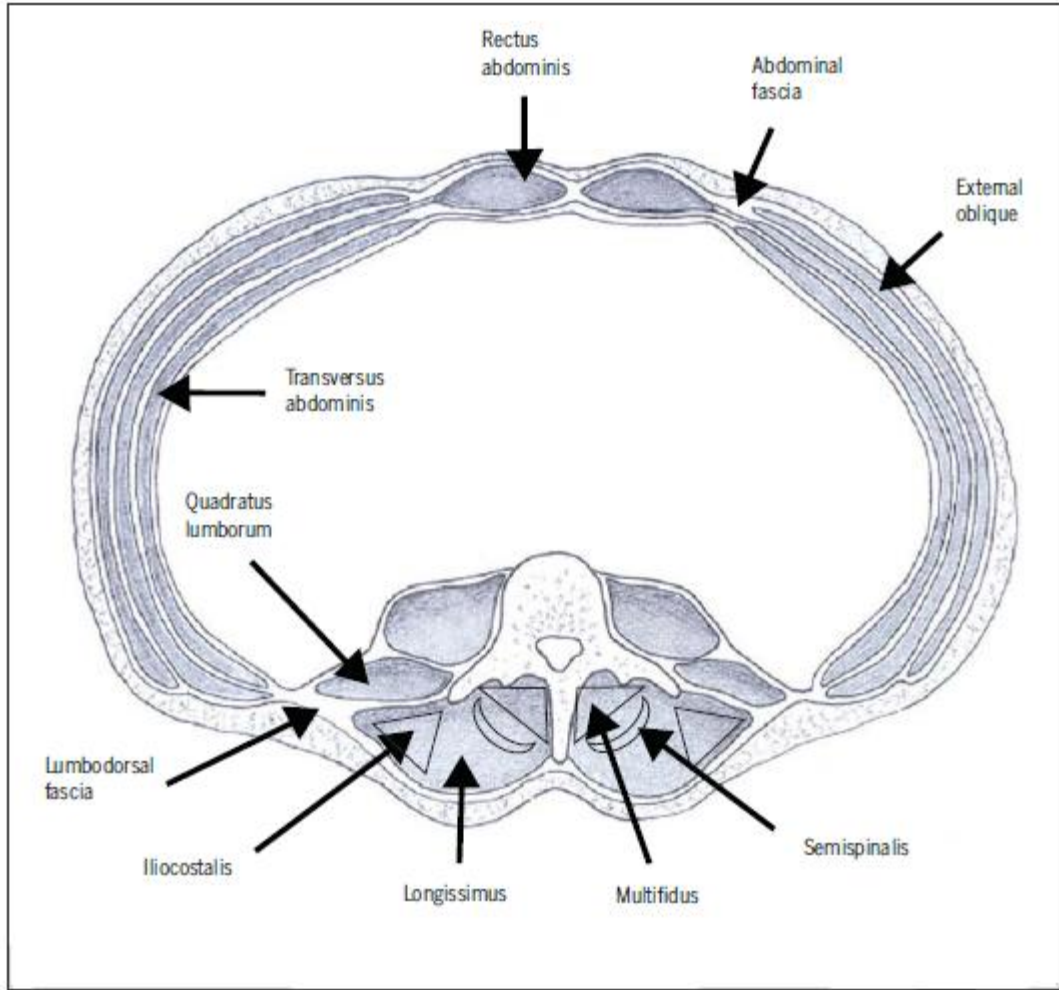
Paraspinal kaslar erector spinalar ve lokal kaslar (rotatörler, intertransversi, multifidius) olmak üzere 2 ye ayrılır. Lumbar bölgedeki erektor spinalar ise iliocostalis ve longissimus olarak 2 ana kas grubundan oluşur. Bu kaslar aslında torakal kaslar olup lumbal bölgeden geçerek pelvise kadar giden uzun tendonları vardır. Bu uzun moment kolu lumbar spinal ekstansiyon ve lumbar fleksiyon ile posterior kayma yaratmak için idealdir (10). Derin ve medial erektor spinalar lokal kaslardır. Rotatörler ve intertransversi kaslarının büyük moment kolu yoktur. Sahip oldukları yüksek kas içiği miktarı ile spinal segmentlerin uzunluk dönüştürücüsü veya pozisyon hissi sergiler. Multifidus 2 veya 3 spinal segmenti aşarak ilerler. Teorik olarak segmental stabilizer olarak çalışır. Kısa moment kolları sebebiyle kaba hareketlere fazla dahil olmaz (45).

Superior, inferior oblique ve longitudinal olmak üzere 3 kısımdan oluşan quadratus lumborum kası geniş, ince ve quadranguler şekle sahiptir ve lumbar omurga üzerine direk insersio yapar. Longitudinal ve superior oblique kısımları lumbar vertebralar üzerinde herhangi bir etkiye sahip değildir. Bu kaslar solunum sırasında 12. Kostayı stabilize edecek şekilde ikincil solunum kaslarıdır (11). Ancak inferior oblique parçası lumbar bölge için zayıf bir lateral fleksördür. McGill'e göre omurganın en kuvvetli stabilizatör kasıdır ve genellikle izometrik çalışır (3).

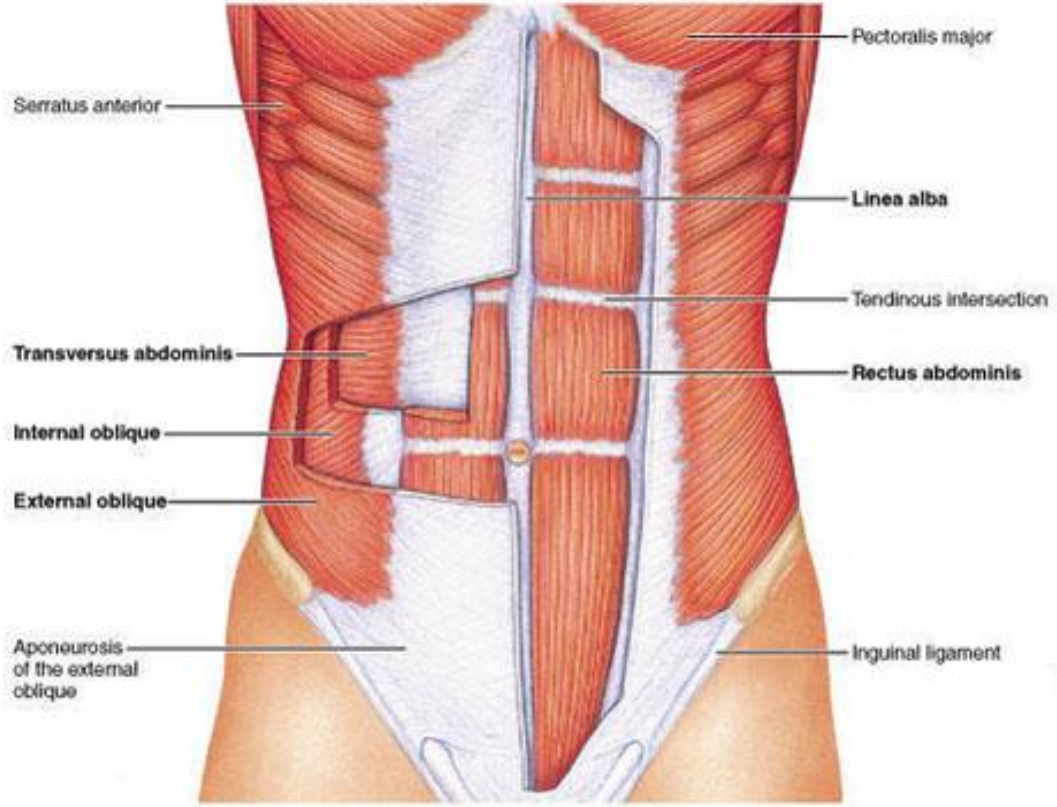
Diyafram iç gövdenin tavanını oluşturmaktadır. Diyafram kontraksiyonu ve intraabdominal basınç artışı ile lumbar omurga üzerinde stabilize sağlar (11). Ayrıca diyafram solunum görevinden bağımsız olarak, ekstremiteler hareketinden önce kasılarak omurga stabilizasyonuna yardım eder (46).

Kalça ve pelvik taban kasları iç gövdenin taban desteğini oluşturur. Hodges'a (47) göre pelvis ve gövde kaslarının kontrolünde sinerjistik aktivasyon paternleri mevcuttur. İliakus ve iliopsoas gibi kalça kasları geniş kesitsel alanı ile sportif aktivitelerde alt ekstremiteler hareketleri sırasında kuvvet ve güç ürettiği gibi, gövde stabilizasyonuna da dahil olur (48, 49). Pelvik taban kasları TrA kontraksiyonu ile aktive olarak stabilizasyona katkı sağlar (50). Lattismus dorsi ve gluteus maximus gibi axioappendiküler kaslar thorakolumbar bağlantıları sayesinde dinamik gövde stabilizasyonuna daha ileri derecede katkı sağlarlar (51, 52). Frontal düzlemde kalça stabilizasyonu sadece kalça abduktörü olarak görev yapmayıp daha çok kalça stabilizatör ve rotatörleri olarak çalışan gluteus medius ve gluteus minimus

tarafından sağlanır (53). Gluteal kaslar ayakta duruşta gövdeyi stabilize ederek, koşma ve fırlatma gibi ileri yöndeki bacak hareketleri için güç sağlar (48, 49). Gövde stabilize edilirken etkili ve becerikli hareketlerin oluşturulması güç üretimi ve absorpsiyonu için iç gövde kaslarının hep birlikte kusursuz paternlerle aktive olması gerekir (54).



Şekil 2.2.1. Abdominal ve Gövde Kaslarının 3. Lumbar Vertebra Seviyesinde Kesitsel Görünümü (55)



Şekil 2.2.2. İç Gövde Kaslarının Anterior Görünümü (56)

### 2.3. Gövde Stabilizasyonu

Gövde stabilizasyonu ortopedik rehabilitasyon, spor hekimliği ve fiziksel antrenman programlarında kullanılan hala tam anlaşılammış bir kavramdır ve fizyoterapistler arasında da yaygınlaşmıştır (8). Önceleri gövde stabilizasyon egzersizleri sadece bel ağrısı olan bireylere fizyoterapi ve rehabilitasyon kliniklerinde yaptırılırken (33), şimdi bu egzersizler yaygın olarak sağlıklı bireyler tarafından fitness ve kondüsyon merkezlerinde yapılmaktadır (57, 35). Fizyoterapide ise sadece spinal rehabilitasyonda değil, profilaktik amaçlı spor yaralanmalarının önlenmesi gibi alanlarda da önemli bir komponent haline gelmiştir (58). Son zamanlarda çeşitli spor dallarında antrenman programları içerisinde yer alan gövde stabilizasyon egzersizleri de giderek artmaktadır (59- 64).

Stabilite; hareketin kısıtlanması ve yapısal bütünlüğün sağlanması yeteneğidir (65). Zazulak ve arkadaşları (66, 67) ‘vücudun internal ve eksternal yüklenmelere karşı gövde dengesini sağlayabilme yeteneği’ olarak tanımlamıştır. Gövdenin

stabilizasyonu anidir ve gövde anatomisi pozisyon değişiklikleri ve yüklenmelere karşı omurga bütünlüğünü sağlamak ve ekstremite hareketlerine sabit bir temel hazırlamak için devamlı olarak uyum yapmak zorundadır (65). Lumbopelvik bölge stabilizasyonu alt ve üst ekstremite hareketlerine zemin hazırlamak, yüklenmelere destek olmak, spinal kord ve sinir köklerini korumak için önemlidir (2). İç gövdenin kinetik halkayı tamamlayıcı bir bağlantı olduğu göz önünde bulundurulur (12). Ayrıca omurga, pelvis ve kinetik halka üzerine uygun yük dengesinin sağlanması için gereklidir (8).

Gövde stabilizasyonu, uygun kaslar çalışması durumunda meydana gelen uygun yük dağılımı ve kinetik zincirdeki eklemler üzerine binen minimal kompresyon, translasyon ve parçalama yük ile maksimal kuvvet üretimi olarak açıklanabilir (68). Böylece ‘distal hareketlilik için proksimalde stabilizasyon sağlar’ (12). Sonuçta voleybolda da istenilen hareket paterni içerisinde gövde stabilizasyonunun önemi büyüktür.

Gövde kas koaktivasyonu öncelikle stabil olmayan çevrede veya ani yüklenmelerde, özellikle aşırı fleksiyon-rotasyon gibi yaralanmalar için yüksek risk taşıyan postürlerde artış gösterir (69- 71). Motor kontrol programları uygun gövde kas katılımını sağlamak ve çok düzlemlili hareketler esnasında omurganın nötral postürü çevresinde dinamik stabilizasyonu sağlamak için intrinsik ve refleks mekanizmayı etkiler. İntrinsik mekanizma ileri-bildirim (feed-forward) nöromüsküler erken aktivasyonu herhangi bir salınım beklentisi ile gövde katılımını artırır. Tek başına intrinsik stabilite yüksek hızda veya yüksek yüklenmeli salınımlarda dinamik gövde stabilizasyonu için genellikle yeterli değildir (72). Refleks mekanizma kas içiği kazanımlarını hafifletmek için germe refleksi yoluyla pertürbasyondan aldığı geri bildirim kullanır, ayrıca intrinsik kas katılımını ve viskozitesini ayarlar. Orantılı ve farklı özelliği olan refleks cevaplar herhangi metabolik bir harcama yapılmadan sadece intrinsik mekanizma ve uzamış kas koaktivasyon güveniyle kas katılımını artırır. Uygun kas içiği kazanım ayarları ve salınımdan önce uygun gövde kasları koaktivasyon seviyesi ile dinamik gövde stabilizasyonunu sağlamak için sadece minimal refleks cevaplara ihtiyaç vardır (73).

Panjabi spinal osseoligament, kas ve motor kontrol komponentlerini gövde stabilizasyonunun sağlanması için tasarlanmış, birbirine bağıli sistemler olarak

tanımlamıştır. Yaralanma ve bir sistemdeki fonksiyonel eksikliğin diğer 2 sistemin katkısı ile kısmen kompanse edilebileceğini vurgulamıştır.

Panjabi stabilizasyon sistemi 3 alt gruba ayrılır;

1. Pasif Alt Sistem (Kemik ve Bağlar)
2. Aktif Alt Sistem (Kaslı Yapılar)
3. Nöromusküler Kontrol ( Nöral Yapılar) (34, 74).

Diğer bir deyişle; omurganın stabilizasyonu sadece kassal yapılara bağlı değil, aynı zamanda merkezi sinir sistemini vücut ve çevre arasındaki etkileşim ile ilgili uyaran ve sabit bir geribildirim sağlayarak, hareketlerin düzeltilmesini sağlayan uygun duysal girdiye de bağlıdır (46). Dolayısıyla tam bir gövde stabilizasyon programı uygun spinal stabilizasyon için bu sistemlerle ilişkili duysal ve motor komponentleri göz önünde bulundurmalıdır (8).

### **2.3.1. Pasif Alt Grup**

Spinal ligamentler ve komşu vertebralar arasındaki faset eklemlerden oluşmaktadır. Bu sistem lumbal vertebralar üzerine vücut kütlelerinin çok altında bir değerle (yaklaşık olarak 10 kg) yüklenilmesine izin verir. Buna rağmen aktif kas alt sistemi ise dirençli egzersiz ve dinamik aktiviteler sırasında vücut kütlelerinin üzerinde yüklenmelere izin verdiği için gereklidir (2- 4).

### **2.3.2. Aktif Kas Alt Sistemi**

Bergmark aktif kas alt sistemini stabilizasyondaki asıl görevlerine göre büyük ve lokal grup olarak ikiye ayırmıştır (5). Büyük stabilite sistemi torakal bölge ile pelvis arasındaki gücü transfer edip intraabdominal basıncı arttıran abdominal ve lumbal bölgedeki geniş ve yüzeysel kas gruplarını ifade eder. Bu grubun zıttı olarak lokal stabilite sistemi ise TrA, multifidus gibi komşu vertebralar arasındaki intersegmental hareketleri kontrol eden derin intrinsik kas gruplarını temsil eder (2-4). Uygulayıcılar hatalı bir şekilde, küçük lokal kasların öncelikli olarak gövde stabilizasyonuna katılırken, büyük kasların öncelikli olarak kuvvet oluşumuna katıldıklarına inanmaktadır (4, 59- 64). Bu hatalı yaklaşım lokal ve büyük kasları ayrı ayrı fonksiyonel olmayan pozisyonlarda çalıştıran etkisiz antrenman stratejilerinin oluşturulmasına yol açmıştır. Örneğin TrA kasının stabilizasyon fonksiyonunun çalıştırılması için emekleme veya sırtüstü pozisyonunda abdominal

kasları içe çekme manevrası yaygın olarak vurgulanmıştır (59, 62, 64). Bu kas lumbar omurganın anahtar stabilizatör kası olsa da, spinal stabilizasyonun sağlanması için hareket sırasında hem lokal hem büyük kaslar birlikte çalışmalıdır (75- 78).

