



**T.C.
YALOVA ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**HAREKET VE ANTRENMAN ANABİLİM DALI
HAREKET VE ANTRENMAN BİLİM DALI**

**MASA TENİSİ SPORCULARINDA CORE STABİLİZASYON EGZERSİZLERİNİN
DİNAMİK DENGE VE AYAK PLANTAR BASINCI ÜZERİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ABDULLAH KABASAKAL

DANIŞMAN: PROF. DR. BURÇAK KESKİN

**YALOVA
TEMMUZ 2025**



T.C.
YALOVA ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

HAREKET VE ANTRENMAN ANABİLİM DALI
HAREKET VE ANTRENMAN BİLİM DALI

MASA TENİSİ SPORCULARINDA CORE STABİLİZASYON EGZERSİZLERİNİN
DİNAMİK DENGE VE AYAK PLANTAR BASINCI ÜZERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ABDULLAH KABASAKAL
238131020

DANIŞMAN: PROF. DR. BURÇAK KESKİN

YALOVA
TEMMUZ 2025

ETİK BEYAN

Yalova Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım "Masa Tenisi Sporcularında Core Stabilizasyon Egzersizlerinin Dinamik Denge ve Ayak Plantar Basıncı Üzerine Etkisi" başlıklı bu tez çalışmada; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir, aksinin tespiti halinde doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi taahhüt ve beyan ederim.

Abdullah KABASAKAL



ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez danışmanım olan, akademik bilgi ve deneyimleriyle katkı sağlayan değerli hocam Prof. Dr. Burçak KESKİN'e; cihaz desteği sağlayan Analiz Sistem şirketine ve Mustafa AYPOLAT'a; katılımcı bulmamda yardımcı olan Masa Tenisi Antrenörleri Bayram Ali YILMAZ ve Kadri KOCACENK'e ve Çiğdem KÖSE'ye teşekkür ederim.

Hayatımın her anında yanımda olan, sabrıyla, sevgisiyle ve sonsuz desteğiyle beni güçlü kılan can yoldaşım, sevgili eşim Sema ARSLAN KABASAKAL'a en derin teşekkürlerimi ve minnetimi sunuyorum...

Temmuz- 2025

Abdullah KABASAKAL



İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN	i
ÖNSÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	v
TABLolar LİSTESİ	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
ÖZET.....	viii
ABSTRACT	ix
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Core bölgesi	3
2.1.1. Core bölgesi anatomisi.....	3
2.1.2. Core stabilizasyon.....	6
2.1.3. Core stabilizasyon egzersizleri	8
2.1.4. Çocuk sporcularda core stabilizasyon egzersizlerinin önemi	9
2.2. Denge.....	9
2.2.1. Statik denge.....	10
2.2.2. Dinamik denge	11
2.2.3. Çocuklarda dengenin gelişimi.....	12
2.2.4. Sporda dengenin önemi.....	13
2.3. Ayak.....	13
2.3.1. Ayak anatomisi	13
2.3.1.1. Tarsal kemikler	14
2.3.1.2. Metatarsal kemikler	14
2.3.1.3. Falanks (Phalanx) kemikleri	15
2.3.2. Ayak bileği kinesiyojisi	15
2.3.3. Ayağın arkları	15
2.3.4. Ayak ve ayak bileği biyomekaniği	16
2.3.5. Ayağın dengedeki rolü.....	16
2.3.6. Plantar basınç analizi sistemleri.....	17
2.4. Masa Tenisi.....	17
2.4.1. Masa tenisinde biyomekanik.....	19
2.4.2. Masa tenisinde plantar basınç	20
2.4.3. Masa tenisinde ayak tabanı analizi ve dengeye ilişkin biyomekanik yaklaşım	21

3. YÖNTEM.....	24
3.1. Çalışma Grubu	24
3.1.1. Katılımcıların araştırmaya dahil edilme kriterleri.....	24
3.1.2. Katılımcıların araştırmadan çıkarılma kriterleri	24
3.2. Verilerin Toplanması.....	24
3.2.1. Statik plantar basınç analizi	24
3.2.2. Y denge testi	25
3.2.3. Uygulanan core stabilizasyon antrenmanı protokolü.....	26
3.3. İstatistiksel Analiz	33
4. BULGULAR	34
4.1. Katılımcıların Demografik Verilerine İlişkin Bulgular	34
4.2. Verilerin Normallik Analizine İlişkin Bulgular.....	34
4.3. YDT Kompozit Skoru Değişimine İlişkin Bulgular.....	37
4.4. Sağ ve Sol Ayak Plantar Basınç Yüzde Değerlerine İlişkin Bulgular.....	37
4.5. Sağ ve Sol Ayak Yüzey Alanı Değerlerine İlişkin Bulgular	38
4.6. Sağ ve Sol Ayak Toplam Ortalama Plantar Basınç Değerlerine İlişkin Bulgular.....	38
5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER.....	42
5.1. Sonuç ve Öneriler	44
KAYNAKLAR.....	46
ÖZGEÇMİŞ	58

KISALTMALAR LİSTESİ

Cm	: Santimetre
Kg	: Kilogram
N	: Veri Sayısı, Örneklem/gruptaki örneklem sayısı
Ort.	: Ortalama
Os	: Osse (kemik)
S.d.	: Serbestlik derecesi
S.s.	: Standart sapma



TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. Core kaslarının sınıflandırılması.....	4
Tablo 2.2. Lokal ve global kasların özellikleri.....	5
Tablo 4.1. Katılımcıların demografik verilerine ilişkin frekans bulguları	34
Tablo 4.2. Katılımcıların demografik verilerine ilişkin tanımlayıcı bulguları	34
Tablo 4.3. Verilerin normallik analizi sonuçları	35
Tablo 4.4. Grup içi ön ve son test YDT kompozit skorlarının karşılaştırılması	37
Tablo 4.5. Gruplar arası son test YDT kompozit skorlarının karşılaştırılması	37
Tablo 4.6. Grup içi ayağın ön ve son test plantar basınç yüzde değerlerinin karşılaştırılması	38
Tablo 4.7. Gruplar arası ayağın ön ve son test plantar basınç yüzde değerlerinin karşılaştırılması	39
Tablo 4.8. Grup içi ayağın ön ve son test yüzey alanı değerlerinin karşılaştırılması.....	39
Tablo 4.9. Gruplar arası ayağın ön ve son test yüzey alanı değerlerinin karşılaştırılması.....	40
Tablo 4.10. Grup içi ayağın ön ve son test TOPBD karşılaştırılması	40
Tablo 4.11. Gruplar arası ayağın ön ve son test TOPBD karşılaştırılması	41

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Anterior ve lateralde bulunan core kasları	4
Şekil 2.2. Posteriorda bulunan core kasları	5
Şekil 3.1. Çalışmada kullanılmış olan plantar basınç analiz sistemi.....	25
Şekil 3.2. Y denge testi görseli.....	26
Şekil 3.3. 1a Egzersiz görseli	27
Şekil 3.4. 1b Egzersiz görseli	27
Şekil 3.5. 1c Egzersiz görseli	28
Şekil 3.6. 3a Egzersiz görseli	28
Şekil 3.7. 3b Egzersiz görseli	29
Şekil 3.8. 3c Egzersiz görseli	29
Şekil 3.9. 5a Egzersiz görseli	30
Şekil 3.10. 5b Egzersiz görseli	30
Şekil 3.11. 5c Egzersiz görseli	31
Şekil 3.12. 7a Egzersiz görseli	32
Şekil 3.13. 7b Egzersiz görseli	32
Şekil 3.14. 7c Egzersiz görseli	32

MASA TENİSİ SPORCULARINDA CORE STABİLİZASYON EGZERSİZLERİNİN DİNAMİK DENGE VE AYAK PLANTAR BASINCI ÜZERİNE ETKİSİ

ÖZET

Bu çalışmanın amacı masa tenisi sporcularında core stabilizasyon egzersizlerinin dinamik denge ayak plantar basıncı parametreleri üzerine etkisini belirlemektir. Çalışmaya yaş ortalaması $11,25 \pm 1,54$ olan en az iki yıldır masa tenisi branşını lisanslı olarak sürdüren müsabık ve haftanın en az 6 günü antrenman yapan 24 sporcu dahil edilmiştir. Katılımcılar randomize bir şekilde egzersiz grubu ($n=12$) ve kontrol grubu ($n=12$) olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Egzersiz grubunda bulunan katılımcılara haftanın üç günü olmak üzere sekiz hafta boyunca core stabilizasyon egzersizleri uygulanırken, kontrol grubuna herhangi bir müdahalede bulunulmamıştır. Tüm katılımcılara sekiz haftalık egzersizler öncesinde ve sonrasında Y denge testi (YDT) uygulanmış ve ayak plantar basınç ölçümleri alınmıştır. Verilerin analizinde tanımlayıcı istatistikler, Kolmogorov-Smirnov testi, Shapiro-Wilk testi, çarpıklık ve basıklık değerleri, Bağımlı Örneklem t testi ve Bağımsız Örneklem t testi kullanılmıştır. İstatistiksel olarak anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir. Tez bulguları kapsamında egzersiz grubunda sağ ve sol bacak YDT kompozit skorlarında anlamlı düzeyde artış bulunurken ($p < 0,05$), kontrol grubunda anlamlı bir değişikliğe rastlanmamıştır ($p > 0,05$). Katılımcıların core stabilizasyon egzersizleri sonrasında ayak plantar basınç yüzdesi ve ayak yüzey alanlarında istatistiksel düzeyde anlamlı bir değişim görülmemiştir ($p > 0,05$). Bunların yanı sıra egzersiz grubunda sol ayakta, sağ ayakta ve sağ arka ayakta toplam ortalama plantar basınç değerlerinde (TOPBD) egzersizler sonrasında anlamlı düzeyde azalma olduğu gözlenmiştir ($p < 0,05$), kontrol grubunda ise istatistiksel olarak anlamlı bir değişikliğe rastlanmamıştır ($p > 0,05$). Aynı zamanda egzersiz grubunda kontrol grubuna göre sol arka ayağın ön test TOPBD’da anlamlı farklılığa rastlanmış ($p < 0,05$) ancak son testlerde bu farklılık ortadan kalkmıştır ($p > 0,05$). Sonuç olarak core stabilizasyon egzersizleri masa tenisi sporcularında dinamik dengeyi artırmaktadır. Ayak plantar basınç yüzdeleri ve ayak yüzey alanı üzerine kısa vadede etkisi bulunmamakla birlikte plantar basınç dağılımını daha dengeli hale getirmeye yardımcı olabilir. Masa tenisi sporcularında core stabilizasyon egzersizleri dengenin geliştirilmesi ve ayak plantar basıncının daha dengeli hale gelmesi için tercih edilebilir.

Anahtar Kelimeler Masa tenisi, Core stabilizasyon, Denge, Plantar basınç, Egzersiz

EFFECTS OF CORE STABILIZATION EXERCISES ON DYNAMIC BALANCE AND FOOT PLANTAR PRESSURE IN TABLE TENNIS ATHLETES

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the effects of core stabilization exercises on dynamic balance and plantar pressure parameters in table tennis athletes. A total of 24 competitive athletes (mean age = 11.25 ± 1.54 years), who had been licensed in table tennis for at least two years and trained at least six days a week, were included in the study. Participants were randomly assigned to either an exercise group ($n = 12$) or a control group ($n = 12$). The exercise group underwent a core stabilization training program three times a week for eight weeks, while the control group received no intervention. All participants were assessed before and after the eight-week intervention using the Y Balance Test (YBT) and plantar pressure measurements. Data analysis included descriptive statistics, Kolmogorov-Smirnov and Shapiro-Wilk tests, skewness and kurtosis values, paired sample t-test, and independent sample t-test. The significance level was set at $p < 0.05$. The findings revealed a statistically significant improvement in composite YBT scores for both the right and left legs in the exercise group ($p < 0.05$), whereas no significant changes were observed in the control group ($p > 0.05$). Although no significant differences were found in plantar pressure percentages or foot surface area following the intervention ($p > 0.05$), a significant decrease in total average plantar pressure values (TAPPV) was observed in the left foot, right foot, and right rearfoot of the exercise group ($p < 0.05$). No significant changes were observed in the control group ($p > 0.05$). Additionally, a significant difference was found in pre-test TAPPV of the left rearfoot between the exercise and control groups ($p < 0.05$), which was no longer present in the post-test ($p > 0.05$). In conclusion, core stabilization exercises improve dynamic balance in table tennis athletes. Although short-term effects on plantar pressure percentages and foot surface area were not evident, the exercises may contribute to a more balanced plantar pressure distribution. Therefore, core stabilization training can be considered a beneficial approach for enhancing balance and promoting plantar pressure symmetry in table tennis players.

Keywords: Table tennis, Core stabilization, Balance, Plantar pressure, Exercise

1. GİRİŞ

Raket sporlarında, oyuncuların tepki vermek, hareket etmek ve dinlenmek için süreleri oldukça kısıtlıdır (Morel ve Zagatto, 2008). Bu tür sporlarda çeviklik, kuvvet, reaksiyon hızı, patlayıcı güç, görsel koordinasyon, hız ve denge hareketleri maç performansı ile yüksek oranda ilişkili görülmektedir (Kovacs, 2007). Bir raket sporu olan masa tenisi hızın, reflekslerin, anlık kararların ve tekniğin yönetiminin önemli olduğu karmaşık bir spordur. Masa tenisinde oyuna hem gövde hem de ekstremitelerin kullanımıyla aktif katılım gösterilmesi gerekmektedir (Li ve diğ., 2021). Bilek, dirsek, omuz, gövde rotasyonu ve alt ekstremitelerin diz fleksiyon pozisyonundayken yer değiştirmesi spor sırasında sürekli yapılan bir harekettir (Ebadi ve Günay, 2018). Masa tenisi branşında sporcularda, gövdenin fleksiyonu ve omuzların protraksiyonu ile dizlerin bükülerek, vücut ağırlığının parmak uçlarına aktarıldığı bir pozisyon gözlenir. Artmış bir fleksiyona dayalı bu vücut postürü, omurgada fazla yüklenmelere sebep olabilir. Sporcuların ayrıca antrenman boyunca güç kullanmaları ve tekrarlayan manevralar yapmaları gerekmektedir (Li ve diğ., 2021). Masa tenisi tek el ile oynanan bir spor olduğu için, vücudun bir tarafı baskın olarak kullanılarak bu bölgeye daha fazla yük verilir ve böylece sağ ve sol tarafın biyomekaniğinde asimetriye sebep olur. Bu durum çoğu zaman denge kayıplarına ve ayak basma fazında bozukluğa neden olduğu gibi performansı da olumsuz etkileyebilir.

Masa tenisi branşı yüksek mutlak güce ihtiyaç duymayan hızlı, teknik ve taktik yetenek gerektiren bireysel bir spordur. Branş kapsamındaki teknik gerektiren hareketlerin dengesinin korunması ve desteklenmesi için güçlü core stabilizasyona ihtiyaç duyulur. Core gücünün iyi olması doğru vücut postüründe hareketlerin gerçekleştirilmesini sağlar (Meng ve Bu, 2022).

Fizyolojik ve biyomekanik olarak iyi bir postür, minimum çaba harcayarak vücutta maksimum yeterlilik sağlar. Bu postürde vücudun görünüşü, duruş ve dengesi iyidir, eklemler daha az zorlanır, organlar düzgün çalışabilir ve kişi kendini yormadan bu postürü alabilir (Otman ve diğ., 1995). Standart postürde, vertebralar ve kostalar normal eğriliklerinde ve açılarında, alt ekstremita kemikleri ise, ağırlık taşımada ideal bir duruş ve düzgünlükte olmalıdır. Hareket yapmak için de hareketi devam ettirmek için de olsa gerekenden fazla kasılma olduğunda hem hareketin hem de postürün yetersizliğine sebep olur ve gereksiz enerji harcanması oluşur (Arslan Kabasakal, 2023). Core ve sırt bölgesindeki kasların zayıflığı ve ayak basma fazındaki hatalar postürel bozukluklara ve sportif yaralanmaların oluşmasına neden olan önemli etkenler arasında yer alır (Kibler, 2006; Zazulak ve diğ., 2007; Gribble ve diğ., 2012).

Mevcut literatürde masa tenisi sporcularında core stabilizasyon egzersizlerinin denge ve plantar basınç üzerindeki etkilerini doğrudan inceleyen çalışmalar oldukça sınırlıdır. Literatür incelendiğinde masa tenisi ile yapılan çalışmalarda core stabilizasyon egzersizleri masa tenisçilerde dinamik denge ve fiziksel değişkenlerin gelişimini sağladığı bulunmuştur (Hamed Abdelmagid Abdelkhalek, 2022; Barrio ve diğ., 2022). Ancak core stabilizasyon egzersizlerinin masa tenis sporcularında ayak plantar basınç parametreleri üzerine etkisini inceleyen çalışmaya rastlanmamıştır. Bu kapsamda bu tez çalışmasında masa tenisi sporcularında core stabilizasyon egzersizlerinin dinamik denge ve plantar basınç üzerine etkisinin değerlendirilen nadir çalışmalardandır. Bu sebeple masa tenisi sporcularının core stabilitesinin, dinamik denge ve ayak basıncına etkisinin incelenmesi alan için değerli bir çalışma olacaktır. Bu tez çalışması ile masa tenisi oynayan sporcularına 8 hafta boyunca uygulanan core stabilizasyon egzersizlerinin dinamik denge ve ayak plantar basıncına etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma, dinamik denge ve ayak tabanı basınç dağılımı gibi performansla ilişkili önemli parametreleri değerlendirerek, core stabilizasyonun bu alanlardaki katkısını ortaya koymayı hedeflemektedir. Dolayısıyla hem performans gelişimi hem de sakatlanma riskinin azaltılması açısından önemli uygulama sonuçları sunabilir. Tez kapsamında ele alınan hipotezler aşağıda yer almaktadır:

H1: Core stabilizasyon egzersizleri, masa tenisi sporcularının dinamik denge düzeylerinde anlamlı bir artış sağlar.

H2: Core stabilizasyon egzersizleri, sporcuların plantar basınç dağılımını olumlu yönde değiştirir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Core bölgesi

"Core" terimi “merkez” veya “çekirdek” anlamına gelmekte olup, literatürde vücudun merkezini oluşturan ve omurga, pelvis, kalça çevresindeki kas, iskelet, sinir ve bağ dokularını kapsayan bir bölgeyi tanımlamak için kullanılmaktadır (Behm ve diğ., 2010; Lehman, 2006; McGill, 2001; Tang ve Gao, 2014). Bu bölge anatomik olarak lumbopelvik kompleks şeklinde ifade edilmekte olup, abdominal, paraspinal ve gluteal kasların koordineli çalışması ile gövde stabilizasyonunu sağlamakta ve spinal kolonun korunmasına katkıda bulunmaktadır (Akuthota ve Nadler, 2004; Leetun ve diğ., 2004). Core bölgesi, pasif ya da aktif haldeyken omurganın dengelenmesini sağlayan bir destekleyici korse gibi görev yaparak, kuvvetin alt ve üst ekstremitelere verimli bir şekilde aktarılmasını sağlar (Leetun ve diğ., 2004; Akuthota ve Nadler, 2004). Fonksiyonel kinetik zincirin merkezini oluşturan bu bölge, tüm ektremite hareketlerinin motoru ve güç evi olarak kabul edilerek, hızlanma, yavaşlama, denge ve stabilizasyon gibi atletik performans unsurlarında kilit bir rol üstlenmektedir (Akuthota ve Nadler, 2004; Akuthota ve diğ., 2008). Core kaslarının zayıf olması durumunda, omurganın stabilitesi bozulabilmekte ve bu durum, performans kayıplarının yanı sıra birçok sağlık problemine yol açabilmektedir (Crisco ve diğ., 1992; Akuthota ve diğ., 2008). Bu nedenle, bu kompleks yapının etkin çalışmasını hedefleyen egzersiz planlamalarının yapılabilmesi için, core bölgesinin hem anatomik hem de fonksiyonel açıdan doğru şekilde tanımlanması büyük önem taşımaktadır (Akuthota ve Nadler, 2004; Akuthota ve diğ., 2008).

2.1.1. Core bölgesi anatomisi

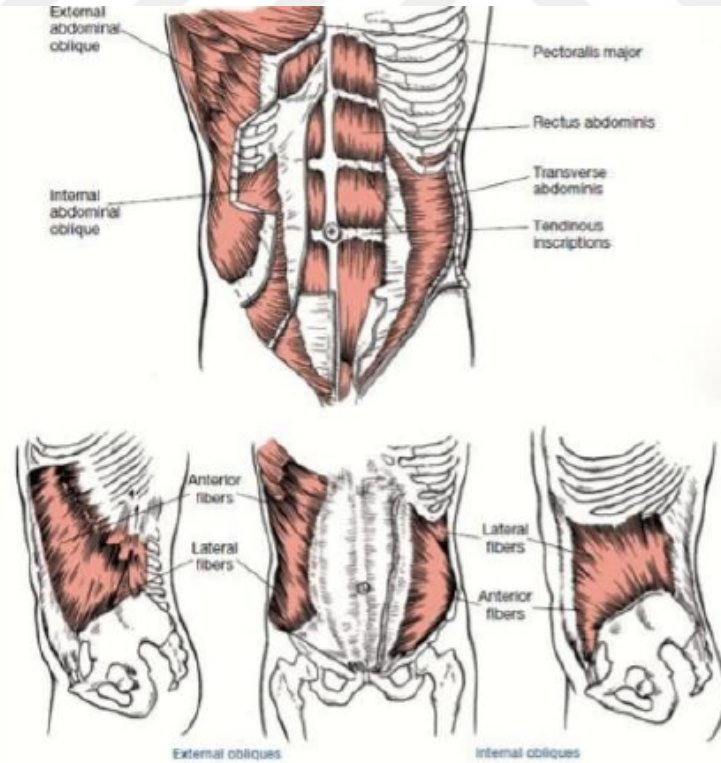
Core bölgesi, günlük yaşam aktivitelerinde omurganın stabilitesini sağlamak için iş birliği içinde çalışan kaslar, bağ dokuları ve fasiyal tabakalardan oluşan karmaşık bir yapıdır. Bergmark'ın (1989) tanımına göre, core kasları işlevlerine göre iki ana gruba ayrılır: lokal stabilizatörler ve global stabilizatörler (Tablo 2.1). Lokal stabilizatörler, düşük kuvvet üretme kapasitesine sahip, derin yerleşimli kaslardır ve omurga segmentleri arasındaki intersegmental stabilitenin korunmasında rol oynarlar. Buna karşılık, global stabilizatörler daha yüzeysel yerleşimli olup birden fazla vertebra boyunca etki göstererek gövde hareketlerinde büyük kuvvetler üretirler.