Tablo 2.3.2.1. Lokal ve Büyük Kas Gruplarının Özellikleri

<b>Özellikler</b>	<b>Lokal</b>	<b>Büyük</b>
<b>Origo-insersiyö</b>	Omurga üzerinde	Origo pelviste, insersiyö torakal omurga üzerinde
<b>Kaslar</b>	Multifidus, Transversus Abdominus ve Obliquus İnternus (posterior dalları) Psoas Major, Quadratus Lumborum, Diyafragma İliocostalis ve Longissimus (lumbar kısım)	Rektus Abdominus, Obliquus Eksternus, Obliquus İnternus (anterior dalları), İliocostalis ve Longissimus (thoracis kısım)
<b>Fonksiyon</b>	Spinal Stabilité, Proprioepsiyon	Büyük Hareketler Birleşik Stabilité Dönme Momenti

### 2.3.3. Nöral Alt Grup

Kas içciği, golgi tendon organı ve spinal ligamentlerden gelen geribildirimle dayanarak kas kuvvetini sürekli izleme ve ayarlama gibi karmaşık bir göreve sahiptir. Stabilité için gerekenler postural düzenlemelere ve vücut tarafından kabul edilen dışarıdan gelen yüklenmelere bağılı olarak değişiklik gösterebilir. Nöral alt grup yeterli stabilizasyonun sağlanması için diğer iki alt grupla beraber çalışmalıdır ve beklenen eklem hareketliliğinin meydana gelmesine de izin vermelidir (2-4).

Yeterli stabiliteyi sağlamak için nöral alt grup ile çalışan anahtar kas 'TrA' dır. Cresswell and Thorstensson (77) bu kas çalıştığında primer olarak intraabdominal basıncı arttırdığını ve böylece lumbar omurga üzerindeki

kompresyon yüklenmelerini azalttığını göstermişlerdir. Diğer çalışmalarda da ‘TrA’ kasının beklenmedik ve kendi kendine meydana gelen gövde yüklenmelerinde (41), alt ve üst ekstremitelerde hareketlerin yönüne aldırılmaksızın ilk aktive olan kas olduğu açıklanmıştır (79, 80).

Sportif performans açısından değerlendirildiğinde artmış gövde stabilizasyonu alt ve üst ekstremitelerde kuvvet üretimine altyapı sağlarlar (81- 84). Sportif hareketler kinetik halka modeli içerisinde enerjinin bir segmentten diğerine transferiyle meydana gelir (12). Beceri sergileniyor olunmasına rağmen, sporcu performans sırasında iyi bir postüral kontrole de sahip olmalıdır. Eğer sporcu yeterli postüral kontrolü sağlayamıyorsa, distal segmentlere yeterli enerji transfer edemez. Sonuç olarak da eksik güç üretimi sebebiyle meydana gelen kompensasyonlar yaralanmalara olan yatkınlığı artırır (85). Özellikle fırlatma sporlarıyla uğraşan sporcular gövde stabilizasyonundan kısmen faydalanabilir. Örneğin iyi bir gövde stabilizasyonu bir beyzbol oyuncusunun topa yüksek hızla vurmasını sağlar. Burada güç zeminden alt ekstremiteye doğru, oradan gövde aracılığıyla üst ekstremitelere ve kollara doğru yayılır. Ancak buna rağmen hangi gövde stabilizasyonu egzersizlerinin en etkili olduğu konusunda tartışmalar sürmektedir (57).

Birçok araştırmacı gövde stabilizasyonu için en etkili antrenmanın egzersiz topu (Swiss Ball) egzersizleri olduğunu önermiştir (59- 61, 63, 64). Çalışmalar egzersiz topu üzerinde yapılan dirençli egzersizlerde sabit zeminde yapılanlara oranla gövde kaslarında daha çok aktivasyon görüldüğünü göstermiştir (86- 88). Vera Garcia ve arkadaşlarının (88) yapmış olduğu bir çalışmada sabit zemin ve egzersiz topu üzerinde yapılan mekik sırasında rektus abdominus kasının üst ve alt kısım maksimal istemli kontraksiyonları (MVC) karşılaştırılmıştır. Sonucunda sabit yüzeyde yapılan mekik sırasında MVC % 21 iken egzersiz topu üzerinde % 50 bulunmuştur.

McGill (4) e göre stabil omurgayı sağlamak için tekrar sayısı ile beraber motor paternler ile yönlendirilen her egzersiz gövde stabilizasyon egzersizini oluşturur. Bunun yanında dirençli egzersizler bu amaçla modifiye edildikleri takdirde gövde stabilizasyonu egzersizi olarak göz önüne alınabilirler. Örneğin; egzersizler oturarak yerine ayakta, makineler yerine serbest ağırlıklarla, bilateral yerine unilateral, sabit zemin yerine stabil olmayan zeminde uygulanabilir (81, 83, 84, 89).

Son kanıtlar, neredeyse tüm kaba motor hareketlerin önemli bir tamamlayıcısı olarak gövde stabilizasyonundaki azalmanın yaralanmalara olan yatkınlığı arttırdığını ve uygun bir programla bu yatkınlığın azaltılabildiğini göstermiştir (90). Ancak çalışmalar limitlidir ve bazı tezatlıklar göstermektedir. Rehabilitasyon literatüründeki çalışmalar gövde stabilizasyon egzersizlerinin bel ve alt ekstremitte yaralanmalarını azaltıcı etkisini göstermiş olmasına rağmen (4, 91- 96), nispeten çok daha az çalışma direk olarak sağlıklı sporcularda fiziksel uygunlukları üzerine faydalarını incelemiştir (82, 97, 98).

#### **2.4. Voleybol**

Voleybol sporu kısa süreli yüklenme ve dinlenme evrelerinden oluşan, ardışık aerobik ve anaerobik yüklenmeler içeren interval bir spor dalıdır. Bu yüzden yüksek kas kuvveti ve yetenek gerektirdiği düşünülebilir (99, 100). Ani ve yüksek güç gerektiren teknik yapısından dolayı voleybol sporunda yaralanmalarla sık karşılaşmaktadır (101). Tekrarlayıcı sıçrama, smaç ve smaç servis hareketleri sebebiyle omurga ard arda hiperekstansiyon ve rotasyon; omuz aşırı eksternal rotasyon zorlanmalarına maruz kalır ve bu da omuz ve bel yaralanmalarına olan yatkınlıkları artırır. Bu spor esnasında omurga üzerine binen fazla yükleri karşılamak için iyi gelişmiş gövde kas fonksiyonu gereklidir (102). Bunun yanında en yaygın akut voleybol yaralanması ayak bileği (%23) ve diz (%17) yaralanmasıdır (103). En kronik voleybol yaralanmaları ise diz (%33), omuz (%20) ve bel (%18) bölgesinde oluşmaktadır (104).

Adölesanlarda ise voleybol yaralanmalarını daha çok ekstremitte yaralanmaları oluşturur. Üst ekstremitede en çok parmak (% 48), el bileği (% 25), el (% 8), omuz (% 7); alt ekstremitede ayak bileği (% 65), diz (% 18), ayak (% 10), bacak (% 3) yaralanmaları oluşturmaktadır. En çok görülen yaralanma şekli strain ve sprain (% 54), kırık (% 17), yumuşak doku yaralanması (% 17) ve laserasyonlardır (% 4). Yaralanmalar en çok sporcu yere düştüğünde, top ile temas halindeyken, diğer sporcu ile çarpıştığında, file ve direğe temastan veya sıçrama sebebiyle meydana gelir (105). En çok meydana gelen yaralanma ayak bileği ve parmak yaralanmalarıdır. Akut ayak bileği yaralanmalarını azaltmak ve tekrar oluşumunu engellemek için denge, koordinasyon antrenmanı, spora özgü teknik antrenman,

brace ve bandaj gibi eksternal destek, ayak ortezi, uygun ayakkabı, güçlendirme ve germe (105- 112) kullanışlı olmaktadır (113).

## **2.5. Voleybol Antrenman Programı**

Genel olarak kondüsyon programı kuvvet, hız, çabukluk ve güç çalışmalarını içerir. Farklı spor dallarındaki sporcular farklı çalışmalara ihtiyaç duyarlar. Voleybol sporu ile uğraşan sporcu güç, çabukluk, çeviklik ve performansını artırmak için voleybola özgü nöromüsküler çalışma içeren kondüsyon programı takip etmelidir. Voleybol yeteneklerinin gelişimi için en kritik faktör yüksek kuvvet seviyesindeki antrenmanlardır. Kuvvet antrenmanları çabukluk, çeviklik, dayanıklılık gibi diğer performansla ilişkili yeteneklerden bağımsız geliştirilmemeli veya turnuva ve maç periyotlarını görmezden gelen bağımsız çalışmalar planlanmamalıdır. Kondüsyon programında kuvveti önemli bir fizyolojik katkı haline getirmek için, kuvvette edinilen kazanımın maç esnasında kullanılabilmesi için daha çok patlayıcı sıçrama sayesinde daha yükseğe erişme ve daha etkili bir smaç gibi performans becerisini arttıracak şekilde çalıştırılması gerekir (20).

Periyodizasyonlama, verilen periyotta antrenmanları bütün olarak kombine ederek, esas yarışmalar esnasında zirve performansına ulaşılmasını temsil eder. Genellikle 1 periyot 1 yıldır ve makrosiklus adı verilir. Makrosiklus ise kendi içinde mezosiklus adı verilen fazlara ayrılır. Periyodizasyonlama çeşitli antrenman fazlarını uygulamaya koymayı içerir.

Faz 1. Anatomik Adaptasyon: Diğer antrenman fazları için temel oluşturur ve hazırlık sürecini içerir. Bu fazın temel amacı kuvvet antrenmanları ile sporcuya aniden yüklenme yerine progresif ilerleme ile anatomik adaptasyonun sağlanmasıdır. anatomik adaptasyon fazı yaralanmaların önlenmesine ve rehabilitasyona olan ihtiyacın azaltılması için prehabilitasyona odaklanır. Sporcunun kasları, tendonları, ligamentleri dayatılan bu taleplere adapte olduktan sonra, sporcu daha zorlu hareketlere uyum sağlayabilmek için anatomik ve fizyolojik altyapı hazırlar. Sporcunun kişisel fiziksel gelişim ve kuvvet antrenmanı deneyimine göre anatomik adaptasyon fazı 3-10 hafta olarak planlanabilir.

Faz 2. Kuvvet: Bu fazın amacı güç ve güç-endurans gelişmesine yardım etmek için kassal kuvvet gelişimini olası en yüksek seviyeye çıkarmaktır. Kuvvet

antrenmanları olmadan maksimal güce ulaşamaz. Güç, kuvvet ve hızın bir ürünü olmasından ötürü, mantıklı olan önce kuvveti geliştirip sonra güce dönüştürmektir.

Faz 3. Güce Dönüştürme: Güç antrenman programları motor ünitleri daha fazla toplayarak sinir sistemi adaptasyonunu sağlamak için tasarlanır. Güç antrenmanı genellikle yük gelişimi oranını arttırmaya odaklanır. Güç antrenmanlarına olan nöromusküler adaptasyonlar agonist ve antagonist kasların hareketin daha etkili performans ve kooperasyon yeteneği olarak tanımlanabilir ve kaslar arası koordinasyonun gelişimine öncülük eder (20).

## **2.6. Adölesan Voleybol Oyuncuları ve Gövde Stabilizasyon Egzersiz Eğitim Programı**

Kadınlar başta olmak üzere adölesan sporcu sayısında artış olması bu alanda yapılan çalışma sayısını da arttırmıştır. 6 yaş ve yukarısı bireyler için kas kuvvetlendirme ve kemik yapımını uyaracak aktiviteleri teşvik eden güncel halk sağlığı tavsiyeleri, yarış sporlarına erken yaşta katılımı arttırmasının yanında; gençlik gelişim programlarında fiziksel antrenmanlara katılım için uygun yaşı merak eden aileler, antrenörler, beden eğitimi öğretmenleri ve sağlık görevlilerinin de ilgisini çekmektedir (114).

Adölesanlarda spora bağlı yaralanmalar önceki yaralanma, kas dengesizlikleri, beslenme yetersizlikleri, uygun olmayan ayakkabı gibi çeşitli faktörlere bağlı olsa da, yetersiz kondüsyon en büyük rolü üstlenmektedir (115, 116). Önceden dirençli egzersiz antrenmanlarına katılmış ergenlik çağına gelmiş kadın sporcuların (12 y) alt ekstremite kontrolünü bir önceki yıla göre % 13.4 kaybederken, herhangi bir dirençli egezersiz eğitimine katılmamış ergenlik ve ergenlik sonrası kadınların alt ekstremite kontrolünü %21.7 kaybettikleri bulunmuştur. Buna ek olarak dirençli antrenmanlara katılan grubun hamstring gücü eğitim almamış ergenlik ve ergenlik sonrası gruptan fazla çıkmıştır. Sonuç olarak erken yaşta dirençli egzersiz eğitimine katılan sporcularda alt ekstremite yetersizliklerinin azalması gibi çeşitli faydalar ispatlanmıştır (117). Ayrıca düzenli bütünleştirilmiş progresif antrenmanlara katılım sağlık ve fitness üzerine çeşitli pozitif etkileri bulunmuştur (118- 121). Kaliteli bilgilendirmeyle yapılan bütüncül ve çok yönlü dirençli egzersiz eğitimi çocuk ve adölesanların fiziksel aktivite becerileri içerisinde doğru egzersiz tekniklerinin

öğrenilmesini, program düzenlenmesiyle ilgili temel bilgilerin edinilmesini, sağlıklı hayat biçimlerinin öğrenilmesini ve özgüven kazanımını sağlar (114).

Voleybol oyuncularını ise özellikle 6-12 yaş arası aralığında sadece voleybol içerikli antrenmanlar yerine, sensorimotor gelişimi maksimuma çıkarmak için çeşitli aktivitelere de katılmalıdır (122, 123). Sinir sistemi gelişiminin yaklaşık olarak %95 i 7 yaşına kadar meydana gelir. Bu nedenle uygun koordinasyon gelişimi özellikle kadın sporcularda bu biçimlendirici erken yaşlarda çok gereklidir (66, 67, 124). Gövde stabilizasyon çalışmaları distal hareketlilik için proksimal stabilizasyon sağladığı için voleybolda çok gereklidir.

Dirençli egzersiz eğitimini de içine alan gövde stabilizasyon eğitimi voleybol kondüsyon programının yaralanmaları koruyucu safhası olan anatomik adaptasyon safhasına dahil edilebilir. Voleybol sporcuları için etkili bir gövde stabilizasyon programı becerilerin sergilenmesi sırasında nötral omurga duruşunu sağlarken, gövde kas koaktivasyonunun yeterli zamanlama ve modülasyonunu sağlamaya odaklanmalıdır (125).

### 3. BİREYLER VE YÖNTEM

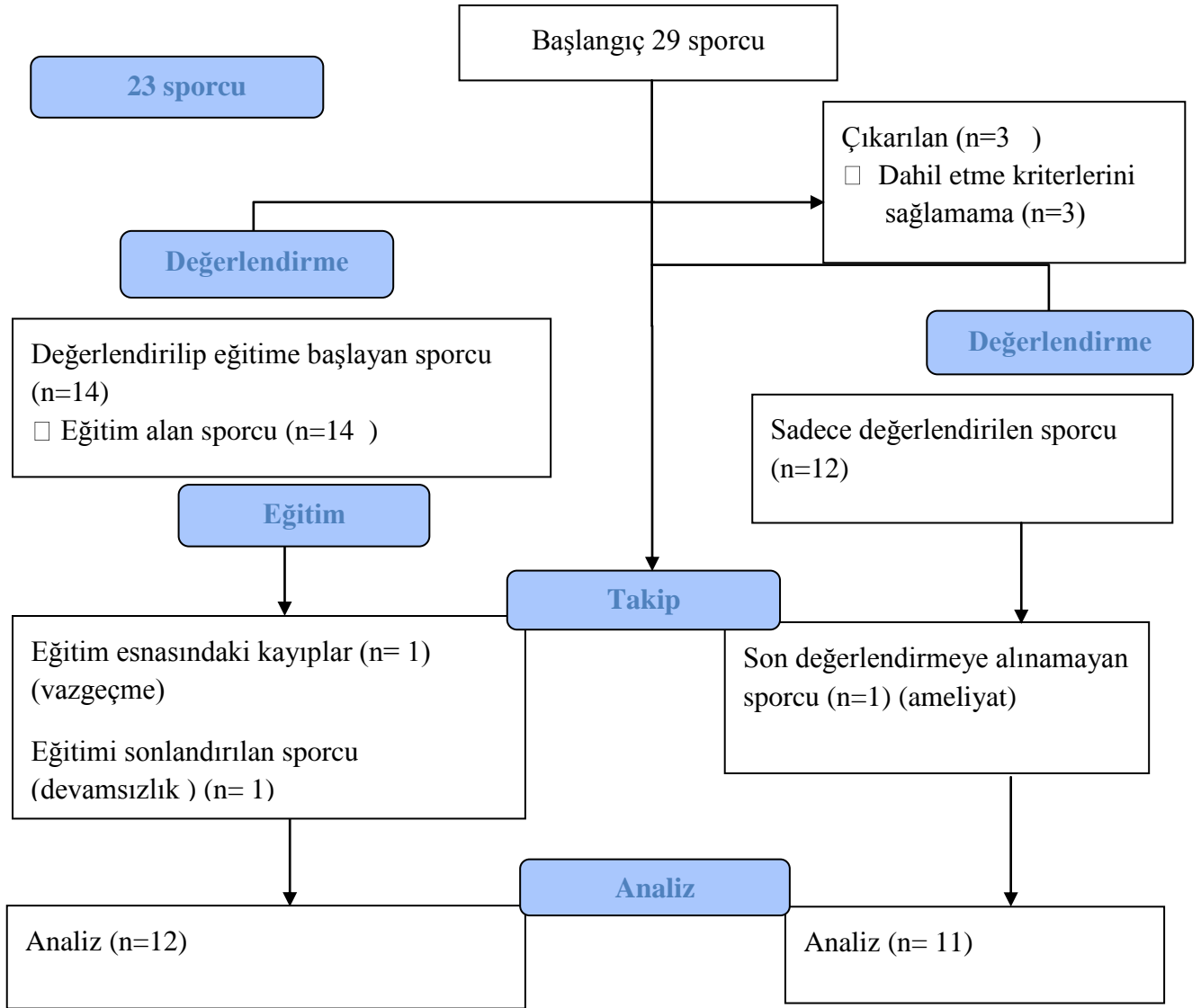
#### 3.1. Bireyler

Bu çalışmaya Fenerbahçe Spor Klübünden aynı antrenör tarafından çalıştırılan 12-14 yaşları arasında iki farklı adölesan kadın voleybol takımı dahil edildi. Sporcular 18 yaşın altında oldukları için ebeveynlerinden ‘Aydınlatılmış Onam Formu’ imzalatılarak çalışmaya kabul edildi. Ayrıca sporcuların kendi rızalarını almak amacıyla ‘Çocuk Rıza Formu’ imzalatıldıktan sonra çalışmaya dahil edildi. Çalışma öncesi sporculara yaralanma anketi dolduruldu ve varsa eğer akut yaralanmaları çalışma dışına alındı (Şekil 3.1).

Çalışma için gerekli olan etik kurul izni Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı tarafından LUT 12/01 numarası ile kabul edildi.

Katılımcıların çalışmaya dahil edilmeme kriterleri aşağıda belirtildiği gibidir;

- 1- 3 aydan kısa süreli alt veya üst ekstremitte yaralanmasına sahip olma,
- 2- Bel ile ilgili geçirilmiş operasyon veya spondilozis-spondiloliztezis tanısı almış olmak,
- 3- Akut bel ağrısı,
- 4- Ailenin izin vermemesi,
- 5- İstekli olmama olarak belirlendi.



Şekil 3.1. CONSORT 2010 Sporcu Katılım Grafiği

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Değerlendirme

Değerlendirme kapsamında öncelikle demografik bilgileri içeren bir form her sporcu tarafından dolduruldu (yaş, vücut ağırlığı, boy uzunluğu, spor yaşı, yaralanma anketi, menstrual durum). Yaralanma anketi sporcunun dahil edilip edilmemesi için kullanıldı. Kassal kuvvet, endurans ve denge değerlendirmeleri tüm sporculara antrenman öncesi dinlenme durumunda yapıldı.

#### 3.2.1.1. Gövde Stabilizasyonu Değerlendirmesi

Abdominal bölge kassal enduransı değerlendirmek için kadın sporcularda en uygun testlerden biri olan 'mekik testi' kullanıldı (33). Bu test için sporcular mat üzerine sırtüstü çengel pozisyonunda yatırıldı. Eller ensede kilitlenip 30 saniye ve 1 dakika içinde omuz skapula yerle teması kesecek kadar kalkması istendi, sonuç kaydedildi. Bir sefer deneme hakkı tanınarak hareket öğretildi. Sporcunun verilen süre içerisindeki tekrar sayısı kaydedildi.



Şekil 3.2.1.1.1. Abdominal Bölge Kas Endurans Testi

Lateral gövde kas enduransı ve pelvis stabilizasyonunu değerlendirmek için 'lateral köprü testi' kullanıldı. Bu test için sporcu yan yatırıldı, altta kalan kol ile dirsekten itibaren destek yüzeyi oluşturuldu. Diğer el ise bele yerleştirildi. Sporcudan hazır olduğunda kalçasını ve dizlerini yerden kaldırarak köprü kurması istendi.

Sporcuyu yormayacak şekilde 1 kere deneme yapmasına izin verildi. Performans sırasında kalça ve dizlerin yerden kaldırıldığı ve dengenin sağlandığı süre kaydedildi.



Şekil 3.2.1.1.2. Lateral Köprü Testi (Sol)

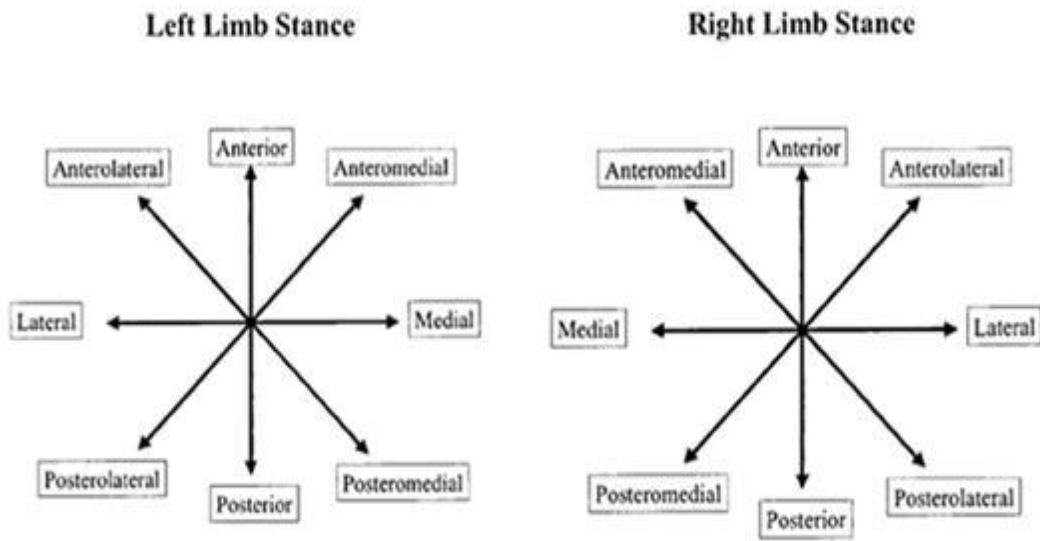
Sırt ekstansörleri enduransını değerlendirmek için izometrik sırt ekstansör kas endurans testi olan 'Biering Sorenson Testi' kullanıldı. Bu test için sporcu yüzüstü gövdesi spina iliaca anterior superiordan itibaren yataktan sarkacak şekilde yatırıldı. Sporcu gastrocnemius kası seviyesinden bacaklardan sabitlendi, eller göğüste kenetlenmiş olarak yerçekimine karşı gövdesini yere paralel tutması istendi. Kısmen gövde ekstansiyonuna izin verildi. Paralelliği bozulduğu an süre durduruldu. Kaç saniye yere paralel durduğu kaydedildi.



Şekil 3.2.1.1.3. Biering Sorenson Testi

### 3.2.1.2. Denge Değerlendirmesi

Değerlendirme için 8 mezuranın 45'er derecelik açıyla yere yerleştirilerek yıldız şeklinde 'Star Excursion Balance Test' düzeneği oluşturuldu. Bu test literatürde denge değerlendirme için geçerlilik güvenilirliği olan bir testtir (126, 127). Sporcuların ayakkabı ile sırasıyla sağ ve sol bacak dengesi test edildi. Test edilecek taraf ayak yıldız düzeneğin merkez noktasında ve eller belde olmak üzere, sporcudan havadaki ayakla 8 doğrultuya da dengesini kaybetmeden uzanabildiği kadar uzanıp geri dönmesi istendi. Önce sağ ayak değerlendirildi. Bunun için sporcudan sol ayağıyla saat yönünde bir sıra izleyecek şekilde anteriora, anteromediale, mediale, posteromediale, posteriora, posterolaterale, laterale, anterolaterale 3 kere uzanması istendi. 5 dakika dinlenme arası verildi ve aynı işlem sol ayak için de tekrarlandı. Sol ayak dengesini değerlendirmek için sporcu sağ ayağıyla sırasıyla anteriora, anterolaterale, laterale, posterolaterale, posteriora, posteromediale, mediale ve anteromediale uzanması istendi. Değerler santimetre (cm) olarak kaydedildi ve analizde 3 değerın ortalaması kullanıldı. Bu test alt ekstremité koordinasyon, denge, esneklik ve güç gibi nöromüsküler özellikler gerektirir (128- 131). Plisky ve arkadaşları (131, 132) adölesan kadın sporcularda bu test yapılırken kendi bacak uzunluklarının %94 ünden daha az kısa uzaklığa erişen sporcuların alt ekstremité yaralanmalarına 6.5 kat daha yatkın olduklarını bulmuştur.



Şekil 3.2.1.2. Star Excursion Balance Test Sağ- Sol Bacak Uzanma Yönleri

### 3.2.1.3. Alt Ekstremitte Kassal Kuvvet ve Endurans Değerlendirmesi

Kadıköy Acıbadem Hastanesi'nde İzokinetik Sistem Biodex 3 cihazı ile 'gluteus medius' kasının kuvvet ve enduransı değerlendirildi. Değerlendirme öncesi sporcuların alt ekstremitte ve bel kaslarına germe egzersizleri yaptırıldı. Test için sporculardan ayakta iken eller belde olacak şekilde kalçasını abduksiyona açabildiği kadar kuvvetli ve hızlı açması istendi. Kuvvet ve endurans değerlendirmeleri için sırasıyla 180, 270 ve 360<sup>0</sup>/s toplam 3 setten oluşan 5-5-15 tekrarlı setlerin herbirinden önce deneme hakkı tanındı. Her ölçüm arası 40 saniye ara verildi. Sağ kalça sol kalça arası ise 2 dakika ara verildi.



Şekil 3.2.1.3. Biodex 3

### 3.2.2. İlerleyici Gövde Stabilizasyonu Egzersiz Eğitimi

Çalışmaya dahil edilen iki adölesan kadın voleybol takımlarından kontrol grubu değerlendirmelerin ardından rutin top antrenmanlarına devam ederken, çalışma grubu olan takım değerlendirmeden sonra normal top antrenmanlarına ek olarak 6 hafta boyunca, haftada 3 kere, 45 dakikadan oluşan gövde stabilizasyon egzersizleri ile çalıştırıldı. Seanslar rutin antrenman öncesi 10 dakikalık germe ve ısınma

egzersizleriyle başladı ve 35 dakikalık gövde stabilizasyon programı ile devam etti. Daha sonra ise sporcular top antrenmanı ile devam etti.

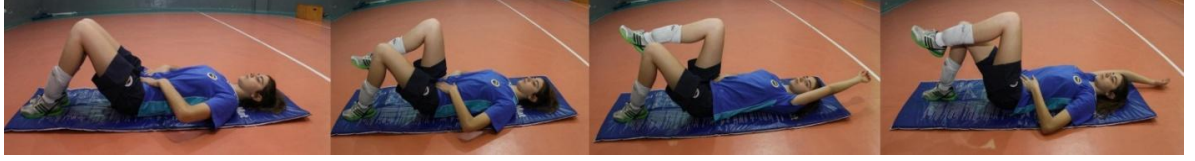
İlk 2 hafta boyunca uygun postür, gövde korsesi ve Abdominal Hollowing (abdomeni içeri çekme) tekniği denen özellikle TrA kasını aktive eden teknik öğretildi ve bunların başlangıç için kolay ve ideal olan mat egzersizleri ile kombinasyonu çalışıldı. Sporculara özellikle fazla gövde ekstansiyonu kullanılan bir spor olması sebebiyle maruz kalabilecekleri bel ağrıları ile ilgili bilgi verildi ve bunu önlemek için gerekli nötral omurga eğitimi verildi.

2-4 haftalar arası artık optimal postürü öğrenen ve intrinsik gövde stabilizatör kaslarını istemli olarak çalıştırabilen sporcular, hızlı ve dirençli çalıştırılarak kuvvetlendirme ve endurans artışı hedeflendi. Direnç oluşturmak için vücut ağırlığı, Theraband yeşil-mavi-siyah egzersiz bantlarından ve sağlık toplarından faydalandı. Voleybola özgü hareketlerle kombine edilen egzersizler çalışılarak bu yaş grubunda beceri artışı hedeflendi. 4. hafta ile beraber stabil olmayan zeminlerde çalışmalara başlandı.

4-6 haftalar arası daha çok denge çalışmaları yapıldı. Bunun için egzersiz topu, BOSU Balance Trainer, Denge Tahtası ve Theraband Stabilizerler kullanıldı. İlk 4 haftada öğrenilen egzersizler sabit olmayan zeminde çalışılarak denge ve gövde stabilizasyonunda artış hedeflendi. Ayrıca bu haftalarda yapılan gözler kapalı egzersizlerle de propriosepsiyonda artış amaçlandı.

### **3.2.2.1. İlerleyici Gövde Stabilizasyon Egzersiz Eğitim Programı**

**1.Hafta:** Sporculara doğru postür ve nefes eğitimi verildi. Başlangıç olarak transversus abdominus kasını aktive etmek ve doğru gövde stabilizasyonunu sağlamak için ‘Abdominal Hollowing (abdomeni içeri çekme)’ yöntemi öğretildi. Bu yöntemle göre egzersizler sırasında nefes verirken abdomen içeri çekilerek, bu sayede Transversus Abdominus aktivasyonu sağlandı. İlerleyici olarak sırtüstü- yüzüstü- yan duruş- önkol üzeri pozisyonlarında çalışıldı. İç gövde kaslarının kontraksiyonları farklı egzersizlerle pekiştirildi.



Doğru postürü öğrenen sporcularla öncelikle abdominal ve sırt ekstansör kasları kuvvetlendirme egzersizlerine başlandı. Böylece daha önce kondüsyon programına dahil olmayan bu yaş grubunda kuvvetlendirme eğitime giriş yapılmış oldu. Köprü kurma egzersizi sırasında nefes verirken karınlarını içeri çekerek kalçalarını yukarı kaldırmaları, nefes alırken kalçalarını mat üzerine geri koymaları istendi. Bu egzersiz lumbar bölge paravertebral kasların aktivasyonunda çok etkilidir. Abdominal bölge egzersizleri için kollar ensede kenetlendi ve boyun ağrısı olmaması için sporcudan tavana bakması istendi. Diğer egzersizde olduğu gibi omuzları yerden kaldırırken nefes verip karnın içeri çekilmesi, indirirken nefes alınması istendi.



İç gövde kaslarının daha iyi aktive olduğu kontralateral egzersizlerle aynı zamanda koordinasyonda iyileşme hedeflendi. Çapraz el çapraz ayağa uzanma egzersizi ile üst gövde de smaç paterni çalışıldı. Bilateral kalça diz fleksiyonu egzersiziyle sabitlenmiş gövde pozisyonunun farklı bacak açılarında korunması sağlandı.



Mat üzerinde yan duruş pozisyonunda önemli bir stabilizatör kas olan gluteus medius kası çalıştırıldı. Bu sayede sporcuların voleybol oynarken özellikle defans sırasında yana yapacakları hamlelerde daha sabit durmaları hedeflendi. Yan gövde kası kuvvetlendirme egzersizi ile yanlardan gelen toplarda veya yana bloklarda

vücudun daha sabit ve kuvvetli duruşu sağlanmaya çalışıldı. Sabit bir gövde kol ve bacakların kuvvetinin artmasına sebep olduğu bilindiğinden, ön kollar üzerinde durma egzersizi ile vücudun çekirdeği olan 'iç gövde'den distallere kuvvet yayılımı sağlanmaya çalışıldı. Bu egzersiz süreye karşı yapıldı. Tutulan süre haftadan haftaya arttırıldı.

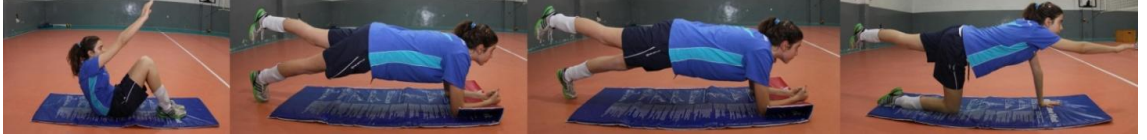


Hamstring eksentirik çalışarak meydana gelebilecek kas strainlerini önlemek ve denge gelişimini sağlamak amacıyla normal zeminde planör egzersizi çalışıldı. Tüm egzersizler ilk hafta 10 tekrar x 3 set olarak yapıldı.

**2. Hafta:** İlk hafta egzersizlerine ek olarak bir kademe daha zorlaştırılmış versiyonları da çalışıldı. Böylece daha fazla motor ünit aktiflenmesi hedeflendi. Mekik hareketi ayakların yerden desteği çekilerek kalça diz 90° fleksiyonda yapıldı. Köprü kurma egzersizi sadece topuklar üzerinde ve sırasıyla sağ-sol ayak kaldırılarak yapılarak destek yüzeyi azaltıldı, gövde kaslarına ve alt ekstremitte kaslarına binen yük arttırıldı.