Core yapısı, genellikle bir “kutu” şeklinde tanımlanır ve bu kutunun ön bölümünü rektus abdominis, transversus abdominis, internal ve external oblikler gibi abdominal kaslar oluşturur

(Şekil 2.1). Bu kaslar hem gövde hareketlerine katkı sağlar hem de intraabdominal basıncı artırarak omurga stabilitesine destek olur. Özellikle transversus abdominis, omurga segmentlerine rijitlik kazandırma özelliği ile son yıllarda dikkat çekmektedir (Richardson ve diğ., 2002). Araştırmalar, bu kasın, ekstremit hareketlerinden önce aktif hale geldiğini ancak bel ağrısı geçmişi olan bireylerde bu aktivasyonun geciktiğini göstermektedir (Hodges, 2003). Transversus abdominis'in torakolomber fasya üzerindeki gerilimi artırarak spinal stabiliteye katkıda bulunduğu düşünülmektedir (Kibler ve diğ., 2006).

Tablo 2.1. Core kaslarının sınıflandırılması (Bergmark, 1988)

Lokal Stabilizatörler (Stabilizasyon Sistemi)		Global Stabilizatörler (Hareket Sistemi)
Birincil Kaslar	İkincil Kaslar	
Multifidus	İnternal Oblik	Rectus Abdominus
Transversus Abdominis	Eksternal Oblik'in Medial Fibrilleri	Eksternal Oblik'in Lateral Fibrilleri
	Quadratus Lumborum	Psoas Majör
	Pelvic taban kasları	Erectör Spina
	Diafram kası	İlliocostalis (toraks kısmı)
	İlliocostalis-Lognissimus (lumbar kısmı)	



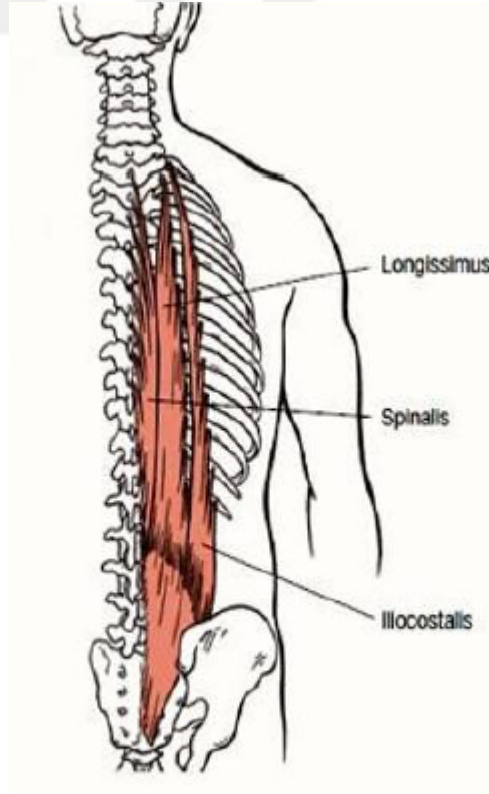
Şekil 2.1. Anterior ve lateralde bulunan core kasları

Lokal ve global kasların işlevsel özellikleri farklılık gösterir. Lokal stabilizatörler genellikle daha yavaş kasılır, düşük dirençlerde aktive olur ve dayanıklılık açısından üstündür. Global stabilizatörler ise hızlı kasılır, yüksek dirençlerde aktive olur ve kuvvet üretimi açısından daha etkilidir. Lokal kaslar uzunluk değişimlerine daha duyarlıyken, global kaslar kuvvet gereksinimine göre aktive olur (Tablo 2.2)

Tablo 2.2. Lokal ve global kasların özellikleri (Farries ve Greenwood, 2007)

Lokal kaslar	Global kaslar
Derindir.	Yüzeyeldir.
Yavaş kasılmaktadır.	Hızlı kasılmaktadır
Dayanıklılık özelliği yüksektir.	Güç gerektiren durumlarda etkindir.
Çoğunlukla zayıftır.	Çoğunlukla kuvvetlidir.
Düşük direnç gerektiren durumlarda aktiftir.	Yüksek direnç gerektiren durumlarda aktiftir.

Core'un arka bölümünde ise erector spinae ve quadratus lumborum gibi global stabilizatörlerin yanında, multifidus ve transversospinalis gibi lokal kaslar yer alır (Şekil 2.2). Multifidus kası, omurgaya direkt bağlantısı ve segmental hareketleri kontrol etme kapasitesiyle öne çıkar. Van Dieën ve diğ. (2003), core stabilitesinin tek bir kasın işleviyle sağlanamayacağını, bunun yerine tüm core kaslarının koordineli aktivasyonunun önemli olduğunu belirtmişlerdir.



Şekil 2.2. Posteriorda bulunan core kasları

Quadratus lumborum kası da omurganın stabilitesine katkıda bulunan önemli bir kas olarak tanımlanır. Frontal düzlemde fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerinde denge sağladığı düşünülse de diğer yönlerdeki makaslama kuvvetlerine karşı da stabilizasyon sağlar (Kibler ve diğ., 2006).

Core kas sistemi, aynı zamanda üst ve alt sınırlarında yer alan diyafram ve pelvik taban kasları ile tamamlanır. Bu yapılar, abdominal kaslarla birlikte intraabdominal basıncı artırarak omurgayı stabilize eden silindirik bir yapı oluşturur ve yüklenme sırasında omurga üzerine binen stresi azaltır (Kibler ve diğ., 2006).

Kasların aktif stabilizasyonuna ek olarak, core bölgesinde pasif stabilite sağlayan bağ dokular da önemli rol oynar. Omurganın ön yüzeyinde yer alan anterior longitudinal ligament, hiperekstansiyona direnç gösterirken, daha ince ve zayıf olan posterior longitudinal ligament hiperfleksiyona karşı koruma sağlar. Ayrıca, vertebra laminalarını birbirine bağlayan ligamentum flavum, elastik yapısı sayesinde fleksiyon hareketleri sırasında gerilip geri dönebilen güçlü bir bağ dokusudur (Marieb, 2004).

2.1.2. Core stabilizasyon

Core stabilizasyon, gövdenin postüral bütünlüğünü koruyarak ekstremitelerine sağlam bir temel oluşturulmasını sağlayan, aktif, pasif ve nöral sistemlerin koordine çalışmasına dayalı nöromüsküler bir yetidir (Panjabi, 1992; Willson ve diğ., 2005; Kibler ve diğ., 2006). Stabilite, hareketin kısıtlanması değil; omurga ve çevresindeki yapıların fizyolojik sınırlar içinde kontrollü ve güvenli biçimde hareket etme kapasitesidir. Gövde stabilitesi, pozisyon değişiklikleri ve yüklenmelere karşı sürekli uyum içinde çalışarak omurganın bütünlüğünü korur ve kinetik zincirin sürekliliğini sağlar (Wilson ve diğ., 2005; Leetun ve diğ., 2004).

Core stabilizasyonu, kasların senkronize fonksiyonları aracılığıyla lumbopelvik-kalça kompleksinin ve omurganın stabil hale getirilmesi sürecidir (McGill, 2001; Colby ve Kisner, 2007). Bu sistem, üç temel bileşenden oluşur: pasif sistem (ligamentler, faset eklemler, eklem kapsülleri), aktif sistem (kaslar ve fasyalar) ve nöral sistem (proprioseptif geri bildirim ve motor kontrol mekanizmaları) (Panjabi, 1992). Pasif sistem, vertebranın nötral pozisyonundan sapmalar algılandığında sinir sistemine uyarı ileterek aktif kasların devreye girmesini sağlar (Benzel, 2011). Aktif sistem ise lokal (örneğin transversus abdominis, multifidus) ve global (örneğin rectus abdominis, erector spinae) kaslardan oluşur ve doğrudan stabilite üretiminden sorumludur (Lehman, 2006; Crisco ve diğ., 1992).

Nöral sistem, hem içsel (proprioepsiyon) hem de dışsal (perturbasyonlar) uyarılara yanıt vererek kasların zamanlamasını ve şiddetini düzenler. Bu süreç, ileri bildirim (feedforward) ve geri bildirim (feedback) mekanizmaları ile gerçekleşir (Borghuis ve diğ., 2008; Van Vliet ve Heneghan, 2006). İleri bildirim, motor sistemin önceden tahmin ettiği yüklenmelere göre kasları aktive etmesidir. Örneğin, transversus abdominis, gövdeye beklenmedik bir yük gelmeden önce aktive olan ilk kastır (Hodges ve Richardson, 1997; Cresswell ve diğ., 1994). Bu özelliğiyle transversus abdominis, core stabilizasyonun temel taşı olarak kabul edilmektedir (Cresswell ve Thorsstenson, 1994).

Core stabilizasyon, core kasların koordine aksiyonu ile üst ve alt ekstremiteler hareketlerinde atletik performans için sabit bir temel oluşturma becerisi olarak da tanımlanmaktadır (McGill ve Cholewicki, 2001; Wilson ve diğ., 2005). Bir başka tanıma göre ise core stabilizasyon, kuvvetin optimum üretimi, transferi ve kontrolüne izin verecek şekilde gövdenin pozisyon ve hareketini kontrol eden bir beceri olarak açıklanmaktadır (Kibler ve diğ., 2006). Bunun yanı sıra sensörimotor kontrol ile stabilizasyonun koordineli biçimde ilerlediği belirtilmektedir (Borghuis ve diğ., 2008)

McGill ve Cholewicki (2001), kas-iskelet sisteminin sertliğinin artırılmasıyla elastik potansiyel enerjinin arttığını ve bu durumun yapının daha stabil olmasına katkı sağladığını belirtmişlerdir. Leetun ve diğ. (2004) ise core stabilizasyonun, lumbopelvik-kalça kompleksinin motor kontrol ve kas kapasitesinin bir ürünü olduğunu savunur. Ayrıca multifidus ve rotatör kaslar gibi lokal kaslar, yüksek kas içiği içerikleri sayesinde proprioseptif sinyaller üreterek global kasların zamanında aktive olmasına yardımcı olur (Nitz ve Peck, 1986; McGill, 2001; Boyle, 2004).

Araştırmalar, core stabilizasyonun sportif performans üzerindeki etkilerini açıkça ortaya koymaktadır. İyi bir core stabilizasyon alt ve üst ekstremitelerin kuvvetinin artışı sağlamaktadır (Scibek, 1999; McCurdy ve diğ., 2005). Örneğin iyi gelişmiş bir core stabilitesi, beyzbol atıcısının kuvveti zeminden başlayarak alt ekstremiteler, gövde ve fırlatma koluna kadar etkin biçimde aktarmasına olanak tanır ve topun daha hızlı fırlatılmasını sağlar (Willardson, 2007). Bu da proksimal stabilitenin distal mobilite için vazgeçilmez olduğunu gösterir.

Core stabilizasyon, sadece kas kuvvetiyle ilgili bir kavram değildir; motor kontrol, zamanlama, duyuşsal geri bildirim ve biomekanik etkileşimlerle şekillenen çok boyutlu bir motor beceridir (McGill, 2001; Panjabi, 1992; Verstegen ve Williams, 2004). Stabilizasyon gereksinimleri yapılan spor branşına göre farklılık gösterdiğinden, egzersizlerin de bu doğrultuda özgül ve fonksiyonel olarak planlanması gereklidir (Boyle, 2004). Örneğin birçok antrenör gövde

fleksörlerini güçlendirmek için tekrarlı mekik hareketlerini kullansa da birçok sporda bu kaslar durma ve yön değiştirme gibi hareketlerde stabilizör rolünü üstlenmektedir (Cholewicki ve Vanvliet Johnson, 2002; Verstegen ve Williams, 2004).

Sonuç olarak, core stabilizasyon; hareketin güvenli ve etkili şekilde gerçekleşmesini sağlamak, postürü korumak, kuvvetin doğru yönlendirilmesi ve atletik performansı artırmak için pasif, aktif ve nöral sistemlerin birlikte organize olduğu, dinamik ve branşa özgü geliştirilmesi gereken bir nöromüsküler kontroldür (McGill, 2001; Kibler, 2006; Panjabi, 1992).

2.1.3. Core stabilizasyon egzersizleri

Core egzersizleri, abdominal ve lumbopelvik bölgeyi destekleyen kas gruplarının kuvvetini, dayanıklılığını ve kontrolünü artırmaya yönelik olarak tasarlanır. Bu egzersizler, yalnızca atletik performansın gelişimi için değil, aynı zamanda postürün iyileştirilmesi ve sakatlık riskinin azaltılması açısından da önem taşır (Willardson, 2007; Hibbs ve diğ., 2011). Core antrenmanları, kasların morfolojik özelliklerini geliştirirken, sinir sisteminin proprioseptif uyarılara verdiği yanıtı da artırarak denge ve vücut farkındalığında belirgin iyileşmeler sağlar (Iacono ve diğ., 2014; Casey ve diğ., 2012).

Core egzersizleri, izole kas kuvvetinden ziyade fonksiyonel bütünlüğü hedefler. Stabilizasyon, kuvvet, dayanıklılık, denge ve propriosepsiyon gibi motor becerilerin geliştirilmesi açısından önemli bir eğitim aracıdır (Stephenson ve Swank, 2004; Jones, 2013). Bu doğrultuda, core antrenmanları sistematik ve fonksiyonel bir progresyona göre tasarlanmalı; konsantrik, eksantrik ve izometrik kas kasılmaları ile çeşitli hareket düzlemleri ve hızları dikkate alınarak planlanmalıdır (Clark ve diğ., 2018).

Lokal kaslar ile yalnızca core stabilitesinin sağlandığı, global kasların ise sadece kuvvet üretiminde görevli olduğu şeklindeki yaklaşım eksiktir. Fonksiyonel antrenmanlar sırasında bu iki grup kas arasında görev dağılımı, hareketin yapısına ve yüklenmeye göre değişiklik göstermektedir (Boyle, 2004; Verstegen ve Williams, 2004). Bu nedenle, antrenmanlarda hem lokal hem de global kasların fonksiyonlarına uygun şekilde aktive edilmesi gereklidir.

Sonuç olarak, core stabilizasyon egzersizleri hem performans artırıcı hem de terapötik uygulamalarda önemli bir yere sahiptir. Postüral kontrol, kuvvet iletimi ve dengenin sağlanmasında bu egzersizlerin etkili olduğu çeşitli çalışmalarla gösterilmiştir (McGill, 2010; Hibbs ve diğ., 2011; Xibo ve diğ., 2016). Antrenmanların kişisel ihtiyaçlara ve spor branşlarına

göre özelleştirilerek planlanması, core bölge fonksiyonlarının en verimli şekilde geliştirilmesini sağlar.

2.1.4. Çocuk sporcularda core stabilizasyon egzersizlerinin önemi

Çocukluk hem sağlıklı hem de sağlıklı davranışların gelişimi ve fiziksel büyüme için kritik bir dönemdir (Faigenbaum ve Myer, 2012). Bu dönemde kazanılan alışkanlıklar, bireylerin ileri yaşlardaki fiziksel sağlık durumları ve yaşam tarzları üzerinde kalıcı etkiler bırakabilir. Özellikle sporla uğraşan çocuklar için yalnızca fiziksel aktiviteye katılım değil, aynı zamanda temel motor becerilerin ve fiziksel yeterliliklerin gelişimi açısından da büyük önem taşır (Ruiz ve diğ., 2009). Araştırmalar, fiziksel aktivitenin çocuklarda motor beceri gelişimini ve yeterliliklerini desteklediğini aynı zamanda bu becerilerin yaşam boyu aktif kalabilme açısından temel oluşturduğunu göstermektedir (Stodden ve diğ., 2008). Bu nedenle çocukluk dönemi, motor beceri gelişimi için kritik bir pencere olarak kabul edilmektedir (Robinson ve diğ., 2015)

Spor yapan çocuklarda, performansın ve yaralanma riskinin azaltılmasının temelinde core stabilite yer almaktadır. Core stabilite, sporda vücudun proksimal (merkeze yakın) kısımlarının kontrolünü sağlayarak, ekstremitelerdeki (kol ve bacaklar) fonksiyonel hareketlerin etkinliğini artırır. Güçlü ve koordineli core kaslara sahip sporcularda, hareket sırasında oluşan kuvvetin etkin bir şekilde aktarılmasına olanak tanır ve böylece hareketin verimliliği artar. Öte yandan, core kaslardaki zayıflık ve dengesizlik hem performans kaybına hem de aşırı kullanım yaralanmalarına yol açabilir (Akuthota ve diğ., 2008).

Araştırmalar, core stabilite eğitiminin, çocuk sporcularda denge, postüral kontrol ve fonksiyonel hareketlilik üzerinde olumlu etkileri olduğunu ortaya koymuştur (Günaydın ve Eliöz, 2020; Kibler ve diğ., 2006). Core, üst ve alt ekstremiteler arasında kuvvetin aktarımını sağlayan temel bölge olduğundan, sporcu çocukların doğru ve kontrollü hareket kalıplarını gerçekleştirebilmesi için core bölgesinin aktif ve stabil olması gereklidir (Kibler ve diğ., 2006; Leetun ve diğ., 2004). Bu bağlamda, erken yaşta yapılan sistematik core stabilite çalışmaları, sadece sporda başarıyı artırmakla kalmayıp aynı zamanda çocukların genel fiziksel sağlıklarını ve yaralanma risklerini azaltma yönünde de katkı sağlamaktadır (Behm ve diğ., 2010; Arslan Kabasakal, 2024).

2.2. Denge

Denge, insan vücudunun sabit bir pozisyonda kalabilme, yerçekimi kuvvetine karşı koyarak istikrarlı hareketler yapabilme ve ağırlık merkezini destek yüzeyi içinde tutabilme yeteneği olarak tanımlanır (Madureira ve diğ., 2005; Muratlı, 2013). Bu beceri hem durağan bir postürün sürdürülebilmesi hem de hareket halindeyken vücut kontrolünün sağlanabilmesi açısından kritik bir rol oynar. Denge, yerçekimi ve dış etkenlere karşı oluşturulan dirençle birlikte, vücudun ağırlık merkezinin destek tabanı hizasında tutulmasını sağlayan nöromusküler bir kontrol sürecidir (Mizuno ve diğ., 2001).

Denge kavramı, genellikle “postüral stabilite” terimiyle birlikte kullanılır ve bu stabilite, statik (durgun) veya dinamik (hareketli) biçimde sınıflandırılır (Pollock ve diğ., 2000; Meiners ve Loudon, 2020). Postüral stabilitenin sağlanması; kas-iskelet sistemi, merkezi sinir sistemi (MSS), vestibüler sistem, görsel ve işitsel duyu organları gibi çoklu sistemlerin koordineli entegrasyonunu gerektirir (Lee ve Ahn, 2018). Duyu sistemlerinden alınan bilgiler MSS’de işlenir ve uygun motor cevaplar üretilerek postüral kas sinerjileri aktive edilir (Han ve diğ., 2015).

Jacobson ve diğ., (1993), denge kontrolünü bakış dengeleme sistemi (gaze stabilization system) ve postür dengeleme sistemi olmak üzere iki temel sisteme ayırmaktadır. Bakış dengeleme sistemi, gözlerin aktif gövde ve baş hareketleri sırasında görsel duyarlılığını korurken; postür dengeleme sistemi, kişinin günlük yaşantısında aktif hareket ettiğinde veya ayakta durduğunda vücut dengesini sağlamasını amaçlar. Bu iki sistem, farklı duyu girişleri ve motor yanıtlarla çalışmasına rağmen koordineli bir şekilde dengeyi destekler (Jacobson ve diğ., 1993).

Denge sistemi belirli bir postüral duruşun sürdürülebilmesi, duruşlar arasında geçişlerin sağlanması ve dış etkenlere karşı reaksiyon geliştirerek dengenin yeniden oluşturulması olmak üzere üç temel işlevi yerine getirmektedir. (Mancini ve Horak, 2010; Han ve diğ., 2015). Bu işlevler, bireyin hem günlük yaşam aktivitelerinde hem de sportif performansında önemli bir yer tutar.

Motor gelişim açısından denge, diğer motor becerilerin gelişimi için önemli bir unsurdur. Denge gerektiren hareketlerde anatomik, kassal ve nörolojik fonksiyonların bir arada ve uyum içinde çalışması gerekmektedir (Keskin ve Arslan Kabasakal, 2023). Bu bağlamda denge, sadece durağan bir duruşu sürdürmekle kalmaz, aynı zamanda hareket verimliliğini ve motor kontrolü artırarak sportif performansın iyileştirilmesine de katkı sağlar.

2.2.1. Statik denge

Statik denge, bireyin vücut postürünü ya da vücut bölümlerinin belirli bir pozisyonunu, dışsal bir harekete ihtiyaç duymaksızın sabit bir destek yüzeyinde sürdürebilme yeteneğidir. Literatürde bu durum, yerçekimi kuvvetine karşı vücudun mevcut konumunu otomatik bir biçimde koruması olarak tanımlanmakta ve genellikle herhangi bir kuvvet gereksinimi olmadan meydana gelen bir denge biçimi olarak kabul edilmektedir (Nichols ve diğ., 1995; Clark ve Rose, 2001).