Ayrıca abdominal kaslar omuzlar bilateral elevasyondayken çalışılarak sporcuya blok esnasında olması gereken gövde sabitliği çalıştırıldı. Ön kollar üzerindeyken dorsi- plantar fleksiyon ile öne arkaya yaylanma çalışıldı. Buna ek olarak kollar üzerinde resiprokal sağ-sol kalça ekstansiyonu ile gluteus maksimus kuvvetlendirme hedeflendi. Emekleme pozisyonunda ters kol ters bacak uzanma ile sırt ekstansörleri kuvvetlendirme ve denge çalışıldı.



Planör egzersizi Theraband stabilizer denge pedleri üzerinde çalışıldı. Tüm egzersizler ikinci hafta da 10 tekrar x 3 set olarak yapıldı.

**3. Hafta:** Bu hafta 2. hafta egzersizlerine devam edildi, ek olarak Theraband lastik ve sağlık topları ile dirençli egzersizlere geçildi. Bazı egzersizlerde çalışmalarını zorlaştırması ve denge gelişimi amaçlı egzersiz topları da kullanıldı. İlk egzersizde blok sırasındaki gövde stabilizasyonu ve bunun kolları sabitlemeye olan etkisi çalışıldı. Yukarı kalkarken hızlı kalkan sporcu, aşağı inerken yavaş inerek aynı zamanda abdominal kasları eksentirik çalıştırıldı. Lastik ile çalışılan abdominal bölge egzersizinde dirençle beraber daha fazla kontraksiyon hedeflendi. Lastikle çalışılan abduktör kas egzersiziyle yana hamle veya blokta hızlanma, çabukluk, iyileşme beklendi. Lateral köprüde çalışılan horizontal omuz abduksiyon adduksiyonu ile endurans ve kuvvet çalışılırken koordinasyon da arttırılmaya çalışıldı.



Aşağıdaki egzersizlerle sporcu iç gövde kas kontraksiyonları ile egzersiz topu üzerinde dengede durmaya çalışırken aynı zamanda kuvvet ve endurans gelişimi hedeflendi.



Planör egzersizi Theraband Stabilizer Denge Pedleri üzerinde çalışıldı. Tüm egzersizler 15 tekrar x3 set yapıldı.

**4. Hafta:** Bu hafta itibariyle denge çalışmalarına ağırlık verilmiştir. Egzersizler pilates topu, BOSU balance trainer ve Theraband Stabilizer denge pedleri üzerinde çalışıldı. Ayakların altında egzersiz topu ve BOSU balance trainer ile yapılan köprü ile daha fazla gluteus maksimus ve sırt ekstansör kas aktivasyonu hedeflendi.



Stabil olmayan zeminde kollar blok pozisyonunda mekik hareketiyle abdominal kasları konsentrik ve eksentrik çalışılarak yerden destek alınmadan yapılan blok hareketine altyapı sağlanması hedeflendi. Ellerde sağlık topu ile oblik paternde çalışılan egzersiz ile gövde stabilizatörlerini ve skapula çevresi kasları çalıştırmakla beraber smaç tekniğine olan benzerliği sebebiyle, smaçta iyileşme beklendi.



Gövde ve kolların rotasyonu ile yanlara yapılan dönüş egzersizi ile yandan yapılan defans sırasında sabitlik sağlayarak daha kontrollü manşet alınması sağlanmaya çalışıldı.



Egzersiz topu karın altındayken yapılan ters mekik hareketi ile yanlış teknik sebebiyle aşırı gövde ekstansiyonu kullanarak bel ağrısı yaşayan bu yaş grubuna uygun lumbar lordoz ile sırt ekstansörleri kuvvetlendirme öğretildi. Pilates topu üzerinde elde top varken uzanma ve gövdeyi düzleştirme hareketi ile yine blok hareketi sırasında iyileşme ve daha stabil bir duruş hedeflendi.



BOSU balance trainer üzerinde ayak bileği çevresini güçlendirme ve dengeyi artırma amaçlı dorsi fleksiyon- plantar fleksiyon- inversiyon- eversiyon çalışıldı. Çift ayak squat egzersizi ile defans sırasında iyi bir gövde stabilizasyonu ve düzgün omurga sağlanması hedeflendi ve aynı zamanda quadriceps- hamstring kasları kuvvetlendirme çalıştırıldı.



Planör hareketi Theraband mavi- yeşil stabilizer denge padleri üzerinde ve BOSU balance trainer'ın yumuşak zemini üzerinde yapıldı. Tüm egzersizler 15 tekrar x3 set yapıldı.

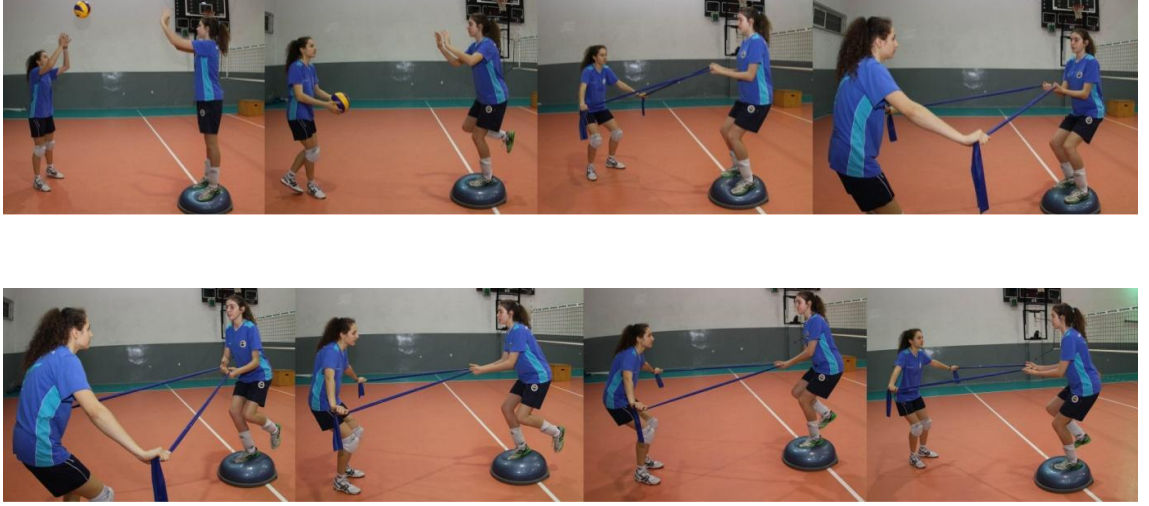
**5. ve 6. Hafta:** BOSU balance trainer egzersizleri çeşitlendirildi. Öne- sağa- sola lunge egzersizleri ile çeşitli yönlerde alınan manşetlerde gövde ve alt ekstremitenin dengesi daha iyi olacağından iyileşme hedeflendi.



BOSU balance trainer üzerine çapraz adım egzersiziyle diz travmalarına karşı güçlenme ve smaç ve blokta yana alınan adımların daha dengeli olması hedeflendi. Yine BOSU balance trainer üzerinde gövde fleksiyon ve ekstansiyonu ile tek dizi göğse çekip indirme ile smaç sıçramasından tek ayak üzerine inildiği için daha dengeli bir düşme beklendi.



BOSU balance trainer üzerinde çift ayak- tek ayak top atıp tutma ve Theraband ile farklı yönlerde çekmelerle tek bacak- çift bacak denge çalıştırıldı.



BOSU balance trainer yumuşak zeminde çalışmayı başaran sporcularla hareketli zeminine geçildi. Diğer zeminde olduğu gibi burada da yana hamlelerde ve smaç- blok adımlamalarında daha dengeli adımlar hedeflendi. Egzersizler aynı zamanda gözleri kapalı yapılarak propriosepsiyon çalıştırıldı.



BOSU balance trainer üzerinde çift ayak sağa- sola ağırlık aktarma ile yandan manşet alan sporcunun vücudunu daha iyi durdurabilmesi ve daha düzgün manşet alması hedeflendi. Sağ- sol ayak önde ve arkada yapılan salınım hareketiyle

sporcular özellikle diz eklemi olmak üzere ayak bileği ve kalça yüklenmelerine karşı güçlendirme amaçlı çalıştırıldı. BOSU balance trainer ın bu zemini üzerinde rahatça duran sporcularla beraber artık çift ayak- tek ayak squata geçildi. Nöromüsküler eğitim açısından BOSU balance trainer üzerinde çift ayak- tek ayak top atıp tutma sabit zeminde sporcunun performansına katkı sağlayacağı düşünüldü.



Dengenin BOSU balance trainer üzerinde geliştirilmesiyle rezistif denge egzersizlerine geçilmiştir. Egzersiz topu üzerinde sağlık toplarıyla çalışılan egzersizler BOSU balance trainer üzerinde çalışıldı.



Planör hareketi BOSU balance trainer' ın her iki yüzeyinde de çalışıldı. Tüm egzersizler 15 tekrar x3 set yapıldı.

### **3.2.3. İstatistiksel Analiz**

Veriler, istatistiksel “SPSS for Windows Version 15” istatistik programı kullanılarak yapıldı. Voleybol antrenmanına ek olarak gövde stabilizasyon egzersizleri alan grup ve sadece voleybol antrenmanı alan grubun eğitim öncesi ve sonrası fark verilerinin karşılaştırılmasında non-parametrik testlerden Mann Whitney U testi kullanıldı. Mann-Whitney U Testinde sonuçlar p değeri olarak verildi. Tüm bulgularda \* işareti  $p<0.05$ 'i ifade etmektedir.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Tanımlayıcı İstatistik

Bu çalışmaya herhangi bir sağlık sorunu, omurgaya ait herhangi bir patolojisi ve deformitesi bulunmayan, akut yaralanması olmayan, gönüllü, yaş ortalaması  $12,96 \pm 0,82$  yıl olan 23 adölesan kadın sporcudan oluşan 2 voleybol takımı dahil edildi. Takımlardan biri çalışma grubu olarak eğitime diğer takım ise kontrol grubu olarak sadece değerlendirmeye alındı.

Tablo 4.1. Sporcuların Fiziksel Özelliklerinin Gruplar Arası Karşılaştırılması

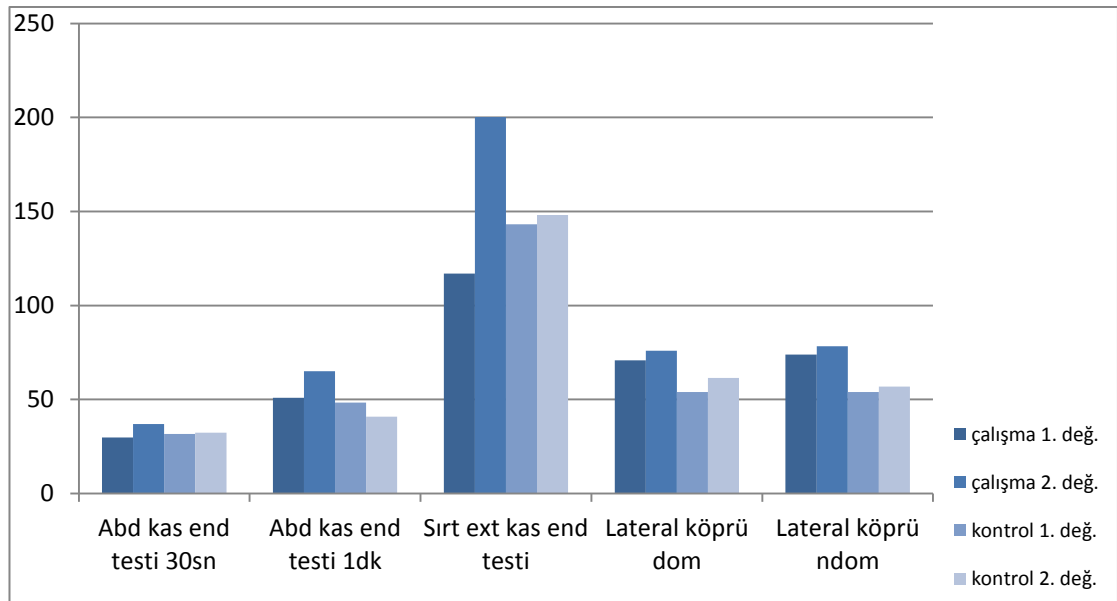
	Çalışma Grubu (n=12)				Kontrol Grubu (n=11)				Z	p
	Min	Max	Mean	SD	Min	Max	Mean	SD		
Yaş (yıl)	12	14	13,5	0,67	12	13	12,36	,50	-3,296	0,01*
Boy uzunluğu (cm)	165	180	174,2	4,86	162,50	179,00	169,45	5,71	-1,82	0,06
Vücut ağırlığı (kg)	49,2	66,7	57,15	4,02	41,30	63,10	52,37	6,33	-1,878	0,6
Vücut Kütle İndeksi (kg/m <sup>2</sup> )	16,3	21,3	19,10	1,50	15,34	21,71	18,24	2,14	-1,108	0,28
Spor yaşı (yıl)	1	7	3,1	1,97	1	6	3,31	2,23	-0,126	0,9
Menstrasyon yaşı(ay)	0	36	13,44	10,15	0	12	7,75	5,31	-0,705	0,5

\*p<0,05

## 4.2. Eğitimin Etkisi ve Gruplar Arasındaki Fark Bulguları

### 4.2.1. Gövde Kasları Endurans Değerlendirmesi

Gövde stabilizatör kasları endurans değerlendirmeleri sonucunda abdominal bölge enduransını değerlendiren ‘mekik testi’nde 30 sn ve 1 dk sonuçlarında çalışma grubu kontrol grubuna göre fark yarattı ( $p<0,05$ ). Sırt ekstansörleri enduransını değerlendiren Biering- Sorenson testinde de çalışma grubu kontrol grubuna göre daha anlamlı gelişim gösterdi ( $p<0,05$ ). Lateral gövde kas enduransını değerlendiren ‘lateral köprü’ testinde ise gruplar arası anlamlı bir fark bulunmadı ( $p>0,05$ ). Grafik 4.2.1.1 de görüldüğü gibi her iki grupta da abdominal kas endurans testi 1 dk değerleri hariç tüm testlerde gelişme olmuştur. Ancak eğitim alan çalışma grubunda bu gelişim lateral köprü d ve nd değerlendirmesi hariç anlamlı derecede fazla bulunmuştur.



Grafik 4.2.1.1. Gövde Kasları Endurans Değerlendirmeleri Sonuçları

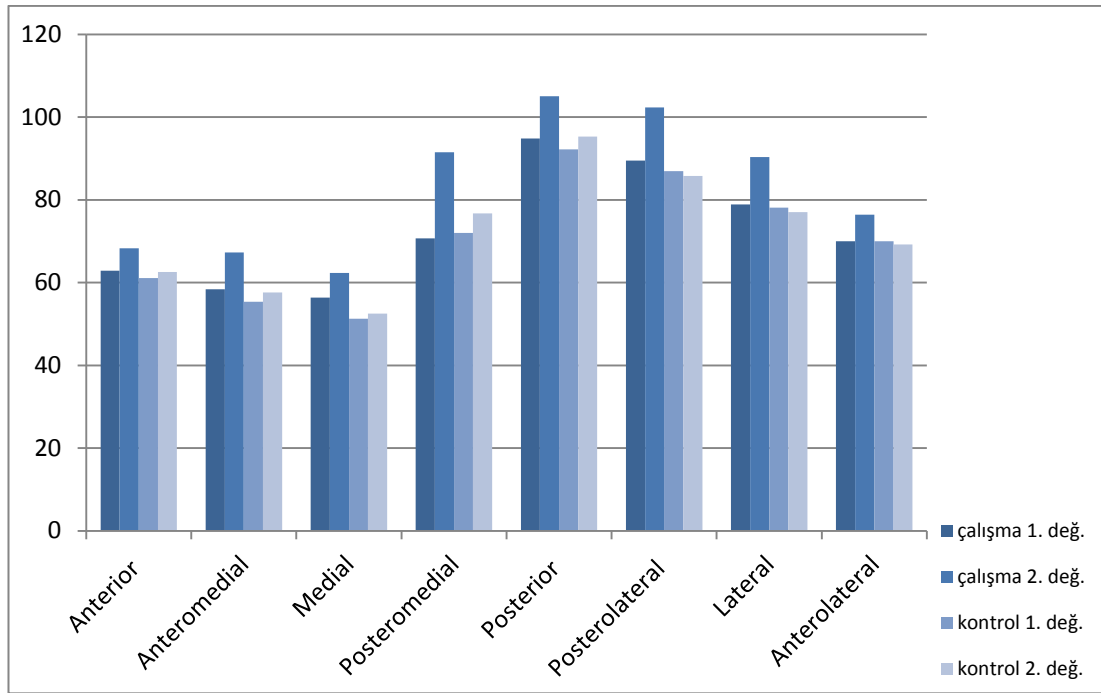
Tablo 4.2.1.2. Gövde Kasları Endurans Değerlendirmeleri Farklarının İstatistiksel Karşılaştırması

	<b>Çalışma grubu</b>	<b>Kontrol grubu</b>	<b>z</b>	<b>P</b>
	<b>X±SD</b>	<b>X±SD</b>		
<b>Abdominal Kas Endurans</b>				
<b>Testi-30sn</b>	7,17±6,29	0,82±6,21	-2,38	0,01*
<b>Abdominal Kas Endurans</b>				
<b>Testi-1 dk</b>	14,17±9,25	-7,36±12,63	-3,48	0,00*
<b>Sırt Ext. Kas Endurans</b>				
<b>Testi (sn)</b>	83,27±38,12	5,09±29,07	-3,87	0,00*
<b>Lateral Köprü-d (sn)</b>	5,18±24,72	7,56±16,80	-0,06	0,95
<b>Lateral Köprü-nd (sn)</b>	4,33±21,93	2,91±13,43	-0,83	0,40

\*p<0,05

#### 4.2.2. Denge Değerlendirmesi

Star Excursion Balance Test sonuçlarına göre çalışma ve kontrol grubu arasında dominant anteromedial- posteromedial- posterolateral- lateral- anterolateral yönlerde anlamlı fark bulundu ( $p<0,05$ ). Sadece anterior, medial ve posterior yönlerde anlamlı sonuçlar vermedi ( $p>0,05$ ). Dominant olmayan tarafta ise anterior- anterolateral- lateral- posterolateral- posterior- posteromedial- anteromedial yönlerde anlamlı fark bulunmasına rağmen ( $p<0,05$ ), medial yöndeki testte anlamlı bir fark bulunamadı ( $p>0,05$ ). Grafik 4.2.1.1. de görüldüğü üzere çalışma grubu dominant tarafta denge değerlerini 8 yöne arttırmışken, kontrol grubu sadece 5 yönde gelişim göstermiştir. Bu durum dominant olmayan tarafta da aynıdır (Grafik 4.2.1.2).