Statik denge, iç veya dış kuvvetlerin birbirini dengelemesi durumunda vücudun ya da vücut bölümlerinin hareketsiz kalmasıyla sağlanır. Bu bağlamda, vücudun çeşitli segmentleri arasında oluşan kuvvet dengesi, kişinin sabit bir duruşu sürdürebilmesinde temel rol oynamaktadır. Ayrıca statik denge, kişinin yerçekimi merkezinden zemine doğru inen doğrultunun destek tabanının ortasından geçmesini sağlayacak şekilde vücut pozisyonunu ayarlaması ile ilgilidir (Piegato, 2003).

Sonuç olarak statik denge, yerçekimi etkisine rağmen sabit bir pozisyonda kalabilme yeteneği olarak hem günlük yaşam aktiviteleri hem de sportif performans açısından önemli bir motor kontrol unsurudur.

2.2.2. Dinamik denge

Dinamik denge, bireyin hareket halindeyken dengeyi sürdürebilme, yani düşmeden ya da kontrolü kaybetmeden hareket edebilme yeteneği olarak tanımlanır (Muratlı ve diğ., 2000; Hotchkiss ve diğ., 2004). Statik dengenin aksine, dinamik denge vücudun sabit bir pozisyondan hareketli bir pozisyona geçerken veya hareket hâlindeyken ağırlık merkezinin sürekli değiştiği durumlarda dengeyi korumayı ifade eder (Sheehan ve Katz, 2013). Bu beceri, hızlanma, yavaşlama, yön değiştirme gibi hareket sırasında vücudun uygun pozisyonda tutulmasıyla sağlanır (Aktümsek, 2012).

Fiziksel açıdan değerlendirildiğinde, bir nesne ya da organizma sabit durumdan hareketli duruma geçerken üzerine etki eden kuvvetler denge durumunu bozma eğilimindedir. Bu kuvvetler yerçekimi hattına dikey ya da farklı bir açıyla uygulandığında, vücut ya da nesne doğrusal veya açısal olarak yer değiştirir (İnal, 2004). Dinamik denge, bu tür dışsal ya da içsel kuvvetlere rağmen vücudun denge durumunu sürdürebilmesini ve hareketi kesintisiz bir şekilde devam ettirebilmesini kapsar.

Organizmanın ağırlık merkezi ile destek tabanı arasındaki ilişkinin hareket sırasında sürekli olarak korunması, dinamik dengeyi mümkün kılar (Mengütay, 2005). Bu bağlamda dinamik

denge, sportif performansın yanı sıra günlük yaşam aktivitelerinde de kritik bir rol oynamaktadır ve motor kontrolün gelişmişliğini yansıtan önemli bir göstergedir.

2.2.3. Çocuklarda dengenin gelişimi

Denge ve motor beceriler, yalnızca fiziksel yeterlilik ve sportif performansın ön koşulu olmakla kalmayıp (Mickle ve diğ., 2011), aynı zamanda çocukların fiziksel gelişiminde de temel bir rol oynamaktadır (Gallahue ve Donnelly, 2003; Singh ve diğ., 2015; Venetsanou ve Kamba, 2011). Bu bağlamda, çocuklarda iyi bir fiziksel kondisyonun geliştirilmesi sürecinde denge becerileri kritik bir bileşen olarak öne çıkmaktadır.

Araştırmalar, çocukluk döneminde denge yeteneğinin yaşla birlikte geliştiğini ve kız çocuklarında erkeklere oranla daha iyi bir düzeyde seyrettiğini ortaya koymaktadır (Günay ve diğ., 2017). Yaşamın ilk iki yılında çocuklar henüz statik ve dinamik denge becerilerini yeterince kazanamamışken, üç yaş civarında tek ayak üzerinde birkaç saniye durabilme ve basit denge tahtalarında yürüyebilme gibi temel denge becerileri gelişmeye başlamaktadır (Özer ve Özer, 2017). Dairesel çizgi üzerinde yürüyebilme gibi daha karmaşık denge görevleri ise genellikle dört yaş sonrasında kazanılmaktadır.

Okul öncesi dönem (3-6/7 yaş), motor becerilerin hızlı bir şekilde çeşitlendiği ve denge yeteneğinin önemli ölçüde güçlendiği bir dönemdir. Ancak bu yaş grubundaki çocukların göreceli çekingenlikleri, denge performanslarında dalgalanmalara neden olabilmektedir (Muratlı, 2007). Birinci okul dönemi (6/7-10 yaş) boyunca, çocukların denge yeteneklerinde her yıl kayda değer gelişmeler gözlemlenmekte olup, 7-10 yaş aralığındaki kız çocuklarında denge gelişiminin toplam motor gelişimin yaklaşık %68'ini oluşturduğu bildirilmektedir (Fişek, 2019).

İkinci okul çocuğu döneminde (10-14 yaş), denge kapasitesi en yüksek düzeye ulaşmakta ve cinsiyetler arasındaki farklar büyük ölçüde ortadan kalkmaktadır. Ancak, ergenlik döneminde büyüme atılımı ile, özellikle erkek çocuklarda koordinasyon ve denge becerilerinde geçici gerilemeler yaşanabilmektedir (Muratlı, 2007; Günay ve diğ., 2017). Bu durum, kas kitlesi ve ekstremiteler uzunluğundaki hızlı değişimlerin, motor kontrol mekanizmalarının uyum sağlama kapasitesini zorlamasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca, ergenlikle birlikte merkezi sinir sisteminin morfolojik gelişiminin büyük ölçüde tamamlanması, oyun ve hareket etme motivasyonunun azalması, beden algısındaki değişimlere uyum sağlama zorunluluğu gibi faktörler, denge gelişiminin yavaşlamasına veya duraklamasına yol açabilmektedir (Muratlı, 2007).

Sonuç olarak, çocukluk ve ergenlik dönemlerinde denge gelişimi, motor becerilerin olgunlaşması ve genel fiziksel performansın desteklenmesi açısından kritik bir süreçtir.

2.2.4. Sporda dengenin önemi

Loko-motor, manipülatif beceriler ve denge gibi temel motor becerilerdeki yeterlilik, fiziksel aktivite ve spora özgü hareket becerilerinin gelişimi için önemli kabul edilmektedir (Barnett ve diğ., 2016; Lubans ve diğ., 2010). Sportif performansı belirleyen birçok faktör arasında denge, temel bileşenlerden biri olarak öne çıkmaktadır (Côté ve diğ., 2005). Sporcunun yaralanması hem fiziksel hem de mental performansını olumsuz etkileyerek sportif başarıda düşüşe neden olabilmektedir. İyi bir denge becerisi, yaralanma riskini azaltarak sporcu sağlığını korumakta ve performans kaybını önlemektedir (Taşkın ve diğ., 2015).

Her spor dalı, kendine özgü motor beceriler ve çevresel talepler doğrultusunda sporcunun postüral adaptasyonlar geliştirmesini zorunlu kılmaktadır. Bu adaptasyonlar, denge yeteneğini güçlendirmekte ve sportif başarıyı doğrudan etkilemektedir (Paillard ve diğ., 2006). Elit sporcular, branşlarının gerektirdiği denge performansını üst düzeyde sergilemekte ve bu doğrultuda duyuşal bilgiyi etkin şekilde kullanmaktadırlar (Vuillerme ve diğ., 2001).

Duyuşal sistemlerin sporda denge sağlanmasındaki rolü branşa göre değişkenlik göstermektedir. Örneğin, elit jimnastikçiler postüral kontrol ve vücut oryantasyonu için ağırlıklı olarak somatosensoriyel girdilere, yani kas-iskelet sisteminden gelen uyarılara dayanırken; elit dansçılarda görsel sistemin dengeyi düzenlemede daha baskın olduğu gözlenmektedir (Bringoux ve diğ., 2000; Erkmén ve diğ., 2007).

Özellikle spor yaralanmalarının rehabilitasyonunda, denge ve propriyosepsiyon temelli çalışmaların önemi gün geçtikçe daha fazla kabul görmektedir. Modern rehabilitasyon ve antrenman programları, sporcunun uzaysal farkındalığını ve pozisyonel algısını geliştirmeyi hedefleyerek tekrarlayan sakatlıkların önlenmesine odaklanmakta, bu bağlamda denge egzersizlerine sistematik biçimde yer vermektedir (Haksever ve diğ., 2017).

2.3. Ayak

2.3.1. Ayak anatomisi

Ayak ve ayak bileği, insan vücudunun tüm ağırlığını taşıyan, oldukça karmaşık ve fonksiyonel bir yapıdır. Bu yapı, distal tibia ve fibula ile toplamda 7 tarsal, 5 metatarsal ve 14 falangeal kemikten oluşmaktadır (Waldman, 2009; Moore ve diğ., 2013).

Ayak kemikleri anatomik olarak üç gruba ayrılır:

- Ossa tarsi (Tarsal kemikler)
- Ossa metatarsi (Metatarsal kemikler)
- Ossa digitorum pedis (Falanks/parmak kemikleri)

2.3.1.1. Tarsal kemikler

Tarsal kemikler, carpal kemiklerden daha büyük ve sağlam olup toplamda yedi adettir:

1. Talus: Tibia ile eklemleşerek vücut ağırlığını aktarır.
2. Calcaneus: En büyük, en uzun ve en güçlü tarsal kemiktir. Aynı zamanda yere temas eden tek tarsal kemiktir.
3. Os naviculare: Caput tali ile cuneiform kemikler arasında yer alır. Medial yüzünde *tuberositas ossis navicularis* bulunur.
4. Os cuboideum: Calcaneus'un önünde ve dış yanında yer alır.
5. Os cuneiforme mediale
6. Os cuneiforme intermediale
7. Os cuneiforme laterale

Cuneiform kemikler (mediale, intermediale, laterale) üst yüzeyleri geniş, alt yüzeyleri dar yapılarıyla, transvers ark oluşumuna katkı sağlar ve ağırlığın dengeli dağılımında önemli rol oynar (Moore ve diğ., 2013; Drake ve diğ., 2015).

2.3.1.2. Metatarsal kemikler

Metatarsal kemikler beş adettir:

- 1. Metatarsal: En kısa, en kalın ve en sağlam kemiktir. Ayakta durma ve yürüme sırasında en çok yükü taşır.
- 2. Metatarsal: En uzun olanıdır.
- 3. Metatarsal: Proksimal ucundaki üçgen eklem yüzü ile tanınır.
- 4. Metatarsal: Üçüncü metatarsalden daha kısa ve kalındır.
- 5. Metatarsal: Lateral kısmında belirgin *tuberositas ossis metatarsalis quinti* çıkıntısı bulunur (Moore ve diğ., 2013; Drake ve diğ., 2015).

2.3.1.3. Falanks (Phalanx) kemikleri

Bir ayakta toplam 14 falanks vardır. Başparmakta 2 (proksimal ve distal), diğer parmaklarda ise 3'er adet (proksimal, medial ve distal) falanks yer alır (Drake ve diğ., 2015; Moore ve diğ., 2013; Arifoğlu, 2019).

2.3.2. Ayak bileği kinesiyojisi

Ayak bileği, esas olarak dorsifleksiyon ve plantar fleksiyon hareketlerini gerçekleştirir. Bu hareketler, yaklaşık olarak malleolus hizasından geçen bir eksen etrafında oluşur.

- Plantar fleksör kaslar: *Gastrocnemius*, *soleus*
- Dorsifleksör kaslar: *Tibialis anterior*, *extensor digitorum longus*

Ayak yapısı, yürüme ve koşma sırasında hem mobil adaptasyon hem de rijit kaldıraç kolu sağlayarak akselerasyonu (hızlanmayı) mümkün kılar. Bu yapı, şok absorbe edici özelliğiyle zemine uyum sağlar (Waldman, 2009).

2.3.3. Ayağın arkları

Ayakta üç temel ark bulunmaktadır:

1. Medial longitudinal ark: Calcaneus, talus, navikula, üç cuneiform ve medial üç metatarsal kemikten oluşur.
2. Lateral longitudinal ark: Calcaneus, talus, os cuboideum ve lateral iki metatarsal kemikten oluşur.
3. Transvers ark: Cuneiform ve cuboid kemiklerden başlar ve metatars başlarına kadar uzanır.

Bu arklar, plantar yumuşak dokuları koruyarak şok absorpsiyonu sağlar ve yüzey değişikliklerine uyumu kolaylaştırır (Salathe ve diğ., 1990).

Ayak arkları normal düzeye 8-10 yaşlarında ulaşır (Forriol ve Pascual, 1990; Henning ve Rosenbaum, 1991).

Arkların stabilizasyonu pasif olarak ligamentler, aktif olarak ise kaslar tarafından desteklenir. Bu destekleyici yapılar arasında uzun ve kısa plantar ligamentler, spring ligament, ayak bileği kollateral ligamentleri, subtalar eklem interosseöz ligamenti, plantar fasya ve kemik dizilimleri yer alır (Huang ve diğ., 1993; McKeon ve diğ., 2015).

Pes planus, medial arktaki çökmesi olarak tanımlanırken; pes cavus ise medial arktaki yüksekliğin artmasıdır. Her iki durum da alt ekstremitede ve ayakta kas-iskelet sistemi problemlerine zemin hazırlayabilir (Williams ve Hamill, 2001).

2.3.4. Ayak ve ayak bileği biyomekaniği

Ayak ve ayak bileği, dengeyi sağlama, şok absorpsiyonu, mobil adaptasyon ve alt ekstremita ile vücudun diğer bölümlerine aşırı hareketin olumsuz etkilerini en aza indirerek stabilizasyon sağlama görevlerini üstlenir (Chan ve Rudins, 1994).

Ayakta durma sırasında her bir ayak, vücut ağırlığının yaklaşık yarısını taşır. Ağırlık merkezinin iki ayak arasında yer alan destek yüzeyinin dışına kayma eğilimine karşı koyabilmek için, ayak plantar yüzeyiyle yere değişken kuvvetler uygulayarak dengeyi sürdürür. Yürüme sırasında ise vücut ağırlığı, sabit duran ayak üzerinden arkadan öne doğru aktarılır. Bu işlem her iki ayak için dönüşümlü olarak gerçekleşir (Kirby, 2000).

Enerji verimliliği açısından, ağırlık merkezinin düz bir hat üzerinde ve sabit hızla ilerlemesi ideal kabul edilir. Ayak, bu aktarımı sağlayarak enerji tasarrufuna katkı sunar. Aynı zamanda, yürüme sırasında kaldıraç görevi görür ve yer reaksiyon kuvvetlerini karşılar. Bu kuvvetlerin etkin şekilde absorbe edilememesi durumunda, alt ekstremita yapılarında dengesiz yüklenme, anormal yürüyüş paternleri, tekrarlayan travmalar ve çeşitli patolojiler görülebilir (Kirby, 2000).

2.3.5. Ayağın dengedeki rolü

Ayak, postüral stabilitenin sağlanması ve sürdürülmesinde önemli bir rol oynar. İnsan, dört ayaklı (quadrupedal) duruştan iki ayaklı (bipedal) duruşa geçerken, daha küçük bir destek yüzeyi üzerinde dengeyi korumak zorunda kalmıştır. Bu denge, yerçekimi hattının destek yüzeyine düşürülmesi ve burada devam ettirilmesiyle sağlanır (Kirby, 2000).

Plantar yüzeydeki yük dağılımı, dengeyi sağlamada kritik öneme sahiptir. Normal bir ayakta vücut ağırlığı, yaklaşık olarak %60 oranında topuk bölgesine, %40 oranında ise metatars başlarına dağılır. Bu %40'lık kısmın üçte biri birinci metatars tarafından taşınırken, geri kalanı diğer metatarslar arasında paylaşılır. Dağılım olarak; orta ayak %8, ön ayak %28 ve parmaklar %4 oranında yük taşır (Şener ve Erbahçeci, 2016).

Yürüme sırasında ilk temas, topuğun posterolateral kısmı ile olur ve bu bölge vücut ağırlığının yaklaşık %85'ini karşılar. Topuk boyunca iletilen yük, daha sonra azalır ve %33'e düşer. Ayağın lateral yüzeyine doğru yük dağılımında ise %10 oranında bir düşüş görülür. İtme

fazında ise, ikinci ve üçüncü metatars başları altında en yüksek basınçlar kaydedilmiş, bu alanların vücut ağırlığının %60 ila %100'ünü taşıdığı bildirilmiştir. Parmak kalkışı öncesinde, haluks altında vücut ağırlığının %30-55'ine karşılık gelen basınç değerleri ölçülmüş. Ayrıca, ön ayakta en yüksek plantar basınç genellikle beşinci metatars başının altındadır (Şener ve Erbahçeci, 2016). Plantar basınç duyarlılığındaki azalma, postüral denge üzerinde olumsuz etkiler oluşturabilir ve denge eksikliklerine yol açabilmektedir (Zhang ve Li, 2013).

2.3.6. Plantar basınç analizi sistemleri

Plantar basınç analizi sistemleri, pedobarografik cihazlar kullanılarak ayağın biyomekaniğinde meydana gelen bozulmalara bağlı olarak gelişen patolojik durumların objektif şekilde değerlendirilmesini amaçlayan sistemlerdir. Aynı zamanda, uygulanan tedavi yöntemlerinin etkinliğini izlemek amacıyla da kullanılmaktadır. Bu analizler, ayak tabanına ait basınç dağılımlarını ölçerek hem klinik tanı hem de rehabilitasyon sürecinde önemli bilgiler sunar (Tuna, 2005; Timurtaş, 2013).

Plantar basınç analizi genel olarak statik ve dinamik olmak üzere iki ana başlık altında incelenmektedir (Rosenbaum ve Becker, 1997).

Statik plantar basınç analizi bireyin ayakta dik pozisyonda durduğu sırada gerçekleştirilir. Bu analizde, ayağın plantar yüzeyindeki basınç noktaları değerlendirilir. Ölçüm sonucunda; ön, orta ve arka ayak bölgelerindeki maksimum basınç değerleri, sağ ve sol ayaklardaki toplam basınç miktarları, her bir ayakta ön-orta-arka ayak bölgelerine düşen basınç yüzdeleri ve ayakların toplam temas alanı gibi parametreler elde edilir. Bu veriler, ayak deformitelerinin ve plantar yüzey morfolojisindeki farklılıkların belirlenmesinde kullanılır (Muro-De-La-Herran ve diğ, 2014).

Dinamik plantar basınç analizi ise yürüme sırasında yapılan ölçümleri içerir. Bu analiz, yürüyüş sırasında ayakta oluşan varus veya valgus pozisyonları gibi mekanik değişikliklerin basınca olan etkilerini değerlendirmeyi sağlar. Genellikle ortalama 30 metrelik bir yürüyüş alanında yapılan bu ölçümler sırasında, birey yürütülürken stance (yük taşıma) fazı boyunca ayağın yere temas eden kısmı, basıncın zaman içindeki dağılımı, yüklenme süreleri ve ayak parmaklarının fonksiyonları detaylı biçimde analiz edilir. Böylece ayak fonksiyonları ve yürüyüş paternleri hakkında klinik olarak anlamlı veriler elde edilir (Abdul Razak ve diğ, 2012).

2.4. Masa Tenisi

Masa tenisi, 19. yüzyılın ikinci yarısında ortaya çıkan ve günümüze dek gelişerek varlığını sürdüren köklü bir spor dalıdır. 1926 yılında Uluslararası Masa Tenisi Federasyonu'nun (ITTF) kurulması ve aynı yıl Londra'da düzenlenen ilk Dünya Şampiyonası ile uluslararası düzeyde kurumsallaşmıştır (Ağgön ve Ağırbaş, 2015). Günümüzde ise, Uluslararası Spor Federasyonları raporlarına göre dünya genelinde masa tenisine aktif olarak katılım gösteren birey sayısının 300 milyonu aştığı bildirilmektedir. Bu geniş katılım oranı, masa tenisinin küresel ölçekte yaygın bir spor dalı haline geldiğini ve aynı zamanda bireyler tarafından sağlığı destekleyici bir egzersiz biçimi olarak görülmektedir (Gu ve diğ., 2019).

21.yüzyılın başlarından itibaren masa tenisinde oyun tekniklerinin ve stillerinin çeşitlenerek birbirleriyle entegre olması, bu sporun hem teknik hem de taktiksel açıdan daha hızlı ve rekabetçi bir yapıya dönüşmesini sağlamıştır (Qu ve diğ., 2022). Bu bağlamda, masa tenisi yalnızca fiziksel değil zihinsel açıdan da yüksek düzeyde dikkat ve uyum gerektiren, aynı zamanda karşı rakibin oyun tarzına ve stratejilerine de bağlı olarak dinamik bir etkileşim sürecine dayalı bir spor dalı olarak değerlendirilmektedir (Ağgön ve Ağırbaş, 2015).

Raket sporu olan masa tenisinde; temel olarak yüksek düzeyde kas gücü, esneklik ve koordinasyona ihtiyaç duyulmaktadır. Antrenman sürecinde sporcuların tekrarlı güç uygulamaları ve hızlı yön değiştirme manevraları gerçekleştirmeleri, spora özgü motor becerilerin geliştirilmesi açısından kritik öneme sahiptir (Johnson ve diğ., 2006). Bu çerçevede, fiziksel kondisyonun önemi açıkça ortaya konmakta olup, performans artışı hedeflenen hazırlık dönemlerinde sporculara yüksek yoğunluklu antrenman programları uygulanması gerekmektedir. Fizyolojik hazırlıkların yanı sıra teknik yeterliliklerin artırılması da performans üzerinde belirleyici bir etkidir. Çoklu top antrenmanı gibi özel teknik çalışmalar aracılığıyla sporcunun top kontrolü, refleks hızı ve vuruş isabetliliği geliştirilebilmektedir (Gu ve diğ., 2019).