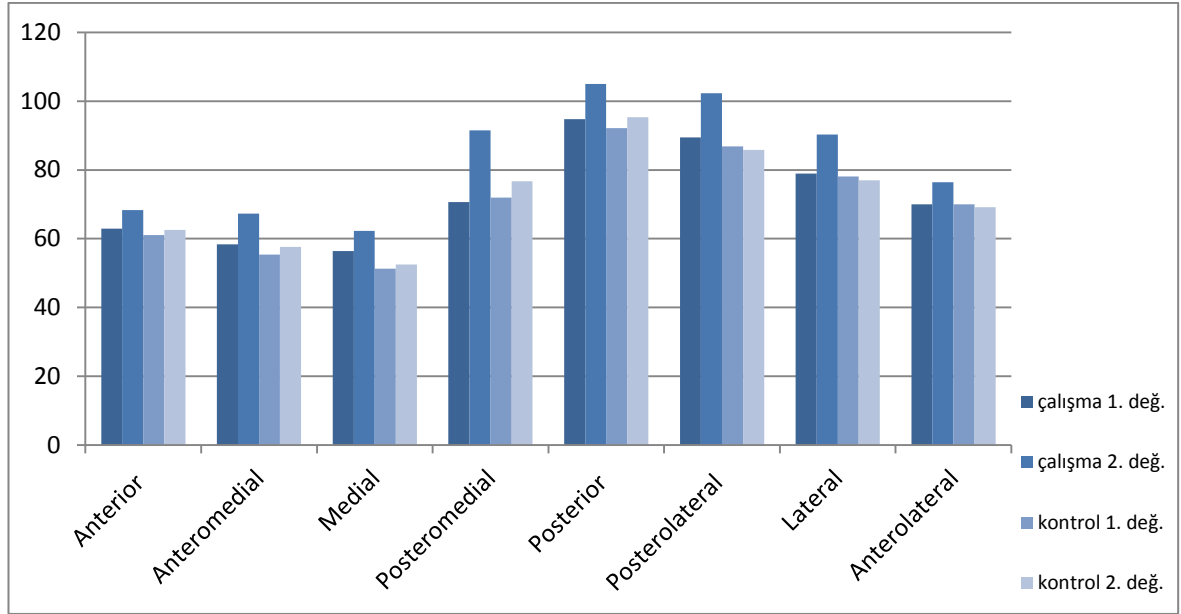


Grafik 4.2.2.1. Dominant Taraf Denge Değerlendirmeleri Sonuçları

Tablo 4.2.2.2. Dominant Taraf Denge Değerlendirmeleri Farklarının İstatistiksel Karşılaştırması

Bakılan Parametreler (cm)	Çalışma grubu X±SD d	Kontrol grubu X±SD d	z	p
Anterior	5,4±6,1	1,5±8,4	-0,8	0,4
Anteromedial	9±5,1	2,2±5,1	-2,8	0,005*
Medial	5,9±4,2	1,2±6	0,09	0,91
Posteromedial	20,8±9,7	4,7±8,1	-3,3	0,001*
Posterior	10,2±11,9	3,1±8,9	-1,5	0,131
Posterolateral	12,8±9,6	-1,1±4,2	-3,2	0,001*
Lateral	11,4±9,9	-1,1±5,9	-3,2	0,001*
Anterolateral	6,6±5,5	1,8±3,8	-2,5	0,012*

\*p<0,05



Grafik 4.2.2.3. Dominant Olmayan Taraf Denge Değerlendirmeleri Sonuçları

Tablo 4.2.2.4. Dominant Olmayan Taraf Denge Değerlendirmeleri Farklarının İstatistiksel Karşılaştırması

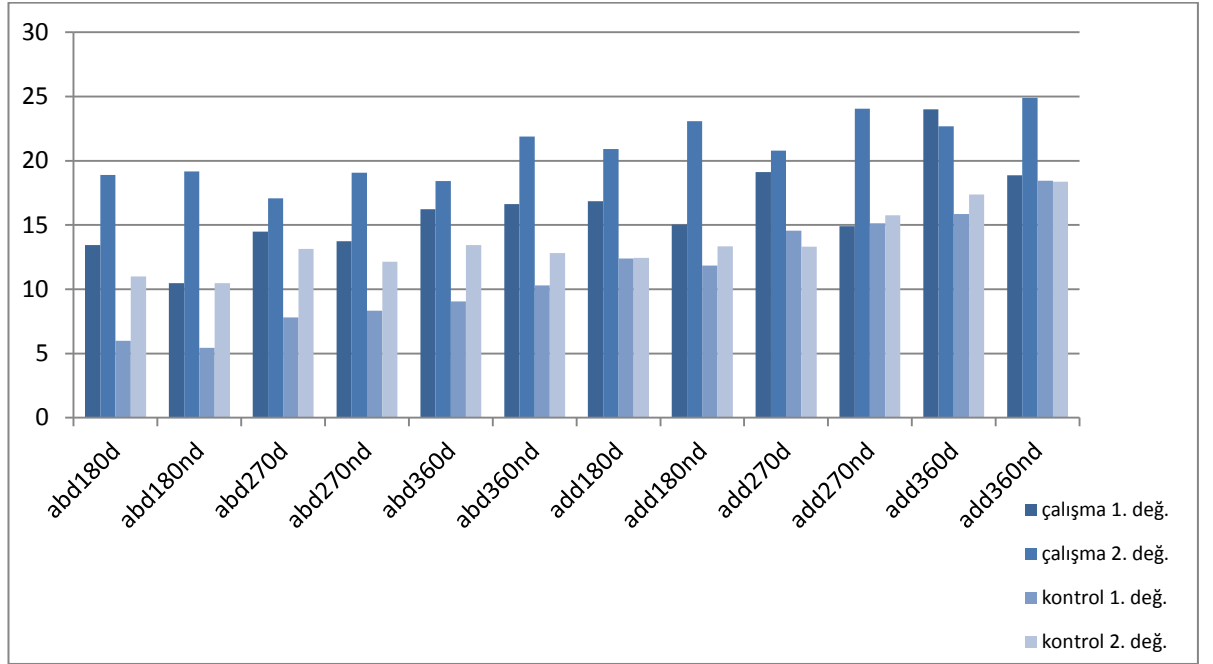
Bakılan Parametreler (cm)	Çalışma grubu X±SD nd	Kontrol grubu X±SD nd	Z	p
Anterior	6,6±5,5	1,8±3,8	-2,2	0,03*
Anteromedial	7,4±8,9	-0,9±5,5	-2,6	0,01*
Medial	6,8±8,2	2,1±8,1	-1,5	0,1
Posteromedial	12,1±9,5	0,8±8,4	-3,1	0,002*
Posterior	13,7±7,4	4,6±7,6	-2,5	0,012*
Posterolateral	14,7±10,2	5,9±4,1	-2,2	0,027*
Lateral	14,4±8,7	4,9±5	-2,6	0,008*
Anterolateral	8,1±5,2	2,4±2,5	-2,8	0,005*

\*p<0,05

#### 4.2.3. Biodex ile Kuvvet ve Endurans Değerlendirmesi

Biodex değerlendirmelerinde dominant tarafta adduksiyon ve abduksiyon ölçümlerinde hiçbir açıda anlamlı bir fark bulunmadı ( $p>0,05$ ). Dominant olmayan tarafta ise sadece 270°/s ve 360°/s adduksiyon değerlerinde Total Work ve Work/Body Weight değerlerinde anlamlı sonuç bulundu. Dominant olmayan tarafta

adduksiyon 270<sup>0</sup>/s' de Total Work değerinin Asymp. Sig. 0,005 değeri 0,05 den kukk ve adduksiyon 360<sup>0</sup>/s' de Total Work değerinin Asymp. Sig. değeri 0,012 değeri 0,05 den kukk olduğu için H0 hipotezi reddedilir (p<0,05). Dominant olmayan taraf adduksiyon 270<sup>0</sup>/s' de Work / Body Weight değerinin Asymp. Sig. 0,003 değeri 0,05 değerinden kukk ve adduksiyon 360<sup>0</sup>/s'de Work/ Body Weight değerinin Asymp. Sig değeri 0,034 değeri 0,05 den kukk olduğu için H0 hipotezi reddedilir (p<0,05).

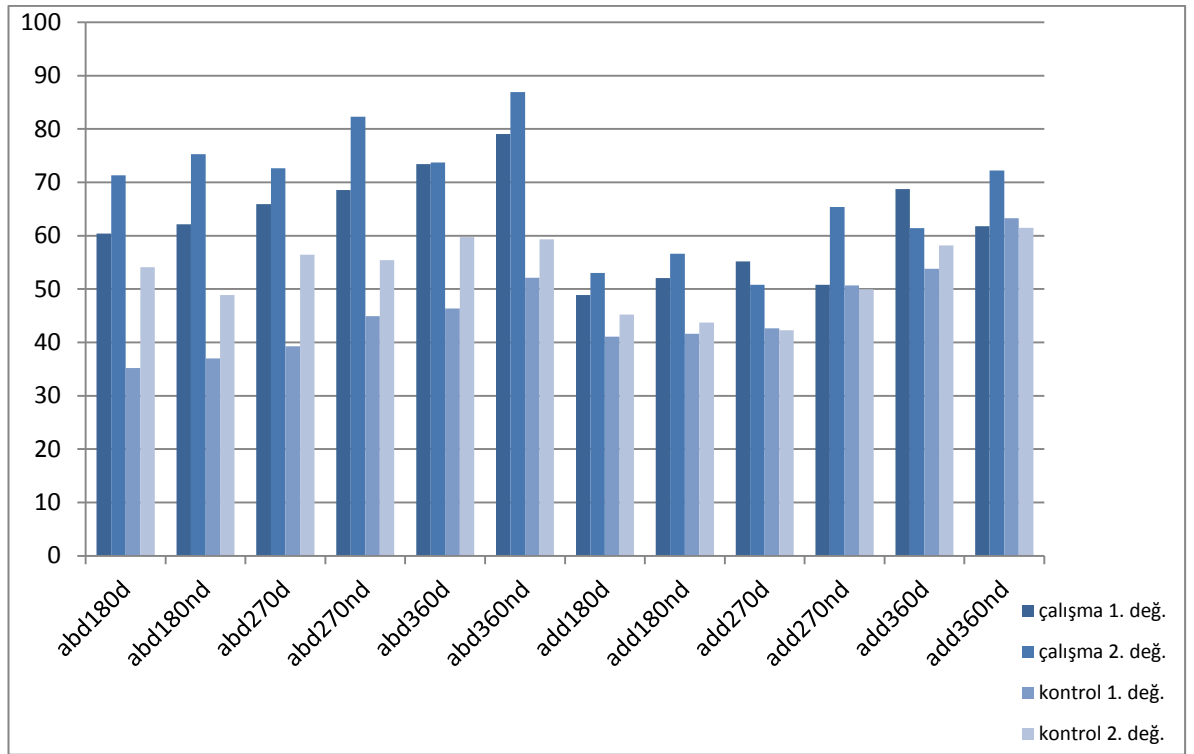


Grafik 4.2.3.1. Work/ Body Weight Değerlerinin lm Sonuçları

Tablo 4.2.3.2. Work/ Body Weight Fark Değerlerinin İstatistiksel Verileri

	Çalışma grubu			Kontrol grubu			Z			P		
	X±SD			X±SD								
	180 <sup>0</sup> /s	270 <sup>0</sup> /s	360 <sup>0</sup> /s	180 <sup>0</sup> /s	270 <sup>0</sup> /s	360 <sup>0</sup> /s	180 <sup>0</sup> /s	270 <sup>0</sup> /s	360 <sup>0</sup> /s	180 <sup>0</sup> /s	270 <sup>0</sup> /s	360 <sup>0</sup> /s
<b>Abd d</b>	5,5±9,1	2,6±6,5	2,2±7	5±4,6	5,3±4,6	4,4±6,3	-0,61	-0,86	-0,73	0,53	0,38	0,46
<b>Abd nd</b>	8,7±7,8	5,3±6,8	5,3±8,9	5±5,1	3,8±3,3	2,5±3,3	-0,89	-0,61	-1,17	0,37	0,53	0,24
<b>Add d</b>	4,1±14,6	1,7±8,4	-1,3± 6,1	0,05±5,15	-1,2±8	1,5±6	-0,46	-0,8	-0,77	0,64	0,42	0,44
<b>Add nd</b>	8,1±11,9	9,1±7	6,03±5,4	1,47±3,8	0,6±5,6	-0,07± 10,2	-1,9	-2,95	-2,12	0,05	0,003*	0,034*

\*p<0,05



Grafik 4.2.3.3. Peak Torque/ Body Weight Değerlerinin Ölçüm Sonuçları

Tablo 4.2.3.4. Peak Torque/ Body Weight Fark Değerlerinin İstatistiksel Verileri

	Çalışma grubu			Kontrol grubu			Z			P		
	X±SD			X±SD								
	180 <sup>0</sup> /s	270 <sup>0</sup> /s	360 <sup>0</sup> /s	180 <sup>0</sup> /s	270 <sup>0</sup> /s	360 <sup>0</sup> /s	180 <sup>0</sup> /s	270 <sup>0</sup> /s	360 <sup>0</sup> /s	180 <sup>0</sup> /s	270 <sup>0</sup> /s	360 <sup>0</sup> /s
<b>Abd d</b>	10,96±26,6	6,74±21	0,3±19,7	18,9±16,76	17,2±16,6	13,4±13,5	-0,67	-0,98	-1,41	0,49	0,32	0,15
<b>Abd nd</b>	13,2±28,9	13,8±30,7	7,9±31,2	11,9±17,7	10,6±14,6	7,2±13,4	-0,36	-0,73	-0,06	0,71	0,46	0,95
<b>Add d</b>	4,1±35,5	-4,4±17,8	-7,3±16,5	4,2±18,7	-0,4±11,9	4,4±16,8	-0,95	-0,34	-1,5	0,34	0,73	0,13
<b>Add nd</b>	4,6±25,1	14,6±21,8	10,4±23,2	2,1±15	-0,8±21,6	-1,8±36,6	-0,12	-1,32	-1,3	0,9	0,19	0,19

\*p<0,05

## 5. TARTIŞMA

Bu çalışma ile adölesan kadın voleybol oyuncularında gövde stabilizasyon egzersiz eğitiminin abdominal kas enduransı, sırt ekstansörleri kas enduransı ve denge üzerine olumlu yönde etkisi olduğu gösterildi.

### 5.1. İlerleyici Gövde Stabilizasyon Egzersiz Eğitiminin Kassal Kuvvet Üzerine Etkisi

Literatürde Kibler ve arkadaşları (12) ön çapraz bağ yaralanması geçirmiş instabiliteye sahip sporcularda yaralanmaların en büyük sebebinin diz ligamentlerini aşırı zorlayan dizin femur üzerine internal rotasyon ve adduksiyonu olduğunu bulmuştur. Bu populasyonda kalça abduktör ve eksternal rotatörleri üzerine yapılan kuvvetlendirme amaçlı gövde stabilizasyon egzersiz eğitimiyle yaralanmaların azaldığı görülmüştür. Hewett ve ark (133) sezon öncesi tek bacak fonksiyonel gövde stabilizasyon egzersizleri de dahil olmak üzere nöromüsküler antrenman yapan adölesan kadın sporcular ile nöromüsküler antrenman yapmayan adölesan kadın erkek 2 kontrol grubu karşılaştırdığında, çalışma grubunda temassız ACL yaralanma insidansının diğer 2 gruba göre daha az olduğunu bulmuştur. Böylece alt ekstremitte yaralanmalarının önceden bir habercisi olarak kabul edilen kalça abduktör ve eksternal rotatör kaslarının kuvvetlendirilerek özellikle ön çapraz bağ yaralanma oranı azaltıldığı gösterilmiştir. Leetun ve arkadaşları (98) 1 sezon boyunca 139 üniversite takım sporcusu üzerinde gövde stabilizasyonu ve yaralanma arasındaki ilişkiye bakmışlardır. Çalışma sonucunda sezon başlangıcında kalça abduksiyonu ve eksternal rotasyonunda zayıflık olan sporcularda alt ekstremitte ve bel yaralanmalarına sahip olma riskinin artmış olduğunu bulmuşlardır.

Nadler ve arkadaşları (7) 150 kişilik birinci seviye kolej sporcularında gövde stabilizasyon eğitim öncesi ve sonrası tedavi gerektiren bel ağrısı oluşum oranına bakmışlardır. Ancak çalışma sonucunda beklenenin aksine herhangi bir fark bulamamışlardır. Bu da tedavi gerektiren bel ağrılı sporcu sayısının zaten çok az olabileceği ile ilişkilendirilmiştir.

Sherry ve Best (14) hamstring strain rehabilitasyonu için 24 sporcuda 2 ayrı tedavi protokolü üzerinde çalışmıştır. Bir grup çabukluk ve lumbar stabilizasyon eğitimi alırken diğer grup germe ve ilerleyici kuvvetlendirme programı ile

iyileştirilmiştir. Uzun dönem sonuçlarına bakıldığında lomber stabilizasyon grubunun tekrar yaralanma geçirme oranı diğer gruba göre anlamlı olarak daha az bulunmuştur.

Noyes ve ark (134) 34 adölesan kadın voleybol oyuncusuna 6 hafta/3 gün 90–120 dakikalık esneklik, çabukluk, hız, kuvvet, endurans çalışmaları içeren nöromüsküler egzersiz eğitiminin ardından sporcularda sıçrama testinde alt ekstremite sıralanmasında, abdominal kuvvette, maksimal aerobik güçte ve vertikal sıçramada anlamlı artış görülmüştür.

İliotibial band friksiyon sendromu olan hastalarda sağlam alt ekstremite veya sağlıklı grup ile karşılaştırıldıklarında patolojik taraf kalça abduktörlerinde zayıflık bulunmuştur. Bu kasları kuvvetlendirmeye yönelik programdan sonra ise hastaların büyük bir kısmında ağrılı durumda iyileşme ve önceki aktivitelere dönüşte artış görülmüştür (12).

Kalça çevresi kas kuvveti ayakta yapılan aktivitelerde yükün alt ekstremiteden omurgaya transferinde çok önemli bir role sahiptir. Yaralanmanın bağlantılı teorisinin açıklamasına göre; yaralanmalar distalden proksimal yapılara doğru yer değiştirir (135). Bunun tersine ise araştırmacılar bel ağrısı ve kalça kuvvet yitiminin veya her ikisinin Patellofemoral Ağrı Sendromu gibi distal yaralanmalara olan yatkınlığı arttırabileceğini de ileri sürmektedir (136). Ayrıca azalmış kalça eksentrik kuvveti bel ağrısına yol açtığı gibi (137), alt ekstremite kaslarında strain ve ağrılarına da yol açabilir (138).

Myer ve arkadaşları (121) 6 haftalık haftada 3 kere yapılan gövde kasları kuvvetlendirme, pliyometrik, hız antrenmanı, direnç antrenmanı ve denge ağırlıklı nöromüsküler eğitimin toplam 53 kişi adölesan kadın voleybol, basketbol ve futbol sporcularında performans ve alt ekstremite hareket biyomekanisi üzerine etkisine baktıklarında, çalışma grubunun kontrol grubuna göre çömelme ve bench preste daha iyi olduğu görülmüştür. Ayrıca sıçrama performansında artış ve biyomekanisinde düzelme görülmüştür (diz varus ve valgus torque u azalmıştır). Myerin çalışmasına benzer program ve sürede yaptığımız çalışmada gövde stabilizasyon egzersizleri çalışma grubu sporcularına 6 hafta boyunca çalıştırıldı ve ilerleyici program kullanıldı. Bu eğitimde genel egzersiz eğitimi prensipleri doğrultusunda, amaca uygun olarak literatürde tanımlanmış egzersizlerden bir program oluşturuldu. Direnci

arttırmak için vücut ağırlığı, elastik bant, pilates topu ve sağlık topları kullanıldı. Farklı zemin çalışmaları ve denge için BOSU balance trainer, Theraband stabilizer denge pedleri ve egzersiz topu kullanıldı. Bu çalışmada alt ekstremité kassal kuvveti olarak sadece gluteus medius kuvveti değerlendirilmiş ve dominant tarafta herhangi anlamlı bir sonuç bulunmamıştır. Dominant olmayan tarafta ise adduksiyon 270 ve 360°/s' lerde iş yükünün vücut ağırlığına oranındaki değerinde anlamlı fark bulundu. Bu da gösteriyor ki, sporcuların antrenman programları kuvvet ağırlık çalışmasından çok endurans üzerine dayalı bir program almalarından kaynaklanmaktadır.

Bu çalışmada yaralanmaların insidansının azaltılması veya yaralanmaların tedavisinde gövde stabilizasyon egzersizlerinin etkisi bahsedilmemiştir. Ancak çalışmamızda diğer araştırmacıların bahsettiği kalça abduksiyon kuvvetinin öneminden yola çıkarak değerlendirme yapılmış ve kassal kuvvetin önemi dikkate alınarak sporculara bu konu hakkında bilgi verilmiştir. Dolayısıyla, spor programlarının planlanmasında ve yaralanmaların önlenmesinde kalça çevresi kassal kuvvetin artırılması önemli olacaktır.

## **5.2. İlerleyici Gövde Stabilizasyon Egzersiz Eğitiminin Gövde Kasları Enduransı Üzerine Etkisi**

Genellikle iç gövde kuvvet ve gücü sportif performansın gelişimi (dikey sıçrama, hız, çabukluk) açısından daha önemli gibi görünse de iç gövde kas enduransı yaralanmalardan korunmak ve rehabilitasyon açısından daha önemlidir. McGill ısrarla lumbal bölge yaralanmaları için iç gövde endurans gelişiminin iç gövde kuvvet gelişiminden önce sağlanması gerektiğini tartışır (3, 4). İç gövde alt ekstremité kaslarının güç üretmesi veya dirence karşılık vermesi için temel sağlar. Diz ekleminde hareket eden kasların çoğu lumbopelvik bölgeden orijin alır. Bu sebepten iç gövde kaslarının endurans yetersizliği valgus tipi yüklenmeleri artırarak sporcunun düşme mekaniğini bozar ve ACL yaralanmalarına yol açabilir (93).

Azalmış sırt ekstansör kas enduransının nonspesifik bel ağrısı için bir risk faktörü olması gibi, gövde kas enduransında azalma olan sporcularda lumbal omurganın pasif ve ağrıya duyarlı yapıları kolayca yaralanabilir (139). Kloubec ve arkadaşlarının (140) 50 kişi üzerine yapmış olduğu 12 hafta/2 gün × 1 saat gövde stabilizasyonu üzerine dayalı bir egzersiz biçimi olan Pilates eğitimi sonrasında

abdominal kas enduransı ve üst gövde enduransında anlamlı bir artış görülmüştür. Bel ağrısı olan hastalar üzerine haftada 20 seans / 3 gün yapılan gövde stabilizasyon eğitimi çalışmalarında eğitim sonrası bel ağrısında azalma ile beraber sırt ekstansör ve abdominal kas enduransında artış bulunmuştur. Bu çalışma ile gövde stabilizasyon egzersiz eğitiminin izotonik abdominal kas enduransı ve izometrik sırt ekstansörleri kas enduransını arttırıcı etkisi kanıtlanmıştır (141). Daha önce yapılan çalışmalarda da endurans üzerine olan etkisine bakılmış, ancak genel olarak literatürde kesin bir sonuca varılamamıştır.

Başka bir çalışmada abdominal kas yorgunluğunun hamstring kasının yaralanması ile ilişkili olduğu bulunmuş, ve aynı zamanda ayak bileğinde ileri derecede burkulma ve hipermobilité olan hastalarda aynı taraf ve karşı taraf gluteus maksimus aktivasyonu ile, aynı taraf gluteus medius aktivasyonunda gecikme görülmüştür (142).

La Bella ve arkadaşlarının (143) 146 adölesan kadın sporcuda (futbol, voleybol, beyzbol ve kros) spora bağlı diz ağrısını azaltmaya yönelik yaptıkları 6 hafta süren nöromüsküler egzersiz eğitimi sonucunda kuvvet, denge ve aerobik kapasitedeki artışla beraber eğitim öncesine göre çok az sporcu eğitimden sonra da diz ağrısı tanımlamıştır.

2007 yılında Ekstrom ve arkadaşlarının (144) yaptığı çalışmada 9 rehabilitasyon egzersizi sırasında çalışan gövde kaslarının elektromyografik analizinde yan köprü pozisyonunda en kuvvetli kasın gluteus medius olduğu görülmüştür. Çalışmamızda ise bu rehabilitasyon egzersizlerine benzer gövde stabilizasyon egzersizleri kullanılmış aynı zamanda bu kasların testleri Ekstrom ve arkadaşlarının bahsettiği hareketleri kullanarak test edilmiştir. Bunun sonucunda Adölesan kadın sporcularda gövde stabilizasyon eğitimi alan grupta eğitim öncesi ile sonrası farklarda gluteus medius izokinetik değerlendirmede dominant olmayan tarafta add 270<sup>0</sup>/s de total work ortalamalarında % 239 defisit olduğu görüldü. İzokinetik çalışmalarda sağ-sol farklılıklarda %15 in altındaki defisitlerde ekstremiteler arasındaki farkın ve eğitim öncesi-sonrası farkın önemli olmadığı görüşünden yola çıkarak bu gruptaki sporcuların bu açıda uygun kuvveti kazandıkları görüşündeyiz. Ayrıca 6 haftalık gövde stabilizasyon egzersiz eğitimiyle abdominal bölge ve sırt ekstansörleri kas enduransının önemli ölçüde arttırılması bu

egzersizlerin endurans gelişimi açısından adölesan yaş grubunda önemli olduğunu göstermiştir.

### 5.3. Gövde Stabilizasyon Egzersiz Eğitiminin Denge Üzerine Etkisi

Denge ve sabit olmayan zemin antrenmanları sporda çok önemlidir. Çünkü denge her beceri için özeldir (57). Sabit olmayan zemin antrenmanları ve denge çalışmaları son yıllarda müsabaka sporcularında tamamlayıcı bir antrenman biçimini oluşturmuştur. Uzun yıllardır denge antrenmanları koruyucu yaralanma programlarına ve rehabilitasyon sürecinin çeşitli fazlarına dahil edilmiştir (145). Spor hekimliği alanında herhangi çeşit denge çalışmalarının proprioepsiyon, kinestetik farkındalık, kas kuvveti ve daha da önemlisi iç gövde kuvvetini arttırdığı kabul görür. Ayrıca denge egzersizleri eskiden sadece yaralanma sonrası rehabilitasyon amacıyla yapılırken, artık bu egzersizlerin gövde stabilizasyonu antrenmanlarında iç gövde kas kuvvetini arttırdığı kabul görmektedir (146).

ACL yaralanmaları ile ilgili yapılan çalışmalar sabit zemin olmayan ekipmanlarla (denge tahtaları, stabilite diskleri) çalışılan egzersizlerin ACL yaralanmalarına olan yatkınlığı azaltmadaki etkinliğini göstermiştir (91- 96). Bu tür egzersizler kas içiği hassasiyetini arttırarak, eklemler üzerine gelen pertürbasyon yüklenmelerine karşı cevap oluşturmak için fazlaca hazırlıklı olunmasıyla sonuçlanır. Antrenman süresince eklemi stabilizasyonu bozmaya yönelik yüklenmelere maruz bırakmak, etkili nöromüsküler kompensasyon paterninin gelişimini desteklemek için gerekli bir uyarı olabilir (93).

Paterno ve diğerleri (95) 6 haftalık BOSU balance trainer ile denge, pliometrik, dinamik hareket antremanı ve dirençli egzersiz içerikli antrenman programının kadın sporcularda tek bacak postüral kontrolü geliştirdiğini göstermiştir. Yapılan çalışmalara göre iç gövde kas aktivasyonu Swiss Ball üzerinde yapılan dirençli egzersizler sırasında stabil zemin üzerinde yapılan egzersizlere göre daha fazladır (86- 88). Behm ve arkadaşları (87) gövde stabilizasyon egzersizlerini egzersiz topu üzerinde yapmanın özellikle alt abdominal bölgede daha fazla aktivasyonla sonuçlandığını bulmuşlardır. Alt abdominal bölgede en fazla aktivasyon lateral köprü egzersizi olarak kaydedilmiştir. Bu çalışmada ise denge egzersizlerine fazlaca yer verilmiş olmasına rağmen sadece Star Excursion Balance Test sonuçlarında iyileşme görülmüş, lateral köprü test sonucunda herhangi bir değişiklik

bulunmamıştır. Bizim çalışmada ise bu çalışmanın sonuçlarına benzer olarak Star Excursion Balance Testte dominant tarafta 5 yöne dominant olmayan tarafta 7 yöne dengede gelişme kaydedilirken, lateral köprü testinde ise herhangi bir fark bulunmadı. Anlamlı bir farkın görülmemesinin nedeni bu test sırasında kullanılan kas grubunun antrenman programları içindeki egzersiz programı reçetesinde yer almamasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Eğitim sonundaki dengedeki büyük gelişim ise adölesan grupta yetersiz dengeden kaynaklanan yaralanmaların engellenmesi açısından yol gösterici olabilir.

Daha önce yapılan çalışmalar BOSU balance trainer ve egzersiz topu gibi stabil olmayan zeminler üzerinde yapılan egzersiz çalışmalarının statik denge ve postüral kontrol değerlerini arttırdığını göstermiştir (82, 147, 148). Ancak fonksiyonel bozukluğu olan rehabilitasyon hastaları bu gibi kazanımlardan faydalansa da, bu çalışmaların sağlıklı sporcuların performansına katkısı tam olarak belirlenememiştir (90). Bunun üzerine Behm ve arkadaşları (149) buz hokeyi sporcularında buz hokeyi kayış hızının denge tahtası üzerindeki denge ile ilişkisinin olup olmadığına bakmıştır. Buz hokeyinin yüksek oranda sabit olmayan zemin üzerinde yapılması sebebiyle araştırmacıların hipotezi 2 değişken arasında yüksek bir ilişki olacağı yönünde olmuştur. Ancak çok yetenekli sporcular için hokey kayış hızıyla denge tahtası dengesi arasında herhangi bir ilişki bulunamamıştır.

Gretchen ve arkadaşlarının (146) kadın kolej sporcularında fonksiyonel denge çalışmaları üzerine yaptığı araştırmada olduğu gibi sabit olmayan zeminde iç gövde ve denge çalışmaları bilateral dengeyi arttırmıştır. Adölesan kadın futbol oyuncularına üzerine yapılan gövde stabilizasyonu ve alt ekstremite kuvvetlendirme eğitimi alan grupta, almayanlara göre bu çalışmaya paralel olarak SEBT skorlarında daha çok dominant olmayan tarafta olmak üzere anlamlı artış görülmüştür (95). İç gövde kuvvetlenmesi ve denge, sabit olmayan zemin çalışmaları arasındaki ilişki; kişi dengede durmayı başarır ve sürdürürse, aynı zamanda fonksiyonel postüral kontrole de sahip olurlar (90). Bu çalışma ile gövde stabilizasyon egzersizlerinin daha çok dominant olmayan taraf olmak üzere dengeyi arttırdığı kanıtlandı.

Wedderkopp ve arkadaşları (96) kadın hentbol takımı oyuncularında dinamik ısınmayı takiben yapılan ayak bileği denge diskleri egzersizlerinin alt ekstremite yaralanmalarını azalttığını göstermişlerdir. Çalışmadaki kontrol grubu, egzersiz

grubuna oranla 6 kat daha fazla yaralanma riskine sahip olmuştur. Myklebust ve arkadaşları (94) pliometrik ve denge egzersizlerinin (mat, denge tahtası ve zemin üzerinde) profesyonel kadın hentbol takım oyuncularında ACL yaralanma riskini belirgin bir şekilde azalttığını göstermişlerdir. Bu çalışmaların genel limitasyonu ise çok fazla türde egzersiz kullanıldığı için, bu egzersizlerin sabit olmayan ekipmanlar üzerinde bağımsız olarak yapıldığı zaman etkinliklerinin açığa çıkarılmasının zor olmasıdır.