Fizyolojik olarak masa tenisi, enerji üretimi açısından hem anaerobik hem de aerobik metabolik sistemlerinin bir kombinasyonudur. Bu metabolik sistemler üzerine kardiyo-metabolik ve nöromusküler uygunluk, antropometrik uygunluk ve optimal beslenme stratejileri olmak üzere üç temel fizyolojik bileşenin etkisi bulunmaktadır (Sperlich ve diğ., 2011). Maç esnasında, özellikle kısa süreli yüksek yoğunluklu eforların gerekliliği sebebiyle anaerobik enerji sistemlerinin baskın olduğu gözlemlenir. Bu bağlamda hız ve dayanıklılık kapasitesi masa tenisinde belirleyici fiziksel özellikler arasında yer almaktadır. Ayrıca güç üretimi, genel kondisyon düzeyi ve esneklik de spor performansını etkileyen önemli değişkenler arasındadır (Carrasco ve diğ., 2010).

Oyun sırasında sporcuların en üst düzeyde performans sergileyebilmeleri için, "hazır pozisyon" olarak adlandırılan optimal duruş pozisyonunda bulunmaları büyük önem taşımaktadır. Bu pozisyon, alt ve üst ekstremitelerin dengeli bir biçimde esnetildiği, gövdenin öne doğru fleksiyona getirildiği ve raketin vücudun önünde konumlandırıldığı bir duruş biçimidir (Bańkosz ve diğ., 2020). Bu pozisyonun sürdürülebilirliği, sporcunun hem reaksiyon süresini hem de vuruş kalitesini artırırken enerji verimliliğini de olumlu yönde etkilemektedir. Maç süresince gerçekleştirilen motor hareketlerin verimliliği artması ile enerji tüketimi de daha ekonomik hale gelmektedir (Elliott ve diğ., 1989).

Ancak, masa tenisinin doğasında yer alan uzun süreli tekrarlı yüklenmeler ve tek taraflı motor aktiviteler, kas iskelet sisteminde asimetrik yüklenmelere yol açarak belirli eklemlerde aşırı zorlanmaya, postüral bozukluklara ve zamanla kronik yaralanmalara zemin hazırlayabilmektedir (Li ve diğ., 2021). Asimetrik yüklenmelerin kaynağında ise oyunun tek el ile oynanması ve vuruş hareketlerinin sürekli olarak vücudun aynı bölgesinde yoğunlaşması olarak gösterilebilir (Lino ve diğ., 2009).

Sonuç olarak, masa tenisi sporuna özgü tekrarlayan asimetrik hareketlerin ekstremiteler arası fonksiyonel eşitsizliklere ve ayak sağ, sol basınç eşitsizliklerine neden olabileceği düşünülmektedir.

2.4.1. Masa tenisinde biyomekanik

Masa tenisi, asimetrik bir branş olup; yüksek hız, hızlı dönüş ve yüksek düzeyde rekabet içeren yapısıyla dikkat çeken, teknik ve taktik açıdan oldukça karmaşık bir raket sporudur. Oyuncuların mükemmel vuruş performansı sergileyebilmesi, el-ayak koordinasyonu, gövde rotasyonu ve tüm vücut kinetik zincirinin etkin çalışmasına bağlıdır (Wang ve diğ., 2018; He ve diğ., 2020; He ve diğ., 2022). Bu bağlamda, üst ekstremitelerin gerçekleştirdiği güçlü vuruşların başarısı, alt ekstremitelerin pozisyonlanması ve çevik hareket kapasitesi ile doğrudan ilişkilidir (Iino ve diğ., 2018). Özellikle topspin forehand vuruşu, elit düzeydeki sporcular için vazgeçilmez bir hücum unsurudur ve bu vuruşun etkinliği, alt ekstremita kaslarının gücü, dengesel kontrolü ve ayak bileği çevikliğine bağlıdır (Iino ve Kojima, 2009; He ve diğ., 2021). Masa tenisi oyuncularının, hızlanma, ani yön değiştirme ve denge sağlama gibi karmaşık motor becerileri vücut koordinasyonu ile gerçekleştirebilmeleri, optimal performansın temel yapı taşlarındandır (Yu ve diğ., 2019). Alt ekstremita, vuruş sürecinde yalnızca destekleyici bir yapı olmayıp, aynı zamanda kinetik enerjinin aktarımında temel rol oynar. Bu durum, ayak

hareketliliğinin ve plantar basınç stratejilerinin teknik beceriye olan katkısını ön plana çıkarmaktadır (Bańkosz ve Winiarski, 2018).

Masa tenisinde biomekanik analizlerin tenis (Abrams ve diğ., 2011; Bahamonde ve diğ., 2005) ve futbol (Lees ve diğ., 2010; Kellis ve Katis, 2007) gibi diğer sporlara kıyasla daha az olduğu bilinmekle birlikte, son yıllarda yapılan çalışmaların sayısında artış gözlemlenmektedir. Ancak, teknik hareketlere dair deneysel protokol farklılıkları, verilerin karşılaştırılabilirliğini zorlaştırmaktadır. Bu bağlamda, özellikle topspin forehand vuruşu sırasında alt ekstremitte biyomekaniğine odaklanan kapsamlı araştırmalar, antrenman programlarının bilimsel temellere oturtulması ve teknik rehberlik açısından oldukça değerlidir (Le Mansec ve diğ., 2018; Wong ve diğ., 2020). Masa tenisi oyuncularının alt ekstremitte fonksiyonlarını desteklemek amacıyla ayak bileği çevresi kas gruplarının esnekliği ve dayanıklılığı üzerine yoğunlaşılması gerektiği de bu çalışmalarla ortaya konmuştur (He ve diğ., 2022). Nihayetinde, masa tenisinde mükemmel performansın sağlanabilmesi için yalnızca el becerileri değil, ayak hareket stratejileri ve alt ekstremitte biyomekaniğinin de antrenman süreçlerine entegre edilmesi gerektiği açıktır.

2.4.2. Masa tenisinde plantar basınç

Masa tenisinde tüm vücut koordinasyonu önemli olup, üst ekstremitelerin performans seviyesi alt ekstremiteler tarafından belirlenmektedir (Iino ve diğ., 2018; Lam ve diğ., 2019). Masa tenisinde alt ekstremitte fonksiyonlarının önemi birçok çalışma ile ortaya konulmuştur (He ve diğ., 2020; Iino ve diğ., 2018; Qian ve diğ., 2006; Yang ve diğ., 2021; Shao ve diğ., 2020). Alt ekstremitte hareket performansı ile raket ve topun hızı artırılmaktadır (Iino ve diğ., 2018; Wong ve diğ., 2020; Elliott, 2006). Kinetik zincir içerisinde gerçekleşen hız aktarımının sağlanmasında plantar basınç, ayak hareketliliği ve stabilitesi önem kazanmaktadır. Plantar basınç dağılımı ve ayak bileği stabilitesi, sporcularda ayak kontrolünün düzeyini ortaya koyarken, iniş fazındaki kas aktivasyonu ayak bileği ve subtalar eklem çevresindeki yapılarla sağlanmaktadır (He ve diğ., 2022). Özellikle masa tenisinde chasse olarak isimlendirilen ayak hareketi gibi teknik adımlamalarda profesyonel sporcuların, amatörler kıyasla daha çevik ve dengeli oldukları, hareket süresini daha kısa ve ağırlık merkezi kaydırmalarını daha istikrarlı bir şekilde gerçekleştirdikleri bildirilmektedir (Yu ve diğ., 2019).

Plantar basınç değerlendirmesi, farklı seviyelerdeki sporcuların rekabet esnasındaki ayak yüklenme performansını incelemek açısından faydalı bir yöntemdir (Wong ve diğ., 2020). Ayak tabanı üzerindeki yük dağılımının farklı tekniklerde nasıl değiştiği üzerine yapılan plantar

basınç analizleri, profesyonel sporcularda lateral ön ayak ve diğer ayak parmakları üzerinde daha yoğun yüklenme olduğunu göstermiştir (Yu ve diğ., 2019). Bu durum, özellikle forehand topspin sırasında basınç merkezi yörüngesinin kontrolünü kolaylaştırmakta ve vuruş isabetliliğini artırmaktadır. Ayrıca, ayakta durularak yapılan servislerde arka ayak bölgesindeki kuvvet-zaman integrali (FTI) artmakta, adım alma sürecinde ise ön ayak bölgesi vücut ağırlığının yaklaşık %50'sini taşımaktadır (Li, 2022; Bańkosz ve Winiarski, 2020). Alt ekstremitenin koordinasyonunun bozulması ya da yetersiz olması durumunda ise, tüm vücut kinetik zinciri sekteye uğrayabilir ve vuruş kalitesi ciddi şekilde düşebilir. Bu nedenle, özellikle profesyonel düzeye ulaşmak isteyen sporcuların erken yaşlardan itibaren postüral denge, ayak kas gücü ve plantar strateji eğitimleri alması büyük önem taşır (Daniel-Andrei ve diğ., 2021).

Araştırmaların büyük bir kısmı, belirli ayak hareketleri ile masa tenisine özgü hareketler sırasında plantar yük dağılımına etkisine odaklanmıştır. Sporcuların günlük yaşamlarında karşılaştıkları statik ve dinamik plantar yük dağılımı performansları üzerine yapılan çalışmalar sınırlıdır. Özellikle, amatör sporcuların uzun süreli antrenman ve rekabet yoluyla elit düzeye ilerlemeleri sürecinde yaşanabilecek statik plantar yük değişimleri hakkında yeterli veri bulunmamaktadır.

2.4.3. Masa tenisinde ayak tabanı analizi ve dengeye ilişkin biyomekanik yaklaşım

Masa tenisi, yüksek düzeyde çeviklik, hassasiyet ve stabilite gerektiren, özellikle alt ekstremitelerin dengeyi sağlama ve vuruşlar için güç üretme süreçlerinde merkezi bir rol oynadığı dinamik bir spor dalıdır. Bu bağlamda, ayak tabanı analizi ve dengeye ilişkin biyomekanik değerlendirmeler, oyuncuların performanslarını nasıl optimize ettiklerini ve potansiyel yaralanma risklerini nasıl en aza indirdiklerini anlamak açısından büyük önem taşımaktadır. Literatürde yer alan güncel araştırmalar, bu iki faktörün masa tenisindeki motor kontrol ve hareket etkinliği üzerindeki etkilerine dair kapsamlı bulgular sunmaktadır (Chow ve Lee, 2024; Yan, 2011).

Ayak tabanı analizinde, özellikle plantar yük dağılımı masa tenisindeki denge kontrolünün ve kuvvet aktarımının temel bir göstergesi olarak ele alınmaktadır. Elit masa tenisi oyuncularının hem statik hem de dinamik pozisyonlarda lateral metatarsal bölgeler ile kalkaneus üzerine odaklanan simetrik bir yük dağılımı sergiledikleri belirlenmiştir (Chow ve Lee, 2024). Bu tür bir dağılım, optimal denge kontrolü ve performansla doğrudan ilişkilidir. Ayrıca, yürüyüşün orta evresinde plantar yükün medial ve lateral topuklarla birlikte lateral metatarsal bölgelere kaydığı gözlemlenmiştir; bu durum, elit oyuncuların hareket sırasında ayak basıncını etkin bir

şekilde yeniden dağıtabilme yeteneklerini ortaya koymaktadır (Chow ve Lee, 2023). Ön ayak bölgesi, özellikle de orta kısmı, ayak çalışması esnasında birincil basınç noktası olarak kritik önem taşımaktadır (Yan, 2011).

Ayak yapısının değerlendirilmesinde kullanılan kemer indeksi (ark indeksi), ayak duruşunun nicel bir ölçüsü olup, normal değerlerde seyreden indeksler nötr bir subtalar eklem pozisyonu ve simetrik ağırlık dağılımı ile ilişkilendirilmektedir. Araştırmalar, elit masa tenisi oyuncularında kemer indeksinin $0,22 \pm 0,07$ civarında olduğunu, bunun da dengeli bir arka ayak duruşuna ve simetrik ağırlık merkezine katkı sağladığını göstermektedir (Chow ve Lee, 2024). Buna karşın amatör oyunculara daha yüksek arka ayak açıları ve asimetrik ayak duruşları görülmekte; bu durum hem dengeyi hem de hareket verimliliğini olumsuz etkileyebilmektedir (Chow ve Lee, 2023).

Masa tenisinde denge, özellikle topspin ön el gibi yüksek hız ve koordinasyon gerektiren hareketlerde alt ekstremitte biyomekaniğiyle doğrudan ilişkilidir. Alt ekstremiteler, yerden rakete doğru kuvvet aktarımını sağlayan bir kinetik zincir oluşturur. Bu zincirin etkin çalışabilmesi için kalça ve ayak bileği eklemlerinin fonksiyonu kritik önemdedir. Topspin ön el vuruşlarında kalça kas gruplarından biceps femoris uzun başı ve vastus lateralis gibi kaslar hem güç üretiminde hem de stabilitenin korunmasında önemli roller üstlenirken, ayak bileği plantarfleksörleri ve dorsifleksörleri iniş ve itme fazlarında ayak stabilitesini sağlamaktadır (He ve diğ., 2022). Ayrıca, ayak çalışması teknikleri arasında yaygın olarak kullanılan kovalama adımı ve tek adımlı ilerleyişin farklı biyomekanik sonuçlar doğurduğu bilinmektedir. Kovalama adımı, iniş sırasında baskın bacağa binen yükü azaltan yüksek düzeyde plantarfleksiyon ve ağırlık aktarımı ile ilişkilendirilirken; tek adımlı ilerleyiş, medial ve lateral arka ayakta daha yüksek tepe basınçları üretmekte, bu da dinamik stabilite açısından önemli katkılar sunmaktadır (He ve diğ., 2021).

Denge hem statik hem de dinamik boyutlarıyla masa tenisinde performansın temel bileşenlerinden biridir. Statik denge, hareketsiz duruş sırasında postural stabilitenin sağlanması ile ilgiliyken, dinamik denge hareket hâlindeyken dengenin korunmasını ifade eder. Elit masa tenisi oyuncuları, statik pozisyonlarda simetrik ve eşit dağılmış ağırlık merkezleri sergileyerek bu becerideki üstünlüklerini ortaya koymaktadır (Chow ve Lee, 2024). Dinamik denge ise ayak çalışması kalıplarından etkilenmektedir; özellikle takip adımı gibi ileri aşamalı hareketler sırasında parmak bölgesinde daha yüksek tepe basınçlarının ortaya çıktığı, bunun da hareket stabilitesine katkıda bulunduğu belirlenmiştir (Yan, 2011; He ve diğ., 2021).

Ayakkabı tasarımı da plantar yük dağılımı ve denge üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Ayakkabıların burulma sertliği ile uzunlamasına bükülme sertliği, ayak bileği ve ayak biyomekaniğini doğrudan etkilemektedir. Artan burulma sertliği, ön ayak inversiyonunu ve bükülme hareket aralığını azaltarak bazı durumlarda lateral ayak bileği burkulma riskini artırabilirken; uzunlamasına bükülme sertliği, ön ayak dönme hareketlerini sınırlayarak özellikle keskin dönüşlerin yer aldığı hareketlerde ayak kontrolünü artırabilmektedir (Martin ve diğ., 2022; Bagehorn ve diğ., 2024). Bu bağlamda hem ayakkabı seçimi hem de antrenmanlarda ayak yapısına uygun modellerin tercih edilmesi, sporcuların performansını artırırken yaralanma riskini de azaltan stratejik kararlar olarak değerlendirilmektedir.

Sonuç olarak, ayak tabanı analizi ve dengeyle ilişkili biyomekanik faktörler, masa tenisinde performansı belirleyen kritik unsurlar arasında yer almaktadır. Elit düzeydeki sporcular, simetrik plantar yük dağılımı, normal kemer indeksi ve dengeli ağırlık merkezleri ile bu performanslarını desteklemektedir. Ayrıca, kullanılan ayakkabının yapısal özellikleri ve tercih edilen ayak çalışması modelleri de dengeyi optimize etmede ve yaralanma olasılığını en aza indirmede önemli rol oynamaktadır. Bu doğrultuda, antrenörler ve sporcular, alt ekstremité biyomekaniğini geliştirmeye yönelik bilimsel verilerle desteklenen antrenman programları geliştirerek hem performans artışı hem de sakatlanma önleyici yaklaşımlar sergileyebilirler.

3. YÖNTEM

3.1. Çalışma Grubu

Araştırmanın örneklemini belirlendikten sonra Yalova Üniversitesi, Etik Kurullar Koordinatörlüğü 25.12.2024 tarihinde 2024/321 protokol nolu etik kurul kararı ile araştırma izni alınmıştır. Araştırma konusu ile ilgili literatür taramasından sonra katılımcılar Yalova ilinde yaşayan gönüllü olarak katılım sağlayan 9-14 yaş aralığındaki aktif masa tenisi oynayan müsabık olarak yarışan sağlıklı (egzersiz yapmaya engel bir sağlık problemi olmayan) 12 kadın, 12 erkek sporcu ile yapılmıştır. Araştırma kesitsel çalışma olup, katılımcılar egzersiz grubu (n=12) ve kontrol grubu (n=12) olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Rastgele örneklem yöntemi ve gönüllülük esasına dayalı olarak kullanılarak seçilen sporculardan veli onam formunu eksik ya da hatalı dolduranlar çalışmaya dahil edilmemiştir. Çalışmaya katılan egzersiz grubunun yaş ortalaması $11,50 \pm 1,38$ ve kontrol grubunun ise $11,00 \pm 1,70$ 'tir.

3.1.1. Katılımcıların araştırmaya dahil edilme kriterleri

- 9-14 yaş aralığında olmak
- Masa tenisi branşını en az 2 yıldır sürdürüyor olmak
- Masa tenisi branşında lisanslı müsabık sporcu olmak
- Herhangi bir kas-iskelet sistemi hastalığı bulunmamak
- Çalışmaya gönüllü olarak katılıyor olmak
- Haftanın en az 6 günü antrenman yapıyor olmak

3.1.2. Katılımcıların araştırmadan çıkarılma kriterleri

- Çalışmaya dahil edilme kriterlerine uymamak
- Araştırma verilerinin eksik olması
- Araştırma bitmeden araştırmadan ayrılmak

3.2. Verilerin Toplanması

3.2.1. Statik plantar basınç analizi

Statik plantar basınç ölçümü AS040 Foot Scan cihazı ile yapılacaktır (Şekil 3.2). Matrix sensörü teknolojisi kullanan sistemden oluşan cihaz 400mm x 400mm boyutunda sensör alanına

sahiptir. Cihazda 2288 adet sensör bulunmaktadır. Cihaz statik ve dinamik plantar basınç ölçümlerine ve basınç merkezi ölçümlerine olanak sağlamaktadır.

Statik plantar basınç ölçümleri Arslan Kabasakal ve diğ. (2023) çalışmasında olduğu gibi pedabaroğraf cihazının üzerinde katılımcılar karşıda sabit bir noktaya bakarken, ayaklar omuz hizasında açık, kollar her iki yanda gevşek pozisyonda ayakta sabit dik pozisyonda alınmıştır. Ölçümler çıplak ayak ile yapılmıştır. Bu ölçümün amacı statik pozisyonda bireylerin yere basarken sağ ve sol ayaktaki basınç dağılımı yüzdeleri, toplam ortalama plantar basınçları, ayak yüzey alanları verileri alınmıştır.



Şekil 3.1. Çalışmada kullanılmış olan plantar basınç analiz sistemi görseli

3.2.2. Y denge testi

Postüral stabilitenin değerlendirilmesi Y Denge Testi (YDT) ile yapılmıştır. YDT ölçümler için özel olarak oluşturulmuş bir teşhis aracı olan Y-Denge Test Kiti kullanılmıştır. YDT dinamik dengeyi ölçmek için kullanılan basit ama güvenilir bir testtir. Y denge testi, güç, esneklik, core kontrolü ve propriyosepsiyon gerektiren tek ayaklı duruşta gerçekleştirilen dinamik bir testtir. Fiziksel performansı değerlendirmek, fonksiyonel simetriyi göstermek ve alt ekstremité yaralanması için daha yüksek risk altındaki sporcuları tanımlamak için kullanılır. YDT test protokolü; sporcunun bir ayağı üzerinde dengede durmasını sağlarken, diğer ayağı ile aynı anda mümkün olduğunca üç ayrı yöne uzanır: anterior, posterolateral ve posteromedial. Bu nedenle, bu test sporcunun gücünü, stabilitesini ve dengesini çeşitli yönlerde ölçer. YDT kompozit skoru, 3 uzanma yönünün toplanması ve sonuçların alt ekstremité uzunluğunun 3 katına bölünüp, çıkan sonucun 100 ile çarpılmasıyla hesaplanır.

Test aşağıdaki sırada yapılmıştır:

- Sağ Ön
- Sol Ön
- Sağ Posteromedial
- Sol Posteromedial
- Sağ Posterolateral
- Sol Posterolateral.

Katılımcı, belirli bir performans gerçekleştirdikten sonra başlangıç pozisyonuna geri dönebildiğinde deneme başarılı sayılmıştır (Kramer ve diğ., 2019; Coughlan ve diğ., 2012).