Caraffa ve arkadaşları (91) yarı profesyonel ve amatör futbol oyuncularında standart antrenman programlarına ek olarak denge tahtası egzersizleri yapan grupta ACL yaralanmalarının belirgin bir şekilde azaldığını rapor etmişlerdir. 3 sezon boyunca çalışma grubunda 10 sporcuda artroskopik olarak onaylanmış ACL yaralanması görülürken, kontrol grubunda 70 sporcuda görülmüştür. İki klinisyen pilates topu çalışmalarını yüzme gibi herhangi bir destek yüzeyine bağlı olmayan sporlarda önermiştir (60, 61). Yüzme sporunda diğer zemine dayanan sporlardan farklı olarak iç gövde tüm hareketlerin referans noktasını oluşturmaktadır. Dolayısıyla artmış gövde stabilizasyonu yüzücülere gövde, üste ekstremiteler ve alt ekstremiteler arasında etkili yük transferine izin verir ve vücudu su içerisinde ileriye doğru sürükleyerek kısmen faydalı olabilir. Swiss Ball üzerinde yüzme ve ayakların yerle temasının kesildiği egzersizler yüzme sporu için gerekli gövde stabilizasyon çalışması için spesifiktir. Diğer bir grup araştırmacı ise yine Swiss Ball antrenman programının yüzücülerin yüzme performansı ve kuru saha performansı (dikey sıçrama, hamstring esnekliği, ileri- geri sağlık topu fırlatma, postüral kontrol) üzerine etkisine bakmışlardır. 6 haftalık Swiss Ball antrenman programından sonra sporcularda postüral kontrol ve sağlık topu ileri fırlatmada belirgin ilerleme görülmüşken, yüzme süreleri ile ilgili herhangi bir ilerleme görülmemiştir. Bu sonuçlar da göstermiştir ki Swiss Ball antrenmanları yüzme sporu için gerekli gövde stabilizasyonuna özel olmayabilir (82).

Gövde stabilizasyonu egzersizleri önerilirken, özelleşme kavramı çok önemlidir. Yapılan çalışmalardan da anlaşıldığı üzere her Swiss Ball ve denge tahtası egzersizleri faydalı veya o aktiviteye özel değildir (59- 61, 63, 64). Buna rağmen bu tür egzersizler yaralanmaların azaltılması ve rehabilitasyonu amacıyla sezon sonrası veya sezon arası mezosikluslarda kullanılır.

#### **5.4. Çalışmanın Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bilimine Katkıları ve Limitasyonları**

Bu çalışmada bazı limitasyonlar bulunmaktadır. Sporcuların değerlendirmesinde voleybol sporuna özgü bazı fonksiyonel testler ile birkaç klubü kapsayan sporcuların değerlendirilmesi karşılaştırılabilir. Ayrıca gövde kaslarının elektromyografik çalışması ile kassal kuvvetlerinin değerlendirmesi yapılabilir. Ancak çalışma yapılan klübün büyük bir klüp olması ve antrenman öncesi egzersiz eğitiminin yapıldığı salonda genelde diğer takımların çalışıyor olması, büyük takımların önemli müsabakalarından ötürü antrenman iptal veya değişiklikleri, sporcuların çoğunun aynı zamanda okul takımı müsabakalarına katılıyor olması sebebiyle egzersiz eğitim programında gün ve saat açısından değişiklikler yapılmak zorunda kalındı. Dolayısıyla ek yapılacak testler uzun süre alacağından gövde kaslarının değerlendirilmesinde en çok kullanılan saha testleri tercih edildi.

Bu çalışma ile adölesan grup kadın voleybol oyuncularında gövde stabilizasyon egzersiz eğitiminin kassal endurans ve dengeyi artırıcı etkisi sebebiyle yaralanmaları azaltıcı etkisi gözlemlendi. Bu sayede spor klübünün sağlık giderleri azaldı. Küçük takım seviyesinden sporculara vücutları ve sporcu yaralanmaları ile ilgili bilgi verildi, ne zaman fizyoterapiste başvurmaları gerektiği anlatıldı. Aynı zamanda fizyoterapistlik mesleğinin tanıtımı yapıldı ve gelecek için birer profesyonel sporcu adayı olan bu bireylere tüm spor hayatları boyunca kullanabilecekleri egzersizler öğretildi.

Bu çalışma aynı zamanda adölesan kadın sporcularda spor yaralanma oranlarının sağlıklı bir şekilde belirlenmesi, yaralanmaların önlenmesi, sağlık giderlerinin azaltılması ve bu yaş grubunda spora katılımı ilgili kayıpların engellenmesi gibi yararlar sağlayacaktır. Yaralanmalara karşı önlemler alınması için elde edilen sonuçların ilgililere (ebeveyn, spor eğitmeni, antrenör ve yöneticiler) ulaştırılması da büyük önem taşımaktadır.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Haftada 3 kez, 45 dakika süreyle, 6 hafta devam ettirilen gövde stabilizasyon eğitimi adölesan kadın voleybol oyuncularında kassal endurans ve dengede artış sağladı. Kassal kuvvette anlamlı bir artış görülmedi. Bu egzersiz formunda kassal kuvvette de artış hedefleniyorsa egzersiz süresi biraz daha uzun tutulabilir.

2. Gövde stabilizasyon egzersiz programı ile mekik testi ve statik sırt ekstansiyonunda anlamlı gelişim elde edilmesi, bu programın bu yaş grubunda yanlış teknikten kaynaklanabilecek bel ağrılarını önleme ve tedavisinde etkin olabileceğini ortaya koymaktadır.

3. Denge eğitim ile bu çalışmada en çok gelişim gösteren parametrelerden biridir. Bu da çocukların voleybol sporu sırasındaki performanslarını artırıcı ve yaralanmaları azaltıcı yönde önemli bir etkisi olabileceğini düşünmekteyiz. Dengenin dominant ve dominant olmayan tarafta iyileştirilmesi bu yaş grubunun en çok karşılaştığı ayak bileği burkulmalarında önleyici bir yaklaşım olabilir.

4. Bu eğitim ile henüz herhangi bir kondüsyon egzersiz programına dahil olmayan adölesan yaş grubunda kondüsyon eğitime hazırlık yapılabilir.

5. Asimetrik bir spor olması sebebiyle postüral bozukluklara yol açabilen voleybol sporunda, erken yaşlarda verilecek postüral farkındalık eğitimini de içeren gövde stabilizasyon egzersiz programı ile skolyoz, kifoz ve diğer kompensasyonlar gibi oluşabilecek duruş bozuklukları görülme oranı azaltılabilir.

6. Çalışma grubu olarak eğitim alan grubun eğitimden sonra katıldığı Türkiye Küçük Bayan Voleybol Şampiyonası'nda Türkiye şampiyonu olduğu göz önünde bulundurulduğunda bu egzersiz formunun adölesan sporcularda performans açısından pozitif etkilere sahip olduğu söylenebilir.

7. Sporculara çalıştırılan bu egzersiz formu broşür haline getirilip adölesan sporcularda kassal kuvvet, endurans ve dengenin daha bilimsel ve güncel geliştirilmesi için çeşitli klup ve antrenörlere yol göstermesi hedeflenmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Crisco J.J., Panjabi M.M., Yamamoto I., and Oxland T.R. (1992). Stability of the human ligamentous lumbar spine. Part II: experiment. *Clin Biomech*, 7:27- 32.
2. Panjabi M.M. (1992). The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *J Spinal Disord*, 5:383–389.
3. McGill S.M. (2001). Low back stability: From formal description to issues for performance and rehabilitation. *Exerc Sport Sci Rev*, 29(1):26- 31.
4. McGill S.M., Grenier S., Kavcic N., Cholewicki J. (2003). Coordination of muscle activity to assure stability of the lumbar spine. *J Electromyogr Kinesiol*, 13:353–359.
5. Bergmark A. (1989). Stability of the lumbar spine: A study in mechanical engineering. *Acta Orthop Scand*, 230(Suppl.):20- 24.
6. Behm DG, Anderson K, Curnew RS. (2002). Muscle force and activation under stable and unstable conditions. *J Strength Cond Res*, 16:416- 422.
7. Nadler SF, Malanga GA, Bartoli LA, Feinberg JH, Prybicien M, Deprince M. (2002). Hip muscle imbalance and low-back pain in athletes: influence of core strengthening. *Med Scie Sports Exerc*, 34(1):09-16.
8. Akuthota V., Ferreiro A., Moore T. and Fredericson M. (2008). Core Stability Exercise Principles. *Curr Sports Med Rep*, Feb;7(1):39-44.
9. Richardson C., Jull G., Hodges P., and Hides J. (1999). *Therapeutic exercise for Spinal Segmental Stabilization in Low Back Pain: Scientific Basis and Clinical Approach*. Edinburgh, NY: Churchill Livingstone.
10. McGill S. (2002). *Low Back Disorders: Evidence-Based Prevention and Rehabilitation*. Champaign, IL: Human Kinetics.
11. Akuthota V., and Nadler S.F. (2004). Core strengthening. *Arch Phys Med Rehabil*, 85:86-92.
12. Kibler W.B., Press J., and Sciascia A. (2006).The role of core stability in athletic function. *Sports Med*, 36:189-198.

13. Hewett TE, Ford KR, Myer GD. (2006). Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: part 2, a meta-analysis of neuromuscular interventions aimed at injury prevention. *Am J Sports Med*, 34:490-8.
14. Sherry MA, Best TM. (2004). A comparison of 2 rehabilitation programs in the treatment of acute hamstring strains. *J Orthop Sports Phys Ther*, 34:116-25.
15. Chan KM, Yuan Y, Li CK, Chien P, Tsang G. (1993). Sports causing most injuries in Hong Kong *Br J Sports Med*, Dec; 27(4):263-7.
16. Bahr R, Bahr IA. (1997). Incidence of acute volleyball injuries: a prospective cohort study of injury mechanisms and risk factors. *Scand J Med Sci Sports*, June; 7(3):166-71.
17. Bahr R, Reeser JC. (2003). Injuries among world-class professional beach volleyball players. The Fédération Internationale de Volleyball beach volleyball injury study. Injuries among world-class professional beach volleyball players *Am J Sports Med*, Jan-Feb;31(1):119-25.
18. Maffulli N, Bundoc RC, Chan KM, Cheng JC. (1996). Paediatric sports injuries in Hong Kong: a seven year survey. *Br J Sports Med*, Sep;30(3):218-21.
19. de Loës M, Dahlstedt LJ, Thomée. (2000). A 7-year study on risks and costs of knee injuries in male and female youth participants in 12 sports. *R.Scand J Med Sci Sports*, Apr; 10(2):90-7.
20. Reeser C. J., Bahr R. (2003) *Handbook of Sport Medicine and Science VOLLEYBALL*, Blackwell Publishing.
21. Cordelia W Carter, Lyle J Micheli. (2011). Training Child Athlete; Physical Fitness, Health and Injury. *Br J Sports Med*, 45:880–885. doi: 10. 136/880 bjsports- 2011- 090201.
22. Comstock RD, Knox C, Yard E. (2006). Sports-related injuries among high school athletes—United States, 2005–06 school year. *CDC MMWR*, 55;1037–40.
23. Joyce V. Soprano. (2005). MD Musculoskeletal Injuries in the Pediatric and Adolescent Athlete *Current Sports Medicine Reports*, 4:329–334.

24. Patel DR, Nelson TL. (2000). Sports injuries in adolescents. *Med Clin North Am* 84:983–1007.
25. Nazan Ş, Haydar A Demirel, Tolga S Aydoğ, Mahmut N. Doral. (2006). Adolesanlarda Sporcu Sağlığı. *Türkiye Klinikleri J Pediatr Sci*, 2(7):25-33.
26. Emin Ergen. (2004). Çocukluk ve ergenlik döneminde spor yaralanmalarının nedenleri, epidemiyolojisi, risk faktörleri. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 38 Suppl 1:27-31.
27. Dalton SE. (1992). Overuse injuries in adolescent athletes. *Sports Med*, 13(1):58-70.
28. DiFiori John P. (1999). MD Overuse Injuries in Children and Adolescents. *Phys Sportsmed*, Jan;27(1):75-89.
29. Loud Keith J., and Micheli Lyle J. (2001). Common athletic injuries in adolescent girls. *Current Opinion in Pediatrics*,13:317–327.
30. Sanborn CF, Jankowski CM. (1994). Physiologic considerations for women in sport. *Clin Sports Med* , 13:315–327.
31. Tanja J. Hagen. (2005). Sports Medicine and Adolescent Female. *J Pediatr Adolesc Gynecolog*, 18:9-15.
32. Decoster LC, Vailas JC, Lindsay RH ve diğerleri. (1997). Prevalence and features of joint hypermobility among adolescent athletes. *Arch Peds Adolesc Med*, 151:989–992.
33. Ergun N., Baltacı G. (2006). *Spor Yaralanmalarında Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Prensipleri*. Hacettepe Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu Yayınları, 2. Basım, ANKARA.
34. Panjabi M.M. (1992). The stabilizing system of the spine. Part II. Neutral zone and instability hypothesis. *J Spinal Disord*, 5:390-397.
35. San Francisco Spine Institute. (1989). Dynamic Lumbar Stabilization Program. San Francisco: San Francisco Spine Institute.

36. Hides, J.A., C.A. Richardson, and G.A. Jull.(1996). Multifidus muscle recovery is not automatic after resolution of acute, first-episode low back pain. *Spine*, 21:2763- 2769.
37. Bogduk, N. (1997). *Clinical Anatomy of the Lumbar Spine and Sacrum*. 3rd ed. New York: Churchill Livingstone.
38. Vleeming A, Pool-Goudzwaard AL, Stoeckart R, van Wingerden JP, Snijders CJ. (1995). The posterior layer of the thoracolumbar fascia. Its function in load transfer from spine to legs. *Spine*, 20:753-758.
39. Young JL, Herring SA, Press JM, ve diğeri. (1996). The influence of the spine on the shoulder in the throwing athlete. *J Back Musculoskeletal Rehabil*, 7:5-17.
40. Hodges P.W., and Richardson C.A. (1999). Altered trunk muscle recruitment in people with low back pain with upper limb movement at different speeds. *Arch Phys Med Rehabil*, 80:1005- 1012.
41. Hodges P.W., and Richardson C.A. (1996). Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. A motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine*, 21:2640- 2650.
42. Barker PJ, Guggenheimer KT, Grkovic I. (2006). Effects of tensioning the lumbar fasciae on segmental stiffness during flexion and extension: Young Investigator Award winner. *Spine*, 31:397-405. <http://dx.doi>.
43. Gerlach UJ, Lierse W. (1990). Functional construction of the superficial and deep fascia system of the lower limb in man. *Acta Anat (Basel)*, 139:11-25.
44. Cholewicki J., Juluru K., and McGill S.M. (1999). Intra-abdominal pressure mechanism for stabilizing the lumbar spine. *J Biomech* 32:13- 17.
45. Hides JA, Richardson CA, Jull GA. (1996). Multifidus muscle recovery is not automatic after resolution of acute, first-episode low back pain. *Spine*, 21:2763-9.
46. Ebenbichler GR, Oddsson LI, Kollmiter J. ve diğeri(2001). Sensory motor control of the lower back: implications for rehabilitation. *Med Sci Sports Exerc*, 33:1889-1898.

47. Hodges PW. (2003). Core stability exercise in chronic low back pain. *Orthop Clin N Am*, 34:245-254.
48. Putnam CA. (1993) Sequential motions of body segments in striking and throwing skills. *J Biomech*, 26:125-135.
49. Kibler WB. (1996) Biomechanical analysis of the shoulder during tennis activities. *Clin Sports Med*, 14:79-85.
50. Sapsford R. (2000). Explanation of medical terminology [letter]. *Neurourol Urodyn*, 19:633.
51. Bogduk N, Macintosh JE. (1984). The applied anatomy of the thoracolumbar fascia. *Spine*, 9:164-170.
52. Evans K, Refshauge KM, Adams R. (2007). Trunk muscle endurance tests: reliability, and gender differences in athletes. *J Sci Med Sport*, 10:447-455.
53. Gottschalk F, Kourosh S, Leveau B. (1989). The functional anatomy of tensor fasciae latae and gluteus medius and minimus. *J Anat*, 166:179-189.
54. Chris Sharrock. (2011). A pilot study of core stability and athletic performance: is there a relationship? *Int J Sports Ther*, Jun;6(2):63-74.
55. Smith C.E., Caudill P., Brosky J. (2008). Dynamic Trunk Stabilization:A Conceptual Back Injury Prevention Program for Volleyball Athletes. *J Orthop Sports Phys Ther*, Nov;38(11):703-20.
56. Web site: <http://cerin.wordpress.com/2010/01/05/core-strength-and-stability/>.
57. Willardson J. M. (2007). Core Stability Training: Applications to Sports Conditioning Programs *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 979-985.
58. Zazulak B, Cholewicki J, Reeves N.(2008). Neuromuscular Control of Trunk Stability: Clinical Implications for Sports Injury Prevention. *J Am Acad Orthop Surg*, 16:497-505.
59. Boyle M. (2004). *Functional Training for Sports*. Champaign, IL: Human Kinetics.

60. Chek P.(1999). Swiss ball exercises for swimming, soccer and basketball. *Sports Coach*, 21(4): 12-13.
61. Gambetta V. (1999). Let's get physio: For swim-specific weight training, get on the ball: It's easy with our simple but effective physioball routine. *Rodale's Fitness Swimmer*, 8(3):30- 33.
62. Johnson P. (2002). Training the trunk in the athlete. *J Strength Cond*, 24(1): 52-59.
63. Santana J.C. (2001). Hamstrings of steel: Preventing the pull. Part II Training the triple threat. *J Strength Cond*, 23(1):18-20.
64. Verstegen M., and Williams P. (2004). *Core Performance*. New York: Rodale, Inc.
65. Willson JD, Dougherty CP, Ireland ML, Davis IM. (2005). Core stability and its relationship to lower extremity function and injury. *J Am Acad Orthop Surg*, 13(5): 316- 25.
66. Zazulak BT, Hewett TE, Reeves NP, Goldberg B, Cholewicki J. (2007). The Effects of Core Proprioception on Knee Injury. *Am J Sports Med*, 35(7): 1123-30.
67. Zazulak BT, Hewett TE, Reeves NP, Goldberg B, Cholewicki J. (2007). Deficits in Neuromuscular Control on the Trunk Predict Knee Injury Risk. *Am J Sports Med*, 35(7) 1123- 30.
68. Fredericson, M., and Moore T. (2005). Muscular balance, core stability, and injury prevention for middle- and long-distance runners. *Phys Med Rehabil Clin N Am*, 16:669- 689.
69. Granata KP, Orishimo KF, Sanford AH. (2001). Trunk muscle coactivation in preparation for sudden load. *J Electromyogr Kinesiol*, 11:247-254.
70. Granata KP, Padua DA, Wilson SE. (2002). Gender differences in active musculoskeletal stiffness. Part II. Quantification of leg stiffness during functional hopping tasks. *J Electromyogr Kinesiol*, 12:127-135.

71. Granata KP, Wilson SE. (2001). Trunk posture and spinal stability. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 16:650-659.
72. Moorhouse KM, Granata KP. (2007). Role of reflex dynamics in spinal stability: intrinsic muscle stiffness alone is insufficient for stability. *J Biomech*, 40:1058-1065.
73. Zeinali-Davarani S, Hemami H, Barin K, Shirazi-Adl A, Parnianpour M. (2008). Dynamic stability of spine using stability-based optimization and muscle spindle reflex. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*, 16:106-118.
74. Panjabi M.M. (2003). Clinical spinal instability and low back pain. *J Electromyogr Kinesiol*, 13:371-379.
75. Arokoski J.P., Valta T., Airaksinen O., and Kankaanpaa M. (2001). Back and abdominal muscle function during stabilization exercises. *Arch.Phys Med Rehabil*, 82:1089-1098.
76. Cholewicki J., and Vanvliet J. J. (2002). Relative contribution of trunk muscles to the stability of the lumbar spine during isometric exertions. *Clin Biomech*, 17:99-105.
77. Cresswell A.G., and Thorstensson A. (1994). Changes in intra-abdominal pressure, trunk muscle activation, and force during isokinetic lifting and lowering. *Eur J Appl Physiol*, 68:315-321.
78. Kavcic N., Greniek S., and McGill S.M. (2004). Determining the stabilizing role of individual torso muscles during rehabilitation exercises. *Spine*, 29: 1254-1265.
79. Hodges P.W., and Richardson C.A. (1997). Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. *Phys Ther*, 77:132-144.
80. Hodges P.W., and Richardson C.A. (1997). Feed-forward contraction of transversus abdominis is not influenced by the direction of arm movement. *Exp. Brain Res*, 114:362-370.
81. McCurdy K.W., Langford G.A., Doscher M.W., Wiley L.P., and Mallard K.G. (2005). The effects of short-term unilateral and bilateral lower-body resistance training on measures of strength and power. *J Strength Cond Res*, 19:9-15.

82. ScHibek J.S., GusKiEicz K.M., Prentice W.E., Mays S., and Davis J.M. (2001).  
The effect of core stabilization training on functional performance in swimming.  
Master's thesis, University of North Carolina, Chapel Hill.
83. Willardson J. (2007). National Strength and Conditioning Association hot topic series: Unstable resistance exercises. Available at: <http://www.nasca-lift>. Accessed: June 14.
84. Yessis M. (2003). Using free weights for stability training. *Fit. Manage*, 26-28 November.
85. Gretchen D. O., Dwelly P. M., Sarantis N. D., Helmer R. A. H. And Bonacci J. A. (2010). Muscle Activation of Different Core Muscles Excercises. *J Strength Cond Res*, Nov;24(11):3069-74.
86. Anderson K.G., and Behm. D.G. (2004). Maintenance of EMG activity and loss of force output with instability. *J Strength Cond Res*, 18:637-640.
87. Behm D.G., Leonard A.M., Young W.B., Bonsey A.C., and Mackinnon S.N. (2005). Trunk muscle electromyographic activity with unstable and unilateral exercises. *J Strength Cond Res*, 19:193-201.
88. Vera-Garcia F.J., Grenier S.G., and McGill S.M. (2000). Abdominal muscle response during curl-ups on both stable and labile surfaces. *Phys Ther*, 80:564-569.
89. Willardson J.M.( 2004). The effectiveness of resistance exercises performed on unstable equipment. *J Strength Cond Res*, 26(3):70-74.
90. Willardson J.M. (2007). Core Stability Training: Applications to sports conditioning programs. *J Strength Cond Res*, 21(3), 979-985.
91. Caraffa A., Cerulli G., Progetti M., Aisa G. And Rizzu A. (1996). Prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer: A prospective controlled study of proprioceptive training. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 4:19-21.
92. Fitzgerald G.K., Ake M.J., and Snyder- Mackler L. (2000). The efficacy of perturbation training in nonoperative anterior cruciate ligament rehabilitation programs for physically active individuals. *Phys Ther*, 80:128- 140.

93. Myer G.D., Ford K.R., and Hewett T.E. (2004). Methodological approaches and rationale for training to prevent anterior cruciate ligament injuries in female athletes. *Scand J Med Sci Sports*, 14:275-285.
94. Myklebust G., Engebresten L., Braekken I.H., Skjolberg A. SKJOLBERG, Olsen O.E., and Bahr R. (2003). Prevention of anterior cruciate ligament injuries in female team handball players: A prospective treatment study over three seasons. *Clin J Sport Med*, 13:71-78.
95. Paterno M.V., Myer G.D., Ford K.R., and Hewett T.E. (2004). Neuromuscular training improves single-limb stability in young female athletes. *J Orthop Sports Phys Ther*, 34:305-316.
96. Wedderkopp N., Kalltoft M., Lundgaard B., Rosendahl M., and Froberg K. (1999). Prevention of injuries in young female players in European team handball: A prospective treatment study. *Scand J Med Sci Sports*, 9:41-47.
97. Stanton R., Reaburn P.R., and Humphries B. (2004). The effect of short-term Swiss ball training on core stability and running economy. *J Strength Cond Res*, 18:522- 528.
98. Leetun D.T., Ireland M.L., Wilson J.D., Ballantyne B.T., and Davis I.M. (2004). Core stability measures as risk factors for lower extremity injuries in athletes. *Med Sci Sports Exerc*, 36: 926-934.
99. Turnagöl H. (1994). Voleybolda Enerji Sistemleri. *Hacettepe Üniversitesi Voleybol Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2:34-37.
100. Abreu T., Almeida D., Soares E.A. (2003). Nutritional and Anthropometric Profile of Adolescent Volleyball Athletes. *Rev. Bras. Med. Esporte*, Vol.(9)- 4; 198- 203.
101. Uluöz Eren. (2007). 16-22 Yaş Bayan Voleybol Oyuncularında Hipermobilité ve Bazı Antropometrik Özellikler İle Yaralanma Durumları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi.
102. Schafle MD. (1993). Common injuries in volleyball. Treatment, prevention and rehabilitation. *Sports Med*, 16:126-129.

103. Augustsson SR, Augustsson J, Thomee R, Svantesson U. (2006). Injuries and preventive actions in elite Swedish volleyball. *Scand J Med Sci Sports*, 16:433-440.
104. Verhagen EA, Van der Beek AJ, Bouter LM, Bahr RM, Van Mechelen W. (2004). A one season prospective cohort study of volleyball injuries. *Br J Sports Med*, 38:477-481. <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2003.005785>.
105. Reeser JC, Verhagen E, Briner WW, Askeland TI, Bahr R. (2006). Strategies for the prevention of volleyball related injuries. *Br J Sports Med*, 40:594-600.
106. Stasinopoulos D. (2004). Comparison of three preventive methods in order to reduce the incidence of ankle inversion sprains among female volleyball players. *Br J Sports Med*, 38:182-185.
107. Verhagen E, van der Beek A, Twisk J, Bouter L, Bahr R, van Mechelen W. (2004). The effect of a proprioceptive balance board training program for the prevention of ankle sprains: a prospective controlled trial. *Am J Sports Med*, 32: 1385-1393.
108. Bahr R, Lian O, Bahr I.A. (1997). A twofold reduction in the incidence of acute ankle sprains in volleyball after the introduction of an injury prevention program: a prospective cohort study. *Scand J Med Sci Sports*, 7:172-177.
109. Ivins D. (2006). Acute ankle sprain: an update. *Am Fam Physician*, 74:1714-1720.
110. Osborne M.D., Rizzo T.D. (2003). Prevention and treatment of ankle sprain in athletes. *Sports Med*;33:1145-1150.
111. McKeon P.O., Mattacola C.G. (2008). Interventions for the prevention of first time and recurrent ankle sprains. *Clin Sports Med*, 27:371-382.
112. Swenson D.M., Yard E.E., Fields S.K., Comstock R.D. (2009). Patterns of recurrent injuries among US high school athletes, 2005-2008. *Am J Sports Med*, 37:1586-1593.

113. Pollard K. A., Shields B. J. and Smith G.A. (2011). Pediatric Volleyball-Related Injuries Treated in US Emergency Departments, 1990-2009 *Clin Pediatr, Sep*;50: 844- 52.
114. Myer G.D. , Ford K.R., Best T.M., Bergeron M.F., Hewett T.E. (2011). When to Initiate Integrative Neuromuscular Training to Reduce Sports-Related Injuries and Enhance Health in Youth *Curr Sports Med Rep*, May-Jun;10(3): 155-66.
115. Nader P, Bradley R, Houts R, ve diğ erleri. (2008). Moderate to vigorous physical activity from ages 9 to 15 years. *JAMA*, 300:295- 305.
116. Nyberg G, Nordenfelt A, Ekelund U, Marcus C. (2009). Physical activity patterns measured by accelerometry in 6- to 10-yr-old children. *Med Sci Sports Exer*, 41:1842- 48.
117. Ford K.R., Myer G.D., Hewett T.E. (2011). Longitudinally decreased knee abduction and increased hamstrings strength in females with that selfreported resistance training. Accepted to American College of Sports Medicine Annual Meeting. Denver, Colorado.
118. Behm D.G., Faigenbaum A.D., Falk B, Klentrou P. (2008). Canadian Society for Exercise Physiology position paper: resistance training in children and adolescents. *Appl Physiol Nutr Metab*, 33:547-61.
119. Faigenbaum A.D., Kraemer W.J., Blimkie C.J., ve diğ erleri. (2009). Youth resistance training: updated position statement paper from the national strength and conditioning association. *J Strength Cond Res*, 23:S60- 79.
120. Myer G.D., Ford K.R., Brent J.L., Hewett T.E. (2006). The effects of plyometric versus dynamic balance training on power, balance and landing force in female athletes. *J Strength Cond Res* 20:345- 53.
121. Myer G.D., Ford K.R., Palumbo J.P., Hewett T.E. (2005). Neuromuscular training improves performance and lower-extremity biomechanics in female athletes. *J. Strength Cond Res*, 19:51- 60.
122. Balyi I, Hamilton A. (1998). The concept and practice of long-term athlete development in volleyball. *Volleyball Conditioning*, 6:6-9.

123. Katic R, Grgantov Z, Jurko D. (2006). Motor structures in female volleyball players aged 14-17 according to technique quality and performance. *Coll Antropol*, 30:103-112.
124. Hewett T.E., Myer G.D., Ford K.R., ve diğeri. (2005). Biomechanical measures of Neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. *Am J Sports Med*, 33:492-501. <http://dx.doi.org/10.1177/0363546504269591>.
125. Eddy D, Congeni J, Loud K. (2005). A review of spine injuries and return to play. *Clin J Sport Med*, 15:453-458.
126. Kinzey S.J., Armstrong C.W. (1998). The reliability of the star-excursion test in assessing dynamic balance. *J Orthop Sports Phys Ther*, 27:356-60.
127. Olmsted L.C., Carcia C.R., Hertel J, Shultz S.J. (2002). Efficacy of the star excursion balance tests in detecting reach deficits in subjects with chronic ankle instability. *J Athl Train*, 37:501-6.
128. Earl J.E., Hertel J. (2001). Lower-extremity muscle activation during the star excursion balance tests. *J Sport Rehabil*, 10:93-104.
129. Hale S.A, Hertel J, Olmsted-Kramer L.C. (2007). The effect of a 4-week comprehensive rehabilitation program on postural control and lower extremity function in individuals with chronic ankle instability. *J Orthop Sports Phys Ther*, 37:303-311. <http://dx.doi.org/10.2519/jospt.2007.2322>.
130. McKeon P.O., Ingersoll C.D., Kerrigan D.C., Saliba E, Bennett B.C., Hertel J. (2008). Balance training improves function and postural control in those with chronic ankle instability. *Med Sci Sports Exerc*, 40:1810-1819. <http://dx.doi.org/10.1249/MSS.0b013e31817e0f92>.
131. Plisky P.J., Rauh M.J., Kaminski T.W., Underwood F.B. (2006). Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *J Orthop Sports Phys Ther*, 36:911-919. <http://dx.doi.org/10.2519/jospt.2244>.

132. Plisky P.J., Gorman P.P., Kiesel K.B., Butler R.J., Rauh M.J. (2009). Comparison of performance on the star excursion balance test by sport, competition level, and gender [abstract]. *J Orthop Sports Phys Ther*, 39:A111.
133. Hewett T.E., T.N. Lindenfeld, J.V. Riccobene, and F.R. Noyes. (1999). The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes. A prospective study. *Am. J. Sports Med*, 27:699- 706.
134. Noyes F.R., Barber-Westin S.D., Smith S.T., and Campbell T. (2011). A training program to improve neuromuscular indices in female high school volleyball players. *J Strength Cond Res*, 25(8): 2151–2160.
135. Nadler S.F., Malanga G.A., DePrince M., Stitick T.P., Feinberg J.H. (2000). The relationship between lower extremity injury, low back pain and hip muscle strength in male and female collegiate athletes. *Clin J Sport Med*, 10: 89- 97.
136. Irelan M.L., Wilson J.D., Ballantyne B.T., Davis I.M. (2003). Hip strength in females with and without patellofemoral pain. *J Orthop Sports Phys Ther*, 33: 671- 676.
137. Nadler S.F., Malanga G.A., Feinberg J.H., Prybicien M., Stitick T.P., DePrince M. (2001). The Relationship between hip muscle imbalance and occurrence of low back pain in collegiate athletes: a prospective study. *Am J Phys Med Rehabil*, 80:572- 577.
138. Montgomery W.H., Pink M.P. (1994). Electromyographic analysis of hip and knee musculature during running. *Am J Sports Med*, 22: 272- 278.
139. Latimer J, Maher C.G., Refshauge K, Colaco I. (1999). The reliability and validity of the Biering- Sorenson test in asymptomatic subjects reporting current or previous nonspecific low back pain. *Spine*, 24; 2085- 2090.
140. Kloubec J. A. (2010). Pilates for improvement of muscle endurance, flexibility, balance, and posture. *J Strength Cond Res*, 24(3): 661- 667.
141. Carpes F.P., Reinehr F. B. , Mota C. B. (t. y.). Effects of core strengthening on low back pain body balance.

142. Barr K.P., Griggs M, Cadby T. (2007). Lumbar stabilization: a review of core concepts and current literature, part 2. *Am J Phys Med Rehabil*, 86(6): 72- 80.
143. LaBella C.R. , Huxford M. R. , Smith T. L. , Cartland J. (2009). Preseason neuromuscular exercise program reduces sports-related knee pain in female adolescent athletes. *Clin Pediatr*, 48(3):327-30.
144. Ekstrom R.A., Donatelli R.A., Carp C.K. (2007). Electromyographic analysis of core, trunk, hip and thigh muscles during 9 rehabilitation exercises. *J Orthop Sports Phys Ther*, 37(17): 754- 762.
145. Cressey, EM, West, CA, Tiberio, DP, Kraemer, WJ, and Maresch, CM. (2007). The effects of ten weeks of lower-body unstable surface training on markers of athletic performance. *J Strength Cond Res*, 21: 561–567.
146. Gretchen D.O. and Di Brezzo, R. (2009). Functional balance training in collegiate women athletes. *J Strength Cond Res*, 23(7): 2124– 2129.
147. Cosio-Lima L.M., Reynolds K.L., Winter C., Paolone V., and M. Jones T. (2003). Effects of physioball and conventional floor exercise on early phase adaptations in back and abdominal core stability and balance in women. *J Strength Cond Res*, 17:721-725.
148. Yaggie J.A., and Campbell B.M. (2006). Effects of balance training on selected skills. *J Strength Cond Res*, 20:422-428.
149. Behm D.G., Wahl M.J. ,Button D.C., Power K.E., and Anderson K.G. (2005). Relationship between hockey skating speed and selected performance measures. *J Strength Cond Res*, 19:326-331.