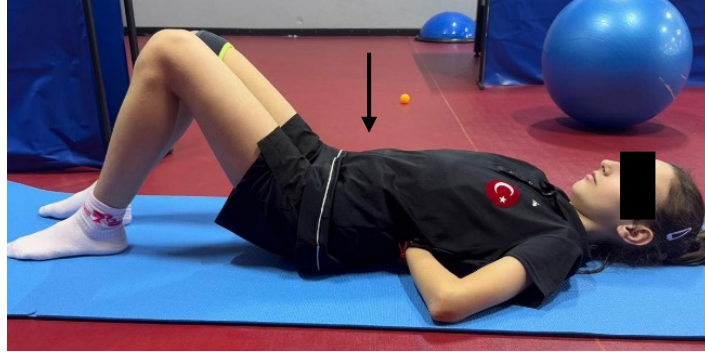
Şekil 3.2. Y denge testi görseli

3.2.3. Uygulanan core stabilizasyon antrenmanı protokolü

Çalışmaya 24 masa tenisi sporcusu dahil edilmiştir. Katılımcıların ailelerinde de çalışmayla ilgili bilgilendirme yapılmış ve ailelerden onam formu doldurtulmuştur. Katılımcılara Y Balance Denge Testi ve Statik Plantar Basınç Ölçümü yapılmıştır. Katılımcılar randomize bir şekilde 12 kişi egzersiz, 12 kişi kontrol grubu olmak üzere 2 gruba ayrılmıştır. Deney grubuna 8 hafta boyunca haftada üç gün core stabilizasyon egzersizleri uygulatılmış, kontrol grubuna ise herhangi bir müdahalede bulunulmamıştır. Sekiz haftanın sonunda tüm katılımcıların son testleri alınmıştır. Masa tenisi sporcularına uygulanan 8 haftalık egzersizler aşağıdaki gibidir (Samson, 2005);

1.HAFTA:

1a Egzersiz: Sırtüstü pozisyonda ve dizleri ayakları yere değecek kadar bükülü pozisyona gelinir. Daha sonra katılımcıya karın kaslarını kasmaı, pelvisi geriye döndürmeden göbeğini yere doğru bastırması talimatı verilmiştir (Set x tekrar sayısı:1x10) (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. 1a Egzersiz görseli

1b Egzersiz: Katılımcıya elleri ve dizleri üzerinde iken pelvisini (kalçasını) geriye doğru döndürmeden göbek deliğini tavana doğru çekerek karın kaslarını kasmaı talimatı verilmiştir. Katılımcının sırtını kamburlaştırmasına dikkat edilmiştir (Set x tekrar sayısı:1x10) (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. 1b Egzersiz görseli

1c Egzersiz: Katılımcı sağ ön kolu ve sağ ayağı yerde olacak şekilde yanlamasına bir duruşta iken katılımcıya sağ oblik kasını kasarken düz bir hizalanmayı koruması yönünde talimat verilmiştir. Aynısı sol taraf için tekrarlanmıştır. (Set x tekrar sayısı: 1x3/her iki taraf için, 10 saniye tutma) (Şekil 3.5).



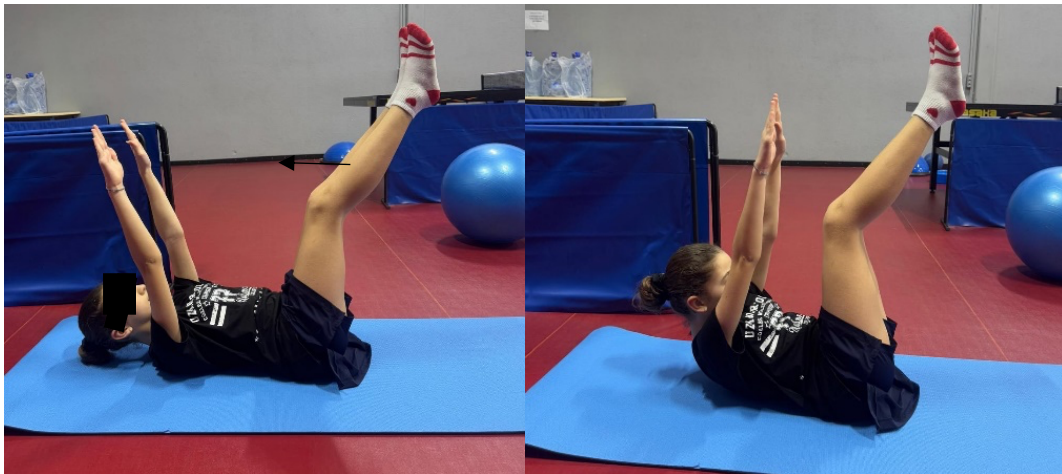
Şekil 3.5. 1c Egzersiz görseli

2.HAFTA: 1. Hafta egzersizleriyle aynı egzersizler yaptırılmış ancak egzersizlerin tekrar ve set sayıları şu şekilde arttırılmıştır:

- **1a** egzersizinin set sayısı 2x10,
- **1b** egzersizinin set sayısı 2x10,
- **1c** egzersizinin set sayısı 1x6 olarak uygulanmıştır.

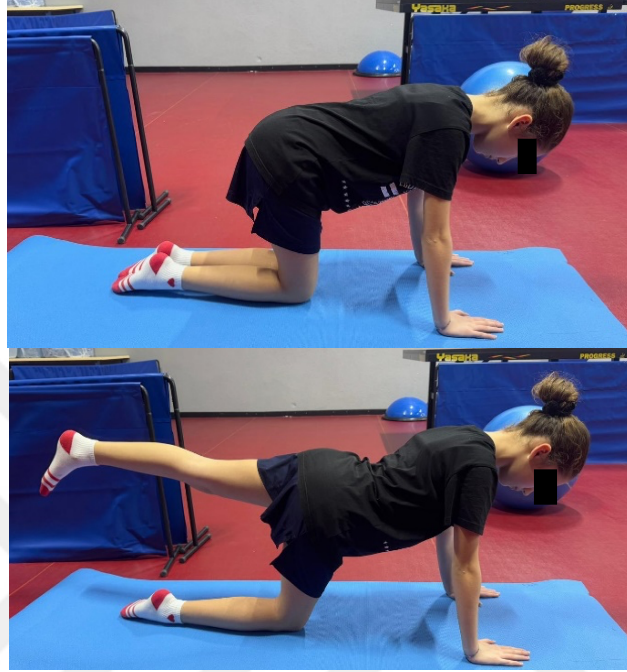
3.HAFTA:

3a Egzersiz: Katılımcı sırtüstü pozisyonda iken üst ve alt ekstremitelerini tavana doğru bakacak şekilde uzatması istenmiştir. Yavaş kontrollü hareketlerle ekstremitelerini gövdeye doğru hareket ettirmesi ve aynı anda karın kasılmasını sürdürmesi yönünde talimat verilmiştir. (Set x tekrar sayısı: 1x10) (Şekil 3.6).



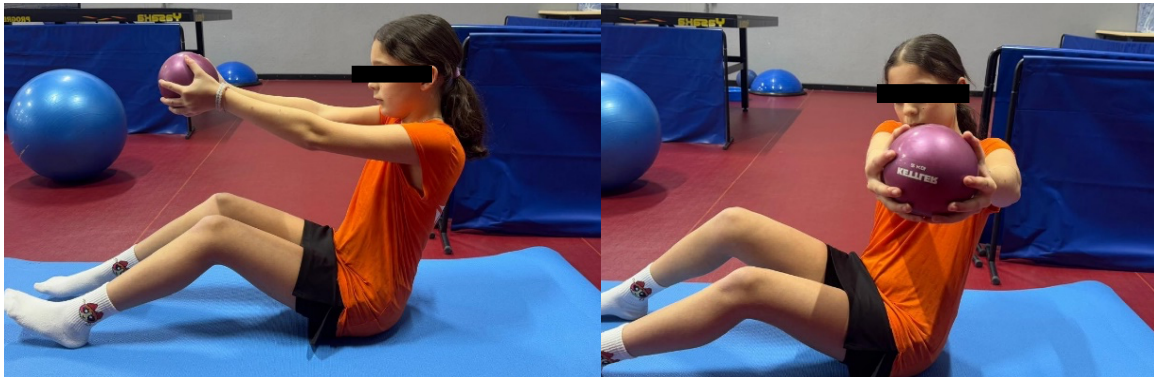
Şekil 3.6. 3a Egzersiz görseli

3b Egzersiz: Katılımcı emekleme pozisyonundayken bir bacağına yavaş ve kontrollü bir şekilde mümkün olduğunca düz bir şekilde geriye uzatırken karın kaslarını kasma ve ardından o bacağı orijinal başlangıç pozisyonuna getirmesi talimatı verilmiştir. Hareket karşı bacak içinde aynı şekilde tekrarlanacak (Set x tekrar sayısı: 1x10) (Şekil 3.7.).



Şekil 3.7. 3b Egzersiz görseli

3c Egzersiz: Katılımcı dizleri 45 dereceye kadar bükülmüş şekilde yerde dik oturtulmuştur. Katılımcıya iki eliyle topu tutarken karın kaslarının kasılmasını koruması eş zamanlı olarak kollarını uzatarak üst gövdesini döndürmesi talimatı verilmiştir. Orta hattı sağa ve sola şeklinde ayrı ayrı tekrarlanmıştır (Set x tekrar sayısı: 1x10) (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. 3c Egzersiz görseli

4.HAFTA: 3.hafta uygulanan egzersizlerin set ve tekrar sayıları 2x10 şeklinde uygulanmıştır.

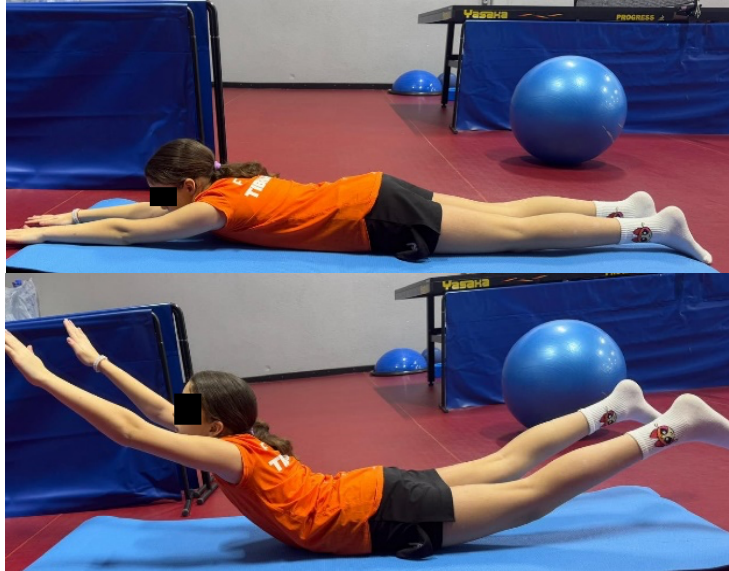
5.HAFTA:

5a Egzersiz: Katılımcıya dik duruşta uygun boyutta bir pilates topu üzerinde oturtulmuştur. Bu pozisyonda iken katılımcıya pelvisini geriye doğru döndürmeden karın kaslarını kılması ve pilates topu üzerinde dengede kalması talimatı verilmiştir (Set x tekrar sayısı: 1x10) (Şekil 3.9).



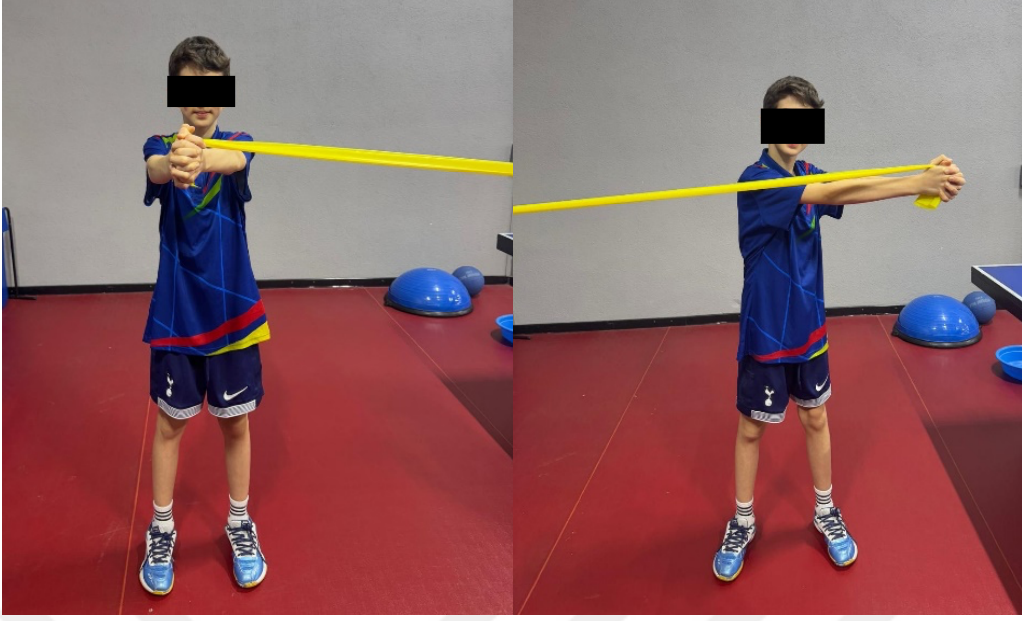
Şekil 3.9. 5a Egzersiz görseli

5b Egzersiz: Katılımcı üst ve alt ekstremiteleri düz ve tamamen uzatılmış şekilde karnının üzerine uzanmıştır. Katılımcıya her iki ekstremitayı aynı anda kaldırması talimatı verilmiş ve kontrollü bir şekilde orijinal başlangıç pozisyonlarına dönmesi istenmiştir (Set x tekrar sayısı: 1x10) (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. 5b Egzersiz görseli

5c Egzersiz: Katılımcı başka bir katılımcı ile eşleştirilmiştir. Bir katılımcıdan, terapötik direnç bandını tutması ve hareketsiz kalması talimatını verilmiş, diğer katılımcıya ise şekildeki gibi sağa ve sola rotasyon yapması istenmiştir (Set x tekrar sayısı: 1x10) (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. 5c Egzersiz görseli

6.HAFTA: Egzersizler 5. Haftada uygulanan programa ek olarak set sayıları 2x10 şeklinde uygulanmıştır.

7.HAFTA:

7a Egzersiz: Katılımcı her iki ayağı da yere basarken üst sırtı pilates topu üzerinde desteklenmiştir ve kolları göğsünün üzerinde çaprazlanmıştır. Katılımcıdan gövde kaslarını kullanarak üst vücudunu kaldırması ve karşı dizine doğru dönmesi talimatı verilmiş, ardından üst vücudunu kontrollü bir şekilde orijinal başlangıç pozisyonuna geri döndürmesi istenmiştir. Aynı hareket karşı dize doğru tekrarlanmıştır (Set x tekrar sayısı: 1x10) (Şekil 3.12).

7b Egzersiz: 7a egzersizi topla kollar öne uzatılarak uygulanmıştır (Set x tekrar sayısı: 1x10) (Şekil 3.13).

7c Egzersiz: Katılımcı tek ayak üzerinde dururken baskın eline bir masa tenis raketi verilmiştir. Ardından katılımcıdan dengesini koruyarak forehand ve backhand vuruşları yapması istenmiştir. Aynı hareketler diğer elde de gerçekleştirilmiştir (Set x tekrar sayısı: 1x10) (Şekil 3.14).



Şekil 3.12. 7a Egzersiz görseli



Şekil 3.13. 7b Egzersiz görseli



Şekil 3.14. 7c Egzersiz görseli

8.HAFTA: 7. haftada uygulanan programın egzersizleri 2x10 tekrar olacak şekilde uygulanmıştır.

3.3. İstatistiksel Analiz

Veriler SPSS paket programında analiz edilmiştir. Verilerin normallik analizi Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri ile yapılmış, çarpıklık ve basıklık değerleri incelenmiştir. Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testler sonuçlarında istatistiksel bir anlamlılık bulunmaması ($p > 0.05$) ve verilerin çarpıklık ve basıklık değerlerinin $(-2) - (+2)$ aralığında yer alması verilerin normal dağılıma uyduğunu göstermektedir (George ve Mallery, 2010; Büyüköztürk., 2021). Veriler normal dağılıma uyduğundan verilerin analizinde tanımlayıcı istatistikler, Bağımlı Örneklem T testi ve Bağımsız Örneklem T testi kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p \leq 0,05$ olarak kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Katılımcıların Demografik Verilerine İlişkin Bulgular

Katılımcıların cinsiyet dağılımı Tablo 4.1'deki gibidir. Katılımcılar egzersiz ve kontrol grubu olmak üzere iki grubu ayrılmıştır (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Katılımcıların demografik verilerine ilişkin frekans bulguları

Değişkenler		n	%
Cinsiyet	Kız	12	50,0
	Erkek	12	50,0
	Total	24	100,0
Grup	Deney	12	50,0
	Kontrol	12	50,0
	Total	24	100,0

Tüm katılımcıların ortalama yaş ortalaması $11,25 \pm 1,54$ olup, ortalama $40,11 \pm 10,86$ kiloda $148,63 \pm 10,18$ boydadırlar (Tablo 4.2). Katılımcıların cinsiyet ve gruplarına göre yaş, kilo, boy, ayakkabı numarası ortalama değerlerini Tablo 4.2'de yer almaktadır.

Tablo 4.2. Katılımcıların demografik verilerine ilişkin tanımlayıcı bulguları

Değişkenler		n	Min.	Maks.	Ort.	Sd.
Tüm katılımcılar	Yaş (yıl)	24	9,00	14,00	11,25	1,54
	Kilo (kg)	24	24,20	65,00	40,11	10,86
	Boy (cm)	24	124,50	167,60	148,63	10,18
	Ayakkabı no	24	33,00	42,00	36,85	2,20
Cinsiyete göre	Kız	12	9,00	13,00	10,92	1,08
	Kilo (kg)	12	26,10	57,70	37,69	8,85
	Boy (cm)	12	134,00	163,00	146,00	7,86
	Ayakkabı no	12	33,00	38,00	35,96	1,36
Erkek	Yaş (yıl)	12	9,00	14,00	11,58	1,88
	Kilo (kg)	12	24,20	65,00	42,53	12,47
	Boy (cm)	12	124,50	167,60	151,27	11,82
	Ayakkabı no	12	33,00	42,00	37,75	2,55
Egzersiz grubu	Yaş (yıl)	12	9,00	14,00	11,50	1,38
	Kilo (kg)	12	24,20	59,90	40,83	11,59
	Boy (cm)	12	124,50	163,00	149,92	10,58
	Ayakkabı no	12	33,00	41,00	37,17	2,09
Gruba göre	Yaş (yıl)	12	9,00	14,00	11,00	1,71
	Kontrol grubu	12	26,10	65,00	39,38	10,54
	Boy (cm)	12	134,00	167,60	147,35	10,06
	Ayakkabı no	12	33,00	42,00	36,54	2,35

4.2. Verilerin Normallik Analizine İlişkin Bulgular

Tablo X'te verilerin normallik analizi sonuçları ve çarpıklık ve basıklık değerleri yer almaktadır. Verilerin Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testlerinde $p > 0.05$ bulunduğu ve çarpıklık ve basıklık değerleri $(-2) - (+2)$ aralığında olduğundan verilerin normal dağılıma uyduğu bulundu (George ve Mallery, 2010; Büyüköztürk., 2021). Bu nedenle istatistiklerde parametrik testler tercih edildi. Verilerin normal dağılıma uyması doğrultusunda verilerin analizinde parametrik testler tercih edilmiştir. Gruplar arası verilerin karşılaştırılmasında bağımsız örneklem t testi, grup içi ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılmasında bağımlı örneklem t testi kullanılmıştır.

Tablo 4.3. Verilerin normallik analizi sonuçları

Değişkenler	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk			Çarpıklık		Basıklık	
	Ort.	S.s.	p	Ort.	S.s.	p	Ort.	S.s.	Ort.	S.s.
Ön test sağ YDT kompozit skoru	0,16	24	0,099	0,925	24	0,075	0,87	0,47	1,84	0,92
Ön test sol YDT kompozit skoru	0,10	24	0,200	0,964	24	0,522	0,56	0,47	0,48	0,92
Son test sağ YDT kompozit skoru	0,10	24	0,200	0,973	24	0,750	-0,25	0,47	0,25	0,92
Son test sol YDT kompozit skoru	0,14	24	0,200	0,957	24	0,378	0,35	0,47	0,11	0,92
Ön test sol ayak plantar basınç yüzdesi	0,16	24	0,109	0,888	24	0,122	-0,74	0,47	-0,48	0,92
Ön test sağ ayak plantar basınç yüzdesi	0,16	24	0,109	0,888	24	0,122	0,74	0,47	-0,48	0,92
Ön test sol ön ayak plantar basınç yüzdesi	0,09	24	0,200	0,950	24	0,264	0,83	0,47	1,80	0,92
Ön test sağ ön ayak plantar basınç yüzdesi	0,12	24	0,200	0,960	24	0,437	-0,11	0,47	-0,69	0,92
Ön test sol arka ayak plantar basınç yüzdesi	0,10	24	0,200	0,974	24	0,755	-0,41	0,47	0,51	0,92
Ön test sağ ayak arka plantar basınç yüzdesi	0,10	24	0,200	0,946	24	0,216	0,82	0,47	1,05	0,92
Ön test sol ayak yüzey alanı (cm ²)	0,10	24	0,200	0,965	24	0,557	-0,19	0,47	-0,41	0,92
Ön test sağ ayak yüzey alanı (cm ²)	0,14	24	0,200	0,948	24	0,249	0,32	0,47	-0,43	0,92
Ön test sol ayak plantar basınç toplam ortalaması (N/cm ²)	0,12	24	0,200	0,969	24	0,653	-0,15	0,47	-0,69	0,92
Ön test sağ ayak plantar basınç toplam ortalaması (N/cm ²)	0,17	24	0,070	0,958	24	0,404	0,44	0,47	0,07	0,92
Ön test sol ön ayak plantar basınç toplam ortalaması (N/cm ²)	0,13	24	0,200	0,939	24	0,157	0,69	0,47	0,64	0,92

Tablo 4.3. (Devam) Verilerin normallik analizi sonuçları

Değişkenler	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk			Çarpıklık		Basıklık	
	Ort.	s.d.	p	Ort.	s.d.	p	Ort.	S.s.	Ort.	S.s.
Ön test sağ ön ayak plantar basınç toplam ortalaması (N/cm ²)	0,14	24	0,200	0,93	24	0,116	-0,08	0,47	-1,34	0,92
Ön test sol arka ayak plantar basınç toplam ortalaması (N/cm ²)	0,11	24	0,200	0,98	24	0,779	0,14	0,47	-0,43	0,92
Ön test sağ ayak arka plantar basınç toplam ortalaması (N/cm ²)	0,14	24	0,200	0,95	24	0,281	0,64	0,47	-0,12	0,92
Son test sol ayak plantar basınç yüzdesi	0,11	24	0,200	0,97	24	0,745	0,52	0,47	0,26	0,92
Son test sağ ayak plantar basınç yüzdesi	0,11	24	0,200	0,97	24	0,745	-0,52	0,47	0,26	0,92
Son test sol ön ayak plantar basınç yüzdesi	0,10	24	0,200	0,97	24	0,703	0,40	0,47	-0,11	0,92
Son test sağ ön ayak plantar basınç yüzdesi	0,08	24	0,200	0,96	24	0,346	0,75	0,47	1,49	0,92
Son test sol arka ayak plantar basınç yüzdesi	0,11	24	0,200	0,97	24	0,579	-0,51	0,47	-0,22	0,92
Son test sağ ayak arka plantar basınç yüzdesi	0,13	24	0,200	0,96	24	0,346	-0,52	0,47	0,09	0,92
Son test sol ayak yüzey alanı (cm ²)	0,11	24	0,200	0,97	24	0,587	-0,46	0,47	-0,20	0,92
Son test sağ ayak yüzey alanı (cm ²)	0,13	24	0,200	0,98	24	0,904	0,30	0,47	-0,18	0,92
Son test sol ayak plantar basınç toplam ortalaması (N/cm ²)	0,15	24	0,155	0,95	24	0,227	-0,51	0,47	-0,16	0,92
Son test sağ ayak plantar basınç toplam ortalaması (N/cm ²)	0,14	24	0,200	0,96	24	0,529	-0,13	0,47	-0,87	0,92
Son test sol ön ayak plantar basınç toplam ortalaması (N/cm ²)	0,12	24	0,200	0,95	24	0,320	0,34	0,47	-0,76	0,92
Son test sağ ön ayak plantar basınç toplam ortalaması (N/cm ²)	0,17	24	0,080	0,93	24	0,077	0,97	0,47	1,17	0,92
Son test sol arka ayak plantar basınç toplam ortalaması (N/cm ²)	0,11	24	0,200	0,96	24	0,411	-0,07	0,47	-0,53	0,92
Son test sağ ayak arka plantar basınç toplam ortalaması (N/cm ²)	0,12	24	0,200	0,97	24	0,614	0,29	0,47	-0,56	0,92

4.3. YDT Kompozit Skoru Değişimine İlişkin Bulgular

Y denge testi sonrasında elde edilen sağ ve sol bacak kompozit skorlarının grup içi karşılaştırılması Tablo 4.4'te belirtilmiştir. Bu sonuca göre egzersiz grubunun sağ ve sol YDT kompozit skorlarının ön test ve son test değerleri arasında anlamlı farklılığa rastlanırken ($p < 0,05$), kontrol grubunda YDT kompozit skorların değişiminde anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p > 0,05$). Egzersiz grubundaki bu farklılık egzersiz uygulamaları sonrasında YDT kompozit skorlarının sağ ve sol bacakta arttığı yönündedir.

Tablo 4.4. Grup içi ön ve son test YDT kompozit skorlarının karşılaştırılması

Gruplar	Değişkenler	n	Ort.	S.s.	t	s.d.	p
Egzersiz grubu	Ön test sağ YDT kompozit skoru	12	87,19	9,03	-4,725	11	0,001*
	Son test sağ YDT kompozit skoru	12	97,34	8,80			
	Ön test sol YDT kompozit skoru	12	89,52	8,68	-3,518	11	0,005*
	Son test sol YDT kompozit skoru	12	97,34	8,80			
Kontrol grubu	Ön test sağ YDT kompozit skoru	12	83,30	10,27	-1,280	11	0,227
	Son test sağ YDT kompozit skoru	12	84,88	10,09			
	Ön test sol YDT kompozit skoru	12	84,07	10,52	-0,468	11	0,649
	Son test sol YDT kompozit skoru	12	84,88	10,09			

* $p < 0,05$

Tablo 4.5 incelendiğinde gruplar arası sol bacak ve sağ bacak son test YDT kompozit skorlarında egzersiz grubunda kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde yüksek olduğu bulunmuştur ($p < 0,05$).

Tablo 4.5. Gruplar arası son test YDT kompozit skorlarının karşılaştırılması

Değişkenler	Grup	n	Ort.	S.s.	t	s.d.	p
Son test sağ YDT kompozit skoru	Egzersiz grubu	12	97,34	8,80	3,223	22	0,004*
	Kontrol grubu	12	84,88	10,09			
Son test sol YDT kompozit skoru	Egzersiz grubu	12	98,07	9,88	2,809	22	0,010*
	Kontrol grubu	12	86,71	9,92			

4.4. Sağ ve Sol Ayak Plantar Basınç Yüzde Değerlerine İlişkin Bulgular

Tablo 4.6 incelendiğinde ayağın ön ve son test plantar basınç yüzde değerleri arasında egzersiz grubunda da kontrol grubunda da anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır ($p > 0,05$).

Tablo 4.6. Grup içi ayağın ön ve son test plantar basınç yüzde değerlerinin karşılaştırılması

Grup	Plantar basınç yüzdesi değişkenleri	n	Ort.	S.s.	t	s.d.	p
Egzersiz grubu	Ön test sol ayak	12	53,93	6,39	-1,274	11	0,229
	Son test sol ayak	12	55,86	5,29			
	Ön test sağ ayak	12	46,07	6,39	1,274	11	0,229
	Son test sağ ayak	12	44,14	5,29			
	Ön test sol ön ayak	12	22,11	5,11	-1,170	11	0,267
	Son test sol ön ayak	12	23,92	6,48			
	Ön test sağ ön ayak	12	19,39	4,68	-0,439	11	0,669
	Son test sağ ön ayak	12	19,86	6,31			
	Ön test sol arka ayak	12	31,89	6,94	-0,162	11	0,875
	Son test sol arka ayak	12	32,15	7,08			
	Ön test sağ arka ayak	12	26,61	6,96	1,786	11	0,102
	Son test sağ arka ayak	12	24,07	5,46			
Kontrol grubu	Ön test sol ayak	12	54,92	4,28	-0,726	11	0,483
	Son test sol ayak	12	56,40	5,93			
	Ön test sağ ayak	12	45,08	4,28	0,726	11	0,483
	Son test sağ ayak	12	43,60	5,93			
	Ön test sol ön ayak	12	24,56	5,97	-0,895	11	0,390
	Son test sol ön ayak	12	26,01	6,20			
	Ön test sağ ön ayak	12	20,02	4,81	0,174	11	0,865
	Son test sağ ön ayak	12	19,88	4,98			
	Ön test sol arka ayak	12	30,25	5,68	-0,013	11	0,990
	Son test sol arka ayak	12	30,29	8,23			
	Ön test sağ arka ayak	12	25,09	5,31	0,831	11	0,424
	Son test sağ arka ayak	12	23,82	4,98			

Gruplar arası ayağın ön test plantar basınç yüzde değerleri arasında anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır ($p > 0,05$). Benzer şekilde gruplar arası ayağın son test plantar basınç yüzde değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p > 0,05$) (Tablo 4.7).

4.5. Sağ ve Sol Ayak Yüzey Alanı Değerlerine İlişkin Bulgular

Tablo 4.8 incelendiğinde ayağın ön ve son test yüzey alanı değerleri arasında egzersiz grubunda da kontrol grubunda da anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır ($p > 0,05$).

Tablo 4.9’da gruplar arası ayağın ön test yüzey alanı değerleri arasında ve son test yüzey alanı değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p > 0,05$).

4.6. Sağ ve Sol Ayak Toplam Ortalama Plantar Basınç Değerlerine İlişkin Bulgular

Tablo 4.10 incelendiğinde egzersiz grubunda sol ayağın, sağ ayağın ve sağ arka ayağın ön ve son test toplam ortalama plantar basınç değerleri (TOPBD) arasında anlamlı bir farklılığa

rastlanırken ($p < 0,05$), diğer değerlerde bir farklılık bulunamamıştır ($p > 0,05$). Bu farklılık egzersiz grubunda core egzersizleri sonrası sol ayakta, sağ ayakta ve sağ arka ayakta ortalama plantar basıncın azalması yönündedir. Kontrol grubu incelendiğinde ön ve son test ortalama plantar basınç değerleri arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p > 0,05$).

Tablo 4.7. Gruplar arası ayağın ön ve son test plantar basınç yüzde değerlerinin karşılaştırılması

Plantar basınç yüzdesi değişkenleri	Grup	n	Ort.	S.s.	t	s.d.	p
Ön test sol ayak	Egzersiz grubu	12	53,93	6,39	-0,448	22	0,658
	Kontrol grubu	12	54,92	4,28			
Ön test sağ ayak	Egzersiz grubu	12	46,07	6,39	0,448	22	0,658
	Kontrol grubu	12	45,08	4,28			
Ön test sol ön ayak	Egzersiz grubu	12	22,11	5,11	-1,079	22	0,292
	Kontrol grubu	12	24,56	5,97			
Ön test sağ ön ayak	Egzersiz grubu	12	19,39	4,68	-0,324	22	0,749
	Kontrol grubu	12	20,02	4,81			
Ön test sol arka ayak	Egzersiz grubu	12	31,89	6,94	0,632	22	0,534
	Kontrol grubu	12	30,25	5,68			
Ön test sağ arka ayak	Egzersiz grubu	12	26,61	6,96	0,603	22	0,553
	Kontrol grubu	12	25,09	5,31			
Son test sol ayak	Egzersiz grubu	12	55,86	5,29	-0,237	22	0,814
	Kontrol grubu	12	56,40	5,93			
Son test sağ ayak	Egzersiz grubu	12	44,14	5,29	0,237	22	0,814
	Kontrol grubu	12	43,60	5,93			
Son test sol ön ayak	Egzersiz grubu	12	23,92	6,48	-0,809	22	0,427
	Kontrol grubu	12	26,01	6,20			
Son test sağ ön ayak	Egzersiz grubu	12	19,86	6,31	-0,008	22	0,993
	Kontrol grubu	12	19,88	4,98			
Son test sol arka ayak	Egzersiz grubu	12	32,15	7,08	0,594	22	0,558
	Kontrol grubu	12	30,29	8,23			
Son test sağ arka ayak	Egzersiz grubu	12	24,07	5,45	0,119	22	0,906
	Kontrol grubu	12	23,82	4,98			

Tablo 4.8. Grup içi ayağın ön ve son test yüzey alanı değerlerinin karşılaştırılması

Grup	Değişkenler	n	Ort.	S.s.	t	s.d.	p
Egzersiz grubu	Ön test sol ayak yüzey alanı (cm ²)	12	87,73	18,98	-0,998	11	0,340
	Ön test sol ayak yüzey alanı (cm ²)	12	90,27	15,72			
	Son test sağ ayak yüzey alanı (cm ²)	12	88,26	18,49	-1,036	11	0,322
	Son test sağ ayak yüzey alanı (cm ²)	12	90,39	17,08			
Kontrol grubu	Ön test sol ayak yüzey alanı (cm ²)	12	87,79	13,48	-1,847	11	0,092
	Son test sol ayak yüzey alanı (cm ²)	12	90,16	12,81			
	Son test sağ ayak yüzey alanı (cm ²)	12	85,83	14,59	-0,346	11	0,736
	Son test sağ ayak yüzey alanı (cm ²)	12	86,42	14,57			

Tablo 4.9. Gruplar arası ayağın ön ve son test yüzey alanı değerlerinin karşılaştırılması

Ayak yüzey alanı değişkenleri	Grup	n	Ort.	Sd.	t	s.d.	p
Ön test sol ayak yüzey alanı (cm ²)	Egzersiz grubu	12	87,73	18,98	-0,009	22	0,993
	Kontrol grubu	12	87,79	13,48			
Ön test sağ ayak yüzey alanı (cm ²)	Egzersiz grubu	12	88,26	18,49	0,357	22	0,724
	Kontrol grubu	12	85,83	14,59			
Post test sol ayak yüzey alanı (cm ²)	Egzersiz grubu	12	90,27	15,72	0,020	22	0,984
	Kontrol grubu	12	90,16	12,81			
Post test sağ ayak yüzey alanı (cm ²)	Egzersiz grubu	12	90,39	17,08	0,612	22	0,547
	Kontrol grubu	12	86,42	14,57			

Tablo 4.10. Grup içi ayağın ön ve son test TOPBD karşılaştırılması

Grup	TOPBD değişkenleri	n	Ort.	S.s.	t	s.d.	p
Egzersiz grubu	Ön test sol ayak (N/cm ²)	12	0,33	0,05	3,936	11	0,002*
	Post test sol ayak (N/cm ²)	12	0,29	0,04			
	Ön test sağ ayak (N/cm ²)	12	0,28	0,06	2,841	11	0,016*
	Post test sağ ayak (N/cm ²)	12	0,23	0,04			
	Ön test sol ön ayak (N/cm ²)	12	0,22	0,05	0,892	11	0,392
	Post test sol ön ayak (N/cm ²)	12	0,21	0,05			
	Ön test sağ ön ayak (N/cm ²)	12	0,20	0,05	1,130	11	0,283
	Post test sağ ön ayak (N/cm ²)	12	0,18	0,07			
	Ön test sol arka ayak (N/cm ²)	12	0,49	0,13	2,188	11	0,051
	Post test sol arka ayak (N/cm ²)	12	0,43	0,13			
	Ön test sağ arka ayak (N/cm ²)	12	0,41	0,17	2,908	11	0,014*
	Post test sağ arka ayak (N/cm ²)	12	0,33	0,12			
Kontrol grubu	Ön test sol ayak (N/cm ²)	12	0,29	0,05	1,241	11	0,240
	Post test sol ayak (N/cm ²)	12	0,27	0,06			
	Ön test sağ ayak (N/cm ²)	12	0,24	0,05	2,185	11	0,051
	Post test sağ ayak (N/cm ²)	12	0,21	0,05			
	Ön test sol ön ayak (N/cm ²)	12	0,22	0,07	1,415	11	0,185
	Post test sol ön ayak (N/cm ²)	12	0,20	0,06			
	Ön test sağ ön ayak (N/cm ²)	12	0,18	0,05	1,232	11	0,244
	Post test sağ ön ayak (N/cm ²)	12	0,17	0,04			
	Ön test sol arka ayak (N/cm ²)	12	0,39	0,10	0,221	11	0,829
	Post test sol arka ayak (N/cm ²)	12	0,38	0,15			
	Ön test sağ arka ayak (N/cm ²)	12	0,34	0,13	1,994	11	0,072
	Post test sağ arka ayak (N/cm ²)	12	0,29	0,11			

Tablo 4.11’de Gruplar arası ayağın ön ve son test TOPBD karşılaştırılması bulunmaktadır. Buna göre ön test sol arka ayak ortalama plantar basınç değeri egzersiz grubunda kontrol grubuna istatistiksel olarak daha yüksek olup ($p < 0,05$); core egzersizleri sonrası iki grubun bu değerinde anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır ($p > 0,05$). Diğer toplam ortalama plantar basıncın ön ve son test değerleri iki grup arasında farklılaşmamaktadır ($p > 0,05$).

Tablo 4.11. Gruplar arası ayağın ön ve son test TOPBD karşılaştırılması

TOPBD değişkenleri	Grup	n	Ort.	S.s.	t	s.d.	p
Ön test sol ayak (N/cm ²)	Egzersiz grubu	12	0,33	0,05	1,902	22	0,070
	Kontrol grubu	12	0,29	0,05			
Ön test sağ ayak (N/cm ²)	Egzersiz grubu	12	0,28	0,06	1,625	22	0,118
	Kontrol grubu	12	0,24	0,05			
Ön test sol ön ayak (N/cm ²)	Egzersiz grubu	12	0,22	0,05	0,065	22	0,949
	Kontrol grubu	12	0,22	0,07			
Ön test sağ ön ayak (N/cm ²)	Egzersiz grubu	12	0,20	0,05	0,971	22	0,342
	Kontrol grubu	12	0,18	0,05			
Ön test sol arka ayak (N/cm ²)	Egzersiz grubu	12	0,49	0,13	2,170	22	0,041*
	Kontrol grubu	12	0,39	0,10			
Ön test sağ arka ayak (N/cm ²)	Egzersiz grubu	12	0,41	0,17	1,162	22	0,258
	Kontrol grubu	12	0,34	0,13			
Son test sol ayak (N/cm ²)	Egzersiz grubu	12	0,29	0,04	1,215	22	0,237
	Kontrol grubu	12	0,27	0,06			
Son test sağ ayak (N/cm ²)	Egzersiz grubu	12	0,23	0,04	0,989	22	0,333
	Kontrol grubu	12	0,21	0,05			
Son test sol ön ayak (N/cm ²)	Egzersiz grubu	12	0,21	0,05	0,410	22	0,686
	Kontrol grubu	12	0,20	0,06			
Son test sağ ön ayak (N/cm ²)	Egzersiz grubu	12	0,18	0,07	0,653	16,99	0,521
	Kontrol grubu	12	0,17	0,04			
Son test sol arka ayak (N/cm ²)	Egzersiz grubu	12	0,43	0,13	0,837	22	0,412
	Kontrol grubu	12	0,38	0,15			
Son test sağ arka ayak (N/cm ²)	Egzersiz grubu	12	0,33	0,12	0,792	22	0,437
	Kontrol grubu	12	0,29	0,11			

5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Core kasları; transversus abdominis, multifidus, pelvic taban kasları, diyafram ve gluteal kasları kapsayan, gövde stabilizasyonunda görev alan derin kas gruplarını ifade etmektedir (Akuthota ve Nadler, 2004). Bu kas gruplarının fonksiyonel aktivasyonu, denge kontrolü ve motor beceri gelişimi açısından kritik öneme sahiptir (Kibler ve diğ., 2006; Willson ve diğ., 2005). Core stabilizasyon egzersizleri, atletik aktiviteler sırasında denge ve stabiliteyi korumak için çok önemli olan omurga ve pelvisi çevreleyen kasların gücünü ve kontrolünü artırmak için tasarlanmıştır. Core stabilizasyonu, dengeyi ve stabiliteyi korumak için çok önemli olan omurga ve pelvisi çevreleyen kasların gücünü ve kontrolünü artırmak için tasarlanmış egzersizleri ifade eder. Core stabilizasyon egzersizleri, postüral kontrol ve dengeyi korumak için gerekli olan gövde kaslarının aktivasyonunu artırmaktadır (Yüksel, 2023). Araştırmalar, core stabilizasyon egzersizlerinin çeşitli popülasyonlarda dengeyi önemli ölçüde iyileştirdiğini göstermektedir (Walankar ve diğ., 2023; Al-Nemr ve Kora, 2024; Arslan Kabasakal, 2024; Kızılkaya ve Tüzün, 2024). Sportif anlamda ise core stabilizasyon egzersizleri yaralanmaların önlenmesi ve dengenin geliştirilmesi için önemlidir (Mohammed ve diğ., 2022; Zemková ve Zapletalová, 2022; Wijaya ve diğ., 2024). Core stabilizasyon egzersizleri dengeyi artırma ve yaralanmaları önlemedeki faydaları nedeniyle yaygın olarak kabul edilirken, gelişmiş denge ile gelişmiş spora özgü performans arasındaki doğrudan korelasyon, daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyan bir alan olmaya devam etmektedir (Mohammed ve diğ., 2022; Zemková ve Zapletalová, 2022). Bu bağlamda bu tez çalışmasının amacı 9- 14 yaş grubu ve haftanın en az 6 günü antrenman yapan lisanslı masa tenisi branşını sürdüren çocuklarda core stabilizasyon egzersizlerinin dinamik dengeye, ayak plantar basınç yüzdesine, ayak yüzey alanına ve toplam ortalama plantar basınç değerlerine etkisini incelemektir.

Mevcut çalışmada, 9-14 yaş arasında bulunan ve masa tenisi branşını sürdüren çocuk sporcularda core stabilizasyon egzersizlerinin hem sağ hem de sol bacakta dinamik denge değerlerini artırdığı belirlenmiştir. Bu sonuç, core stabilizasyon egzersizlerinin masa tenisi sporcularında postüral kontrolü iyileştirdiğine dair güçlü kanıtlar sunmaktadır.

Literatür incelendiğinde, Obertinca (2019) core stabilizasyon eğitiminin, egzersizlerin gözler açık veya kapalı olmasına bakılmaksızın, özellikle genç sporcularda statik dengeyi geliştirdiğini belirtmektedir. Gill ve diğ. (2024) ise core stabilizasyon egzersizlerinin, özellikle kriket oyuncularını gibi profesyonel olmayan sporcularda dinamik dengenin gelişimine katkı sağladığını göstermiştir. Günaydın ve Eliöz (2021) ise benzer şekilde sporcularda ve

sedanterlerde core stabilizasyon egzersizlerinin denge üzerinde önemli etkiler yarattığını göstermiştir. Ayrıca Kahle ve Gribble (2009), core antrenmanlarının postüral kontrolü güçlendirdiğini ve spor performansını olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuştur. Imai ve diğ. (2014) ise 8 haftalık core egzersiz programlarının genç futbolcularda hem statik hem de dinamik dengeyi artırdığını göstermiştir. Bu bağlamda, bu çalışmadaki bulgular literatürle büyük oranda örtüşmektedir. Bunların aksine Atalay Güzel ve diğ. (2022) yaptıkları çalışmada altı haftalık core stabilizasyon egzersizlerinin kadın voleybolcularda dengeye etki etmediğini göstermiştir. Buradaki farklılık tez çalışmasında uygulanan core stabilizasyon egzersizlerinin 8 haftalık planlanmasından ve farklı yaş grubundaki farklı spor branşına uygulanmasından kaynaklanıyor olabilir.

Core egzersizlerinin vestibüler, görsel ve somatosensoriyel sistemlerle olan etkileşimi de denge gelişimi açısından önemlidir. Behm ve diğ. (2010), core egzersizlerinin bu üçlü sistemin entegrasyonunu desteklediğini ve merkezi sinir sisteminin postüral taleplere daha hızlı yanıt vermesini sağladığını belirtmektedir. Bu mekanizmalar, çalışmamızda gözlenen YDT kompozit skorlarındaki artışların fizyolojik temelini açıklamaktadır.

Plantar basınç, ayakta durma veya hareket sırasında basıncın ayağın yüzeyi boyunca dağılımını ifade eder (Sukprasert ve diğ., 2024). Tez çalışmasında core stabilizasyon egzersizlerinin masa tenisi sporcularında plantar basınç yüzdesi ve ayak yüzey alanı değerlerini değiştirmediği belirlenmiştir. Bu bulgu, core stabilizasyonunun kısa vadede ayak tabanı morfolojisini değiştirmediğini düşündürmektedir. Yapılan çalışmalar ayak tabanı basınç paternlerinin bireysel biyomekanik yapı ve ayak morfolojisi ile yakından ilişkili olduğunu, kısa süreli müdahalelerin bu parametreleri değiştirmekte sınırlı kalabileceğini belirtmiştir (Nigg ve diğ., 1999; Nurse ve Nigg 2001).

Ancak mevcut çalışmada, toplam plantar basınç ortalama değerlerinde egzersiz grubunda anlamlı düşüşler gözlenmiştir. Bu durum, core stabilite egzersizlerinin ayaktaki plantar yüklenmeyi optimize ettiğini göstermektedir. Lim ve diğ. (2011), core stabilite egzersizlerinin ayak tepe basıncında azalma sağlayabileceğini ve böylece tepe basıncını yönetmeyi sağlayarak daha iyi stabilite ve yürüyüş performansına katkıda bulunabileceğini göstermiştir. Bir başka çalışma, solunum egzersizleriyle birlikte ilerleyici core stabilite egzersizlerinin lomber segmental dengesizliği olan hastalarda dikey zemin reaksiyon kuvvetlerinde ve basınç merkezinde önemli değişikliklere yol açtığını göstermiştir (Nasiri ve diğ., 2022). Bu sonuçlardan yola çıkarak core stabilizasyon egzersizlerinin ayak plantar basıncını dengelediği söylenebilir. Böylece sporcularda ayak plantar basınç dengesizliğinden dolayı oluşabilecek

olan alt ekstremitte yaralanmalarının önüne geçilebileceği düşünülebilir. Ancak bunun için direkt spor yaralanmaları ile ilişkili çalışmaların yapılması önerilmektedir.

Ayak kaslarını çalıştıran egzersizlerin plantar basıncı düzenlemenin yanı sıra dengeyi de artırdığı gözlenmiştir (Sukprasert ve diğ., 2024). Plantar basınç ile denge arasında çift yönlü bir etkileşim bulunmaktadır. Ayak tabanındaki basınç paternleri, merkezi sinir sistemi tarafından postüral geri bildirim olarak kullanılır ve denge stratejilerini doğrudan etkiler (Pataky ve diğ., 2008). Stanton ve diğ. (2004) ve Willardson (2007) gibi araştırmacılar, core stabilizasyonunun, ekstremitelerin yükleme stratejilerini etkileyerek ayak tabanına yansıyan yük paternlerini değiştirdiğini ve dolayısıyla denge gelişimine katkı sağladığını ifade etmişlerdir. Bu nedenle, plantar basınçta gözlenen düşüşler, denge performansındaki artışlarla birlikte ele alınmalıdır. Bu tez çalışmasında gözlenen denge gelişimi ile toplam plantar basınç ortalamalarındaki azalmanın, denge için daha ekonomik ve dengeli bir yüklenmenin sağlandığını göstermektedir. Böylece masa tenisi sporcularının hem denge performansının arttırılması hem de plantar basınç dağılımının iyileştirilmesi için core stabilizasyon egzersizleri kullanılabilir.

5.1. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma, core stabilizasyon egzersizlerinin 9-14 yaş arası çocuk bireylerde denge performansı, ayak plantar basınç ve yüzey alanı parametreleri üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bulgular, core odaklı egzersiz programının denge kompozit skorlarını anlamlı düzeyde artırdığını, buna karşın plantar basınç yüzdesi ve ayak yüzey alanı gibi statik parametrelerde anlamlı değişiklikler yaratmadığını ortaya koymuştur. Ancak ortalama plantar basınç değerlerinde gözlenen anlamlı azalmalar, yük dağılımında daha ekonomik ve dengeli bir profile işaret etmekte ve core kaslarının postüral yüklenme üzerindeki etkilerini göstermektedir.

Denge parametrelerinde gözlenen iyileşmeler, core kaslarının motor kontrol mekanizmaları, sinir-kas koordinasyonu ve proprioseptif geri bildirim sistemleri üzerindeki etkilerini yansıtmaktadır. Bu sonuç, hem temel hareket becerilerinin gelişimi açısından hem de olası ortopedik yaralanmaların önlenmesi bağlamında önemli çıkarımlar sunmaktadır. Özellikle gelişim çağındaki çocuklarda, core kaslarının aktif tutulması, yaşam boyu sürecek olan hareket yeterliliği ve denge kapasitesinin temellerini atmada etkili olabilir.

Plantar basınç yüzdesi ve yüzey alanı gibi parametrelerde anlamlı farklar gözlenmemiş olması, bu değişkenlerin daha çok uzun vadeli morfolojik adaptasyonlarla ilişkili olduğunu düşündürmektedir. Bu çalışmanın 8 haftalık egzersiz süreci, denge ve yüklenme stratejilerinde

nöromüsküler düzeyde değişim yaratmaya yetmiş olsa da ayak morfolojisi gibi yapısal özelliklerde belirgin etkiler göstermemiştir. Bu parametrelerde değişimlerin ortaya çıkabilmesi için daha uzun süreli ve hacimli müdahale programlarına ihtiyaç vardır.

Elde edilen sonuçlar, çocuklara yönelik spor eğitim programlarında core egzersizlerinin önemli bir bileşen olarak yer alması gerektiğini göstermektedir. Denge gelişimi ve yüklenme kontrolü üzerindeki olumlu etkiler, çocukların hem fiziksel uygunluk düzeylerini artırmada hem de sportif performanslarını geliştirmede belirleyici rol oynamaktadır. Ayrıca bu tür egzersizler, kas iskelet sistemi sağlığının korunmasında ve duruş bozukluklarının önlenmesinde de önemli katkılar sunabilir.

Sonuç olarak, bu çalışma core stabilizasyon egzersizlerinin çocuk yaş gruplarında denge gelişimi üzerinde etkili bir araç olduğunu ve plantar basınç parametreleri üzerinde kısıtlı ancak anlamlı değişimlere yol açabileceğini göstermektedir. Eğitimciler, fizyoterapistler ve spor bilimciler için core egzersizlerinin sistematik şekilde planlanması ve uygulanması, çocuklarda postüral kontrol ve motor yeterlilik gelişimini desteklemede bilimsel dayanaklar sunmaktadır.

Gelecekte yapılacak çalışmalarda daha geniş örneklem grupları, farklı branşı sürdüren sporcular, daha uzun süreli takipler, farklı yaş grupları, ayrıca EMG, 3D hareket analizleri ve denge platformu gibi ileri düzey ölçüm araçları kullanılarak core egzersizlerinin kapsamlı etkileri daha ayrıntılı olarak değerlendirilmelidir. Böylece bu alandaki bilimsel birikim genişletilecek ve pratik uygulamalara daha sağlam temeller sağlanabilecektir.

KAYNAKLAR

- Abdul Razak, A. H., Zayegh, A., Begg, R. K., & Wahab, Y. (2012). Foot plantar pressure measurement system: A review. *Sensors*, 12(7), 9884-9912.
- Abrams, G.D., Sheets, A.L., Andriacchi, T.P., & Safran, M.R. (2011). Review of tennis serve motion analysis and the biomechanics of three serve types with implications for injury. *Sports Biomechanics*, 10(4), 378-390.
- Ağgön, E., & Ağırbaş, Ö. (2015). 12 haftalık masa tenisi antrenmanlarının vücut kompozisyonu, anaerobik performans ve kas kuvveti üzerine etkisi. *İnönü Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 2(2), 12-20.
- Aktümsek, A. (2012). *Anatomi ve Fizyoloji*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Akuthota, V., & Nadler, S. F. (2004). Core strengthening. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85, 86-92.
- Akuthota, V., Ferreiro, A., Moore, T., & Fredericson, M. (2008). Core stability exercise principles. *Current Sports Medicine Reports*, 7(1), 39-44.
- Al-Nemr, A., & Kora, A. N. (2024). Effect of core stabilization versus rebound therapy on balance in children with cerebral palsy. *Acta Neurologica Belgica*, 124(3), 843-851.
- Arifoğlu, Y. (2019). *Her Yönüyle Anatomi*. İstanbul: İstanbul Tıp Kitabevi.
- Arslan Kabasakal, S. (2024). Physical education lessons improve physical fitness and functional mobility in rural children with limited participation in regular physical activities: comparison of integrated neuromuscular training and core stabilization training. *Biomedical Human Kinetics*, 16(1), 285-294.
- Arslan Kabasakal, S., Ünal, S., & Duru, A.D. (2023). Atletizm ve mücadele sporu yapan çocukların ayak basış tipleri ile postürleri arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Uluslararası Spor, Egzersiz ve Antrenman Bilimi Dergisi - USEABD*, 9(2), 49-58.
- Bagehorn, K., Rosenbaum, D., & Schmeltzpfenning, T. (2024). Effects of footwear bending stiffness on foot kinematics and kinetics in rapid directional changes. *Journal of Foot and Ankle Research*, 17(1), 112-120.
- Bahamonde, R. (2005). Review of the biomechanical function of the elbow joint during tennis strokes. *International SportMed Journal*, 6(2), 42-63.
- Bańkosz, Z., & Winiarski, S. (2018). Correlations between angular velocities in selected joints and velocity of table tennis racket during topspin forehand and backhand. *Journal of Sports Science & Medicine*, 17(2), 330.
- Bańkosz, Z., & Barczyk-Pawełec, K. (2020). Habitual and ready positions in female table tennis players and their relation to the prevalence of back pain. *PeerJ*, 8, e9170.
- Barnett, L. M., Lai, S. K., Veldman, S. L. C., Hardy, L. L., Cliff, D. P., Morgan, P. J., Zask, A., Lubans, D. R., Shultz, S. P., Ridgers, N. D., Rush, E., Brown, H. L., & Okely, A. D.

- (2016). Correlates of gross motor competence in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 46(11), 1663-1688.
- Barrio, E. D., Ramirez-Campillo, R., Garcia de Alcaraz Serrano, A., & Raquel Hernandez-García, R. (2022). Effects of core training on dynamic balance stability: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sports Sciences*, 40(16), 1815-1823.
- Behm, D. G., Drinkwater, E. J., Willardson, J. M., & Cowley, P. M. (2010). The use of instability to train the core musculature. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 35(1), 91-108.
- Behm, D.G., Anderson, K., & Curnew, R. S. (2002). Muscle force and activation under stable and unstable conditions. *Journal of Strength Condition Research*, 16, 416-422.
- Benzel, E.C. (2011). Biomechanics of spine stabilization: Thieme.
- Bergmark, A. (1989). Stability of the Lumbar Spine. *Acta Orthopaedica*, 60 (s230), 1-54. <http://doi.org/10.3109/17453678909154177>
- Borghuis, J., Hof, A.L., & Lemmink, K.A. (2008) The importance of sensorymotor control in providing core stability. *Sports medicine*, 38(11), 893-916
- Boyle, M. (2004). *Functional Training for Sports*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Bringoux, L., Marin, L., Nougier, V., Barraud, P. A., & Raphel, C. (2000). Effects of gymnastics expertise on the perception of body orientation in the pitch dimension. *Journal of Vestibular Research*, 10(6), 251-258.
- Büyüköztürk, Ş. (2021). *Sosyal Bilimler için Veri Analizi El Kitabı: İstatistik, Araştırma Deseni SPSS Uygulamaları ve Yorum*. Ankara: Pegem Akademi.
- Carrasco, L., Pradas, F., & Martínez, A. (2010). Somatotype and body composition of young top-level table tennis players. *International Journal of Table Tennis Sciences*, 6(1), 175-177.
- Casey, A.R, Kevin, R.F., Gregory, D.M., & Timothy, E.H. (2012). The effects of isolated and integrated ‘Core Stability’ training on athletic performance measures. *Sports Medicine*. 42(8), 697-706.
- Chan, C. W., & Rudins, A. (1994). Foot biomechanics during walking and running. *Mayo Clinic Proceedings*, 69(5), 448–461.
- Cholewicki, J., & Vanvliet Iv, J. J. (2002). Relative contribution of trunk muscles to the stability of the lumbar spine during isometric exertions. *Clinical Biomechanics*, 17 (2), 99-105.
- Chow, K. & Lee, M. (2024). Foot posture and plantar pressure distribution in elite table tennis players. *Journal of Sports Biomechanics*, 43(2), 201–213.
- Chow, T. H., & Lee, Y. L. (2023). The layout of plantar loading with centers of gravity balance and rearfoot posture in daily lives of taiwanese college elite table players. *Taiwan Journal of Sports Science*, 38(1), 89-103.

- Clark, M. A., McGill, E., Montel, I. & Sutton, B. (2018). *NASM Essentials of Personal Fitness Training*. Burlington: Jones & Bartlett Learning.
- Clark, S., & Rose, D. J. (2001). Evaluation of dynamic balance among community-dwelling older adult fallers: a generalizability study of the limits of stability test. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 82(4), 468-474.
- Colby, L.A., & Kisner, C. (2007). *Therapeutic exercise: Foundations and Techniques*. Philadelphia: FA Davis Company.
- Cote, K. P., Brunet, M. E., Gansneder, B. M., & Shultz, S. J. (2005). Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. *Journal of Athletic Training*, 40(1), 41-46
- Coughlan, G.F., Fullam, K., Delahunt, E., Gissane, C., & Caulfield, B.M. (2012). A comparison between performance on selected directions of the star excursion balance test and the Y balance test. *Journal of Athletic Training*, 47(4), 366-371.
- Cresswell, A.G. & Thorstensson, A. (1994). Changes in intra-abdominal pressure, trunk muscle activation, and force during isokinetic lifting and lowering. *European Journal of Applied Physiology*, 68, 315–321
- Cresswell, A.G., Oddsson, L., & Thorstensson, A. (1994). The influence of sudden perturbations on trunk muscle activity and intra-abdominal pressure while standing. *Explore Brain Research*, 98, 336–341.
- Crisco, J. J., Panjabi, M. M., Yamamoto, I. & Oxland, T. R. (1992). Euler stability of the human ligamentous lumbar spine. Part II: Experiment. *Clinical Biomechanics*, 7(1), 27-32.
- Daniel-Andrei, I., Mircea-Dan, M., Claudiu, M., Zenovia, S., George-Dănuț, M., & Ilie, O. (2021). Quantifying the functional diagnosis in the rehabilitation of postural problems of biomechanical junior female players in table tennis. *Balneo and PRM Research Journal*, 12(1), 53-60.
- Drake, R. L., Vogl, A. W., Mitchell, A. W. M., Tibbitts, R. M., & Richardson, P. E. (2015). *Gray's Anatomy for Students*. London: Churchill Livingstone.
- Ebadi, L., & Günay, M. (2018). Analysing of the types of injuries observed in table tennis players according to the some variables. *Journal of Sports and Physical Education*, 5(4), 21-26.
- Elliott, B. (2006). Biomechanics and tennis. *British Journal of Sports Medicine*, 40(5), 392-396.
- Elliott, B. C., Ackland, T. R., Blanksby, B. A., Hood, K. P., & Bloomfield, J. (1989). Profiling junior tennis players Part 1: morphological, physiological and psychological normative data. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(3), 14-21.
- Erkmen, N., Suveren, S., Göktepe, A. S., & Yazıcıoğlu, K. (2007). Farklı branşlardaki sporcuların denge performanslarının karşılaştırılması. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 5(3), 115-122.

- Faigenbaum, A.D., & Myer, G.D. (2012) Exercise deficit disorder in youth: play now or pay later. *Current Sports Medicine Reports*, 11(4),196-200.
- Faries, M. D., & Greenwood, M. (2007). Core training: Stabilizing the confusion. *Strength & Conditioning Journal*, 29(2), 10-25.
- Fişek, T. (2019). *15-16 yaş erkek basketbolcularda sabit ve sabit olmayan yüzeylerde yapılan denge antrenmanlarının denge ve pas performansı üzerine etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Forriol, F., & Pascual, J. (1990). Footprint analysis between three and seventeen years of age. *Foot & Ankle*, 11(2), 101-104.
- Gallahue, D., & Donnely, F. (2003). *Developmental Physical Education for All Children*. Champaign: Human Kinetics.
- George, D., & Mallery, M. (2010) *SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference 17.0 Update*. Boston: Allyn & Bacon.
- Gill, S. A., Arslan, M., & Umer, M. (2024). The effect of core stability exercises on dynamic balance on novice cricket players (Male). *Human Nature Journal of Social Sciences*, 5(1), 275-285.
- Gribble, P. A., Hertel, J., & Plisky, P. (2012). Using the Star Excursion Balance Test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: a literature and systematic review. *Journal of Athletic Training*, 47(3), 339-357.
- Gu, Y., Yu, C., Shao, S., & Baker, J. S. (2019). Effects of table tennis multi-ball training on dynamic posture control. *PeerJ*, 6, e6262.
- Günay M, Tamer K, & Cicioğlu İ. (2017). *Spor Fizyolojisi ve Performans Ölçümü*, Ankara: Gazi Kitabevi.
- Günaydın, E. E., & Eliöz, M. (2020). Sporcu ve sedanterlerde core stabilizasyon kuvvetinin denge üzerine etkilerinin incelenmesi. *Journal of International Social Research*, 13(69), 1494-1501.
- Güzel, N. A., Örer, G. E., & Tortum, A. C. (2022). Kadın voleybolculara uygulanan kor stabilizasyon egzersizlerinin denge ve anaerobik performansa etkisi. *Research in Sport Education and Sciences*, 24(2), 41-48.
- Haksever, B., Düzgün, İ., Deniz, Y., & Baltacı, G. (2017). Sağlıklı bireylere standart denge eğitiminin dinamik, statik denge ve fonksiyonellik üzerine etkileri. *Gazi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2(3), 40-49.
- Hamed Abdelmagid Abdelkhalek, H. (2022). The effect of using core stability exercises on dynamic balance, some physical and skill variables for table tennis players. *Journal of Theories and Applications of Physical Education Sport Sciences*, 6(1), 1-17.
- Han, J., Anson, J., Waddington, G., Adams, R., & Liu, Y. (2015). The role of ankle proprioception for balance control in relation to sports performance and injury. *BioMed Research International*, 2015(1), 842804.

- He, X., Li, Y., Chen, Q., & Zhang, X. (2022). Kinematic and muscular analysis of the lower extremity during forehand topspin in elite table tennis players. *Journal of Sports Sciences*, 40(10), 1243-1250.
- He, X., Wang, J., Li, Y., & Zhang, X. (2021). The effects of footwork patterns on plantar pressure and balance control in table tennis players. *Gait & Posture*, 89, 45–52.
- He, Y., Fekete, G., Sun, D., Baker, J. S., Shao, S., & Gu, Y. (2022). Lower limb biomechanics during the topspin forehand in table tennis: A systemic review. *Bioengineering*, 9(8), 336.
- He, Y., Lv, X., Zhou, Z., Sun, D., Baker, J. S., & Gu, Y. (2020). Comparing the kinematic characteristics of the lower limbs in table tennis: Differences between diagonal and straight shots using the forehand loop. *Journal of Sports Science & Medicine*, 19(3), 522-528.
- He, Y., Sun, D., Yang, X., Fekete, G., Baker, J. S., & Gu, Y. (2021). Lower limb kinetic comparisons between the chasse step and one step footwork during stroke play in table tennis. *PeerJ*, 9, e12481.
- Henning, E., & Rosenbaum, D. (1991). Pressur distribution patterns under the feet of children in comparison with adults. *Foot & Ankle*, 11(5),306-311.
- Hibbs, A. E., Thompson, K. G., French, D. N., Hodgson, D., & Spears, I. E. (2011). Peak and average rectified EMG measures: which method of data reduction should be used for assessing core training exercises? *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 21(1), 102-111.
- Hodges, P. W. (2003). Core Stability Exercise in chronic low back pain. *Orthopedic Clinics of North America*, 34(2), 245-254.
- Hodges, P. W., & Richardson, C. A. (1997). Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. *Physical Therapy*, 77(2), 132–142
- Hotchkiss, A., Fisher, A., Robertson, R., Ruttencutter, A., Schuffert, J., & Barker, D. B. (2004). Convergent and predictive validity of three scales related to falls in the elderly. *American Journal of Occupational Therapy*, 58(1), 100-103.
- Huang, C., Kitaoka, H., An, K., & Chao, E. (1993). Biomechanical evaluation of longitudinal arch stability. *Foot & Ankle*, 14(6), 353-357.
- Iacono, A., Martone, D., Alfieri, A., Ayalon, M., & Buono, P. (2014). Core stability training program (CSTP) effects on static and dynamic balance abilities. *Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche*, 173(4), 197-206.
- Iino, Y., & Kojima, T. (2009). Kinematics of table tennis topspin forehands: Effects of performance level and ball spin. *Journal of Sports Sciences*, 27(12), 1311-1321.
- Iino, Y., Yoshioka, S., & Fukashiro, S. (2018). Effect of mechanical properties of the lower limb muscles on muscular effort during table tennis forehand. *ISBS Proceedings Archive*, 36(1), 770.

- Imai, A., Kaneoka, K., Okubo, Y., & Shiraki, H. (2014). Effects of two types of trunk exercises on balance and athletic performance in youth soccer players. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 9(1), 47-57.
- İnal, H. S. (2013). *Spor ve Egzersizde Vücut Biyomekaniği*. İstanbul: Papatya Yayıncılık Eğitim.
- Jacobson, G. P., Newman, C. W. & Kartush, J. M. (1993). *Handbook of Balance Function Testing*. St Louis: Mosby Year Book.
- Johnson, C. D., & McHugh, M. P. (2006). Performance demands of professional male tennis players. *British Journal of Sports Medicine*, 40(8), 696-699.
- Jones, J. (2013). *Core Training Concepts*. NASM.
- Kabasakal, S. A. (2023). Postural Bozukluklar ve Fiziksel Aktivite. *Fiziksel Aktivite ve Sağlık*, 263.
- Kahle, N. L., & Gribble, P. A. (2009). Core stability training in dynamic balance testing among young, healthy adults. *Athletic Training & Sports Health Care*, 1(2), 65-73
- Kellis, E., & Katis, A. (2007). Biomechanical characteristics and determinants of instep soccer kick. *Journal of Sports Science & Medicine*, 6(2), 154-165.
- Keskin, B., & Arslan Kabasakal, S. (2023). *Denge*. Efe Akademi Yayıncılık.
- Kızılkaya, S. U., & Tüzün, E. H. (2024). Comparative impact of core stabilization vs proprioceptive neuromuscular facilitation exercises on muscle activation, endurance, and balance in obese children: A randomized controlled trial. *Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*, 30, e945669.
- Kibler, W. B., Press, J., & Sciascia, A. (2006). The role of core stability in athletic function. *Sports Medicine*, 36, 189-198.
- Kirby, K. A. (2000). *Foot and Lower Extremity Biomechanics: A Ten Year Collection of Precision Intricast Newsletters*. US: Precision Intricast, Inc.
- Kovacs, M. S. (2007). Tennis physiology: training the competitive athlete. *Sports Medicine*, 37(3), 189-198.
- Kramer, T. A., Sacko, R. S., Pfeifer, C. E., Gatens, D. R., Goins, J. M., & Stodden, D. F. (2019). The association between the functional movement screentm, y-balance test, and physical performance tests in male and female high school athletes. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 14(6), 911-919.
- Lam, W. K., Fan, J. X., Zheng, Y., & Lee, W. C. C. (2019). Joint and plantar loading in table tennis topspin forehand with different footwork. *European Journal of Sport Science*, 19(4), 471-479.
- Le Mansec, Y., Dorel, S., Hug, F., & Jubeau, M. (2018). Lower limb muscle activity during table tennis strokes. *Sports Biomechanics*, 17(4), 442-452.

- Lee, B. G., & Lee, J. H. (2015). Immediate effects of ankle balance taping with kinesiology tape on the dynamic balance of young players with functional ankle instability. *Technology and Health Care*, 23(3), 333-341.
- Lees, A., Asai, T., Andersen, T. B., Nunome, H., & Sterzing, T. (2010). The biomechanics of kicking in soccer: A review. *Journal of Sports Sciences*, 28(8), 805-817.
- Leetun, D. T., Ireland, M. L., Willson, J. D., Ballantyne, B. T., & Davis, I. M. (2004). Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36, 926-934.
- Lehman, G. J. (2006). Resistance training for performance and injury prevention in golf. *Journal of Canadian Chiropractic Association*, 50(1), 27-42.
- Li, L., Ren, F., & Baker, J. S. (2021). The biomechanics of shoulder movement with implications for shoulder injury in table tennis: A minireview. *Applied Bionics and Biomechanics*, 2021, 1-6.
- Lim, J. S., Song, J. M., & Kim, J. S. (2011). The effect of core stabilization exercise on foot pressure in hemiplegic patients. *Journal of the Korean society of physical medicine*, 6(2), 109-118.
- Lubans, D. R., Morgan, P. J., Cliff, D. P., Barnett, L. M., & Okely, A. D. (2010). Fundamental movement skills in children and adolescents: Review of associated health benefits. *Sports Medicine*, 40(12), 1019–1035.
- Madureira, M., Galinaro, M., Costa, A. L., Takayama, R. A. & Pereira, L., (2005). Balance training program is highly effective in improving functional status and reducing the risk of falls in elderly women with osteoporosis. *Arthritis and Rheumatism*, 52(9), 702.
- Mancini, M., & Horak, F. B. (2010). The relevance of clinical balance assessment tools to differentiate balance deficits. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 46(2), 239-248.
- Marieb, E. N. (2004). *Human Anatomy & Physiology*. San Francisco: Pearson Publishing Press.
- Martin, J. A., Taylor, C. J., & Jones, R. (2022). Footwear stiffness effects on ankle inversion and injury risk during sports activities. *Footwear Science*, 14(3), 155–167.
- McCurdy, K. W., Langford, G. A., Doscher, M. W., Wiley, L. P. & Mallard, K. G. (2005). The effects of short-term unilateral and bilateral lower-body resistance training on measures of strength and power. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(1), 9-15.
- McGill, S. M., & Cholewicki, J. (2001). Biomechanical basis for stability: an explanation to enhance clinical utility. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 31(2), 96-100.
- McGill, S.M. (2001). Lower back stability: from formal description to issues for performance and rehabilitation. *Exercise and Sport Science Reviews*, 29(1), 26–31.

- McKeon, P., Hertel, J., Bramble, D., & Davis, I. (2015). The foot core system: a new paradigm for understanding intrinsic foot muscle function. *British Journal of Sports Medicine*, 49(5), 290.
- Meiners, K. M., & Loudon, J. K. (2020). Dynamic and static assessment of single-leg postural control in female soccer players. *Journal of Sport Rehabilitation*, 29(2), 174-178.
- Meng, Y., & Bu, Y. (2022). Influence of abdominal core training on stability control in table tennis players. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 29, e2022_0357.
- Mengütay, S. (2005). *Çocuklarda Hareket Gelişimi ve Spor*. Ankara; Morpa Kültür yayınları.
- Mickle, K. J., Munro, B. J., & Steele, J. R. (2011). Gender and age affect balance performance in primary school-aged children. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 14(3), 243-248.
- Mizuno, Y., Shindo, M. & Kuno, S. (2001). Postural Control Response Sitting on Unstable Board During Visual Stimulation. *Acta Astronaut*, 49(3), 131-136.
- Mohammed, A. S., Arulsingh, W., & Kandakurti, P. K. (2022). The effectiveness of core stability exercises program on lower limb performance in athletes- A scoping review. *Critical Reviews in Physical and Rehabilitation Medicine*, 34(1), 57–67.
- Moore, K. L., Dalley, A. F., & Agur, A. M. R. (2013). *Clinically Oriented Anatomy*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Morel, É. A., & Zagatto, A. M. (2008). Adaptation of the lactate minimum, critical power and anaerobic threshold tests for assessment of the aerobic/anaerobic transition in a protocol specific for table tennis. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 14(6), 518-522.
- Muratlı, S., Toraman, F., & Çetin, E. (2000). *Sportif Hareketlerin Biomekanik Temelleri*. Ankara: Bağırğan Yayınevi.
- Muratlı, S. (2013). *Çocuk ve Spor*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.ss. 118-220.
- Muro-De-La-Herran, A., Garcia-Zapirain, B., & Mendez-Zorrilla, A. (2014). Gait analysis methods: An overview of wearable and non-wearable systems, highlighting clinical applications. *Sensors*, 14(2), 3362-3394.
- Nasrini, B., Saki, F., & Ziya, M. (2022). The effect of progressive core stability exercises with and without respiratory exercises on plantar pressure distribution in patients with lumbar segmental instability: A semi-experimental study. *Journal of Health and Care*, 24(2), 171-183.
- Nichols, D. S., Glenn, T. M., & Hutchinson, K. J. (1995). Changes in the mean center of balance during balance testing in young adults. *Physical Therapy*, 75(8), 699-706.
- Nigg, B. M., Nurse, M. A., & Stefanyshyn, D. J. (1999). Shoe inserts and orthotics for sport and physical activities. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31, S421-S428.

- Nitz, A.J. & Peck, D. (1986). Comparison of muscle spindle concentrations in large and small human epaxial muscles acting in parallel combinations. *The American Surgeon*, 52(5), 273-277
- Nurse, M. A., & Nigg, B. M. (2001). The effect of changes in foot sensation on plantar pressure and muscle activity. *Clinical Biomechanics*, 16(9), 719-727.
- Obertinca, R., Dudonienė, V., & Požerienė, J. (2018). Balance and core stabilization training with eyes open versus eyes closed in young football players. *Reabilitacijos Mokslai: Slauga, Kineziterapija, Ergoterapija*, 2(19), 51-60.
- Otman, S., Demirel, H., & Sade, A. (1995). *Tedavi Hareketlerinde Temel Değerlendirme Prensipleri*. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu Yayınları.
- Özer, D.S., & Özer, K. (2017). *Çocuklarda Motor Gelişim*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Paillard, T. H., & Noé, F. (2006). Effect of expertise and visual contribution on postural control in soccer. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 16(5), 345-348.
- Panjabi, M. (1992). The stabilising system of the spine, part I: Function, dysfunction, adaptation and enhancement. *Journal of Spinal Disorder*, 5(4), 383-389
- Pataky, T. C., Caravaggi, P., Savage, R., Parker, D., Goulermas, J. Y., Sellers, W. I., & Crompton, R. H. (2008). New insights into the plantar pressure correlates of walking speed using pedobarographic statistical parametric mapping (pSPM). *Journal of Biomechanics*, 41(9), 1987-1994.
- Piegaro, A. B. (2003). *The comparative effects of four-week core stabilization & balance-training programs on semidynamic & dynamic balance* [Unpublished master thesis]. West Virginia University.
- Pollock, A. S., Durward, B. R., Rowe, P. J., & Paul, J. P. (2000). What is balance?. *Clinical Rehabilitation*, 14(4), 402-406.
- Qian, J., Zhang, Y., Baker, J. S., & Gu, Y. (2016). Effects of performance level on lower limb kinematics during table tennis forehand loop. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 18(3), 149-155.
- Qu, Q., An, M., Zhang, J., Li, M., Li, K., & Kim, S. (2022). Biomechanics and neuromuscular control training in table tennis training based on big data. *Contrast Media and Molecular Imaging*, 2022(1), 3725295.
- Richardson, C. A., Snijders, C. J., Hides, J. A., Damen, L., Pas, M. S., & Storm, J. (2002). The relation between the transversus abdominis muscles, sacroiliac joint mechanics and low back pain. *Spine*, 27(4), 399-405.
- Robinson, L. E., Stodden, D. F., Barnett, L. M., Lopes, V. P., Logan, S. W., Rodrigues, L. P., & D'Hondt, E. (2015). Motor competence and its effect on positive developmental trajectories of health. *Sports Medicine*, 45(9), 1273–1284.

- Rosenbaum, D., & Becker, H. P. (1997). Plantar pressure distribution measurements. Technical background and clinical applications. *Foot and Ankle Surgery*, 3(1), 1-14.
- Ruiz, J. R., Castro-Piñero, J., Artero, E. G., Ortega, F. B., Sjöström, M., Suni, J., & Castillo, M. J. (2009). Predictive validity of health-related fitness in youth: A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 43(12), 909-23.
- Salathe, E., Arangio, G., & Salathe, E. (1990). The foot as a shock absorber. *Journal of Biomechanics*, 23(7), 655-659.
- Samson, K. M. (2005). *The effects of a five-week core stabilization-training program on dynamic balance in tennis athletes* [Unpublished master thesis]. West Virginia University.
- Scibek, J. S. (1999). *The effect of core stabilization training on functional performance in swimming* [Unpublished master thesis]. University of North Carolina at Chapel Hill.
- Shao, S., Yu, C., Song, Y., Baker, J. S., Ugbohue, U. C., Lanzoni, I. M., & Gu, Y. (2020). Mechanical character of lower limb for table tennis cross step maneuver. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 15(4), 552-561.
- Sheehan, D. P., & Katz, L. (2013). The effects of a daily, 6-week exergaming curriculum on balance in fourth grade children. *Journal of Sport and Health Science*, 2(3), 131-137.
- Singh, D. K. A., Rahman, N. N. A. A., Rajikan, R., Zainudin, A., Nordin, N. A. M., Karim, Z. A., & Yee, Y. H. (2015). Balance and motor skills among preschool children aged 3 to 4 years old. *Malaysian Journal of Medicine and Health Sciences*, 11(1), 63-68.
- Sperlich, B., Koehler, K., Holmberg, H. C., Zinner, C., & Mester, J. (2011). Table tennis: Cardiorespiratory and metabolic analysis of match and exercise in elite junior national players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(2), 234-242.
- Stanton, R., Reaburn, P. R., & Humphries, B. (2004). The effect of short-term Swiss ball training on core stability and running economy. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(3), 522-528.
- Stephenson, J., & Swank, A. M. (2004). Core training: Designing a program for any one. *National Strength and Conditioning Association*, 26(6), 34-37.
- Stodden, D. F., Goodway, J. D., Langendorfer, S. J., Ann Robertson, M., Rudisill, M. E., Garcia, C., & Garcia, L. E. (2008). A developmental perspective on the role of motor skill competence in physical activity: An emergent relationship. *Quest*, 60(2), 290-306.
- Sukprasert, O., Boonyarom, O., & Somthavil, S. (2024). Flexible flatfoot: Effects of foot muscle exercises on dynamic balance, plantar pressure, and muscle strength. *Journal of Health Research*, 38(1), 11-19.
- Şener, B., & Erbahçeci, F. (2016). Yürüme analizinde plantar basınç parametreleri. *Fizyoterapi Rehabilitasyon*, 27(1), 45-52.

- Tang, X. & Gao, L. (2014). *The relationship between core training and modern dance and the using methods of kor training for modern dance*. International Conference on Education, Language, Art and Intercultural Communication. Zhengzhou, China.
- Taşkın, C., Karakoç, Ö., & Yüksek, S. (2015). İşitme engelli voleybol ve hentbol erkek sporcuların statik denge performans durumlarının incelenmesi. *The Journal of Academic Social Science*, 3(17), 248-255.
- Timurtaş, E. (2013). *Adölesan idiopatik skolyozlu olgularda üç boyutlu korse uygulamasının ve üç boyutlu egzersiz tedavisinin ayak basınç dağılımına etkileri* [Yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Tuna, H. (2005). Ayak hastalıklarında pedobarografik değerlendirme. *Türkiye Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Dergisi*, 51(2), 51-54.
- Van Dieen, J. H., Cholewicki, J., & Radebold, A. (2003). Trunk muscle recruitment patterns in patients with low back pain enhance the stability of the lumbar spine. *Spine*, 28(8), 834-841.
- Van Vliet, P. M., & Heneghan, N. R. (2006). Motor control and the management of musculoskeletal dysfunction. *Manual Therapy*, 11(3), 208-213.
- Venetsanou, F., & Kamba, A. (2011). The effects of age and gender on balance skills in preschool children. *Physical Education and Sport*, 9(1), 81-90.
- Verstegen, M. & Williams, P. (2004). *Core Performance*. New York: Rodale, Inc.
- Vuillerme, N., Danion, F., Marin, L., Boyadjian, A., Prieur, J. M., Weise, I., & Nougier, V. (2001). The effect of expertise in gymnastics on postural control. *Neuroscience Letters*, 303(2), 83-86.
- Walankar, P., Kini, R., Panhale, V., & Kawale, M. (2023). Effect of core stabilization exercises on balance, physical performance and quality of life in post-menopausal women. *International Journal of Community Medicine and Public Health*, 10(4), 1521-1524.
- Waldman, S. (2009). Functional anatomy of the ankle and foot. *Pain Review*, 155-156.
- Wang, M., Fu, L., Gu, Y., Mei, Q., Fu, F., & Fernandez, J. (2018). Comparative study of kinematics and muscle activity between elite and amateur table tennis players during topspin loop against backspin movements. *Journal of Human Kinetics*, 64, 25-33.
- Wijaya, F. J. M., Kartiko, D. C., Pranoto, A., Kusuma, I. D. M. A. W., & Phanpheng, Y. (2024). Improving the physical components of gymnastics athletes following long-term circuit training with static and dynamic core stabilization. *Pedagogy of Physical Culture and Sports*, 28(6), 509-515.
- Willardson, J. M. (2007). Core stability training: applications to sports conditioning programs. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(3), 979-985.
- Williams III, D. S., McClay, I. S., & Hamill, J. (2001). Arch structure and injury patterns in runners. *Clinical Biomechanics*, 16(4), 341-347.

- Willson, J. D., Dougherty, C. P., Ireland, M. L., & Davis, I. M. (2005). Core stability and its relationship to lower extremity function and injury. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 13(5), 316-325.
- Wong, D. W. C., Lee, W. C. C., & Lam, W. K. (2020). Biomechanics of table tennis: A systematic scoping review of playing levels and maneuvers. *Applied Sciences*, 10(15), 5203.
- Xibo, S., Qian, G., Honglei, D., & Shuji, T. (2016). Which is better in the rehabilitation of stroke patients, core stability exercises or conventional exercises?. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(4), 1131-1133
- Yan, S. H. (2011). Forefoot pressure and balance control in footwork training of table tennis players. *Chinese Journal of Sports Medicine*, 30(2), 137-142.
- Yang, X., He, Y., Shao, S., Baker, J. S., István, B., & Gu, Y. (2021). Gender differences in kinematic analysis of the lower limbs during the chasse step in table tennis athletes. *Healthcare*, 9(6), 703.
- Yu, C., Shao, S., Baker, J. S., Awrejcewicz, J., & Gu, Y. (2019). A comparative biomechanical analysis of the performance level on chasse step in table tennis. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 14(3), 372-382.
- Yüksel, M. F. (2023). Core Bölge ve Denge Performansı İlişkisi. M. Ş. Ökmen, M. Sarıkaya (Ed.). *Spor Bilimlerinde Güncel Yaklaşımlar* içinde (183-197). İzmir: Duvar Yayınları
- Zazulak, B. T., Hewett, T. E., Reeves, N. P., Goldberg, B., & Cholewicki, J. (2007). Deficits in neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk: prospective biomechanical-epidemiologic study. *The American Journal of Sports Medicine*, 35(7), 1123-1130.
- Zemková, E., & Zapletalová, L. (2022). The role of neuromuscular control of postural and core stability in functional movement and athlete performance. *Frontiers in Physiology*, 13, 796097.
- Zhang, X., & Li, B. (2013). The role of plantar cutaneous sensation in postural control. *Neuroscience Letters*, 548, 51–55.

ÖZGEÇMİŞ

İlköğretimini Denizli’de tamamlayıp, ardından Denizli Nevzat Karaalp Anadolu Lisesi’nden mezun oldu. 2017 yılında Marmara Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon lisans programında mezun oldu. Mezuniyeti sonrasında Denizli Efort Ortopedi Tıp Merkezi, Antalya Kumluca Devlet Hastanesi, İstanbul Kartal Koşuyolu Yüksek İhtisas Eğitim Araştırma Hastanesi’nde Fizyoterapist olarak görev yaptı. Şu an Yalova Eğitim Araştırma Hastanesi’nde Fizyoterapist olarak çalışmaya hayatına devam etmektedir.

TEZDEN TÜRETİLEN YAYIN VE ESERLER

Düşen K., Kaya, U., **Kabasakal A.**, Keskin B., Arslan Kabasakal S., Gökşin Ş.Ö., Güvendi, B. (2024). Yüzücülerde Üst Ekstremité Dengesi ile İzometrik Kas Kuvveti Arasındaki İlişkisi, 16. Uluslararası Spor Bilimleri Öğrenci Kongresi, 22-24 Mayıs 2024, Yalova Üniversitesi, Yalova. (Sözel Sunum)

DİĞER YAYIN VE ESERLER

Arslan Kabasakal, S., Şanlı, A. F., **Kabasakal, A.**, Duru, A. D., & Ünal, M. (2022). Jimnastikçilerde plantar basınç dağılımlarının statik ve dinamik olarak incelenmesi. Yeni Yüzyıl Journal of Medical Sciences, 3(3), 180-187.

ETİK KURUL ONAYI

T.C.
YALOVA ÜNİVERSİTESİ
ETİK KURULLAR KOORDİNATÖRLÜĞÜ

PROTOKOL NO: 2024/321

ARAŞTIRMA BAŞLIĞI	Masa Tenisi Sporcularında Core Stabilizasyon Egzersizlerinin Dinamik Denge ve Ayak Plantar Basıncı Üzerine Etkisi
ARAŞTIRMANIN TÜRÜ	1-Yüksek Lisans Tez Çalışması 2-Nicel Araştırma
ARAŞTIRMACILAR	1-Sorumlu Araştırmacı : Fizyoterapist Abdullah KABASAKAL 2-Tez Danışmanı : Prof. Dr. Burçak KESKİN
ETİK KURUL TÜRÜ	SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
KARAR	Etik Onay Verilmesine Karar Verildi.

TARİH
25.12.2024

Prof. Dr. İsa KARAMAN
ETİK KURULLAR KOORDİNATÖRÜ