

T.C.,
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ANA BİLİM DALI

Y.ALHA

İYİ VE KÖTÜ İNİŞ BİYOMEKANİĞİNE SAHİP SPORCU ADOLESAN KIZ
ÇOCUKLARINDA ALT EKSTREMİTE DİZİLİM, PERFORMANS VE
POSTURAL STABİLİTE ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YAREN ALHA

BAU2025

İSTANBUL 2025

T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ANA BİLİM DALI

İYİ VE KÖTÜ İNİŞ BİYOMEKANİĞİNE SAHİP SPORCU ADOLESAN KIZ
ÇOCUKLARINDA ALT EKSTREMİTE DİZİLİM, PERFORMANS VE
POSTURALSTABİLİTE ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
YAREN ALHA

TEZ DANIŞMANI
DR. ÖĞR.ÜYESİ PELİN PIŞIRICI

İSTANBUL 2025



T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

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

YÜKSEK LİSANS TEZ ONAY FORMU

Program Adı:	Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Tezli Yüksek Lisans
Öğrencinin Adı Soyadı:	YAREN ALHA
Tezin Adı:	İYİ VE KÖTÜ İNİŞ BİYOMEKANİĞİNE SAHİP SPORCU ADOLESAN KIZ ÇOCUKLARINDA ALT EKSTREMİTE DİZİLİM, PERFORMANS VE POSTURALSTABİLİTE ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ
Tez Savunma Tarihi:	10.01.2025

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğu Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tarafından onaylanmıştır.

Doç. Dr. Yücel Batu SALMAN

Enstitü Müdürü

Bu Tez tarafımızca okunmuş, nitelik ve içerik açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak yeterli görülmüş ve kabul edilmiştir.

	Ünvanı, Adı Soyadı	Kurumu	İmza
Tez Danışmanı:	Dr. Öğr. Üyesi Pelin PİŞİRİCİ	Bahçeşehir Üniversitesi	
2. Üye (Kurum İçi):	Prof. Dr.Hasan Kerem ALPTEKİN	Bahçeşehir Üniversitesi	
3. Üye (Kurum Dışı):	Dr. Öğr.Üyesi Gamze KILIÇ	Nişantaşı Üniversitesi	

Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.

Ad,Soyad: Yaren ALHA

İmza :

ÖZET

İYİ VE KÖTÜ İNİŞ BİYOMEKANİĞİNE SAHİP SPORCU ADOLESAN KIZ ÇOCUKLARINDA ALT EKSTREMİTE DİZİLİM, PERFORMANS VE POSTURALSTABİLİTE ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

ALHA, YAREN

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon (Tezli) Yüksek Lisans Programı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Pelin PİŞİRİCİ

Ocak 2025, 45 sayfa

Bu araştırmanın amacı, iyi ve kötü iniş biyomekaniğine sahip sporcu adolesan kız çocuklarında; alt ekstremitte dizilim, performans ve postural stabilite durumlarını incelemektedir. Çalışmaya yaşları 10-14 aralığındaki 52 adolesan kız sporcu katılmıştır. Katılımcılar LESS skoru $5 \geq$ (grup 1) ($n=26$) ve LESS puanı $5 <$ (grup 2) ($n=26$) olarak 2 gruba ayrıldı. Katılımcıların; sıçrama sonrası iniş biyomekanileri, alt ekstremitte dizilimleri, postural stabilizasyonları ve sıçrama performansları sırasıyla LESS, FPPA, Y-Denge ve countermovementsıçrama testi ile değerlendirildi. Grupların demografik verileri homojen olarak dağılım göstermektedir ($p>0,05$). Tüm katılımcılar sağ dominant ekstremiteye sahiptir. Grup 1'de regl döneminde olan katılımcıların oranının %65.4 olduğu, Grup 2'de ise %57.7 olduğu tespit edildi. Grup 1 için LESS skoru $8,12 \pm 2,18$ iken, Grup 2 için $3,19 \pm 0,98$ olarak bulundu. FPPA, CMJ ve Y-denge (dominant ve nondominant) değişkenlerinde gruplar arasında anlamlı bir fark saptanmadı (sırasıyla $p=0,111$, $p=0,547$; $p=0,281$; $p=0,409$; $p<0,05$). Ayrıca, LESS skorları ile FPPA ($p=0,374$; $p>0,05$) CMJ ($p=0,470$; $p>0,05$) veya Y-denge (dominant ve nondominant) ($p=0,560$, $p=0,330$; $p>0,05$) arasında anlamlı bir korelasyon bulunmadı. Sonuç olarak, erken adolesan dönemdeki kadın sporcuların biyomekanik matürasyonu hâlâ gelişim aşamasında olduğundan, bu evrede iniş biyomekaniği, diz valgusu ve sıçrama performansı arasındaki net bir bağlantıyı ortaya koymak zor görünmektedir.

Anahtar Kelimeler: Countermovement Sıçrama, Basketbol, Y Denge Testi, LESS, Frontal Plan Projeksiyon Açısı

ABSTRACT

EXAMINATION OF THE EFFECT OF LOWER EXTREMITY ALIGNMENT, PERFORMANCE, AND POSTURAL STABILITY ON ATHLETE ADOLESCENT GIRLS WITH GOOD AND POOR LANDING BIOMECHANICS

ALHA, YAREN

Physiotherapy and Rehabilitation Master's Program

Thesis Advisor: Assistant Prof. Pelin PİŞİRİCİ

January 2025, 45 pages

This study aimed to investigate dynamic knee valgus (DKV) and jumping performance in adolescent female athletes with good and poor landing biomechanics. The study included healthy 52 adolescent female athletes aged between 10–14. Participants were divided into two groups based on their LESS (Landing Error Scoring System) scores: Group 1 (LESS \leq 5, n=26) and Group 2 (LESS $>$ 5, n=26). Knee valgus and jumping performance were evaluated with frontal plane projection angle (FPPA), and countermovement jump without arm swing test, respectively. The data were compared between groups 1 and 2. The Chi-Square (to compare data between groups) and Independent Samples T (to compare quantitative data between groups) tests were used for analysis. A value of $p<0.05$ was considered statistically significant. All demographic data of the groups were distributed homogeneously ($p>0.05$). All participants had a right-dominant lower extremity. The LESS score for Group 1 was 8.12 ± 2.18 , while for Group 2 it was 3.19 ± 0.98 . In FPPA and CMJ variables no significant difference was found between the groups (respectively $p=0.111$, $p=0.547$; $p<0,05$). Moreover, no significant correlations were found between LESS scores and FPPA ($r=0.127$, $p=0.374$; $p>0.05$) or CMJ ($r=0.103$, $p=0.470$; $p>0.05$). In conclusion, we think that as the biomechanical maturation of early adolescent female athletes is still developing, it is difficult to establish a clear connection between landing biomechanics, knee valgus, and jump performance during this stage.

Keywords: Countermovement Jump Test, Y Balance Test, Basketball, LESS, Frontal Plane Projection Angle

TEŞEKKÜR

Bu tez alıŐmasının planlanmasında, araŐtırılmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım hem lisans eğitimimde hem de yüksek lisans eğitimimde öğrencisi olmaktan gurur duyduğum ve kendimi şanslı hissettiğim, akademik kariyerini kendime örnek aldığımdan danışmanım canım hocam Bahçeşehir Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dekan Yard. Dr. Öğr. Üyesi Pelin PİŞİRİCİ'ye,

Yüksek lisans serüvenim boyunca her zaman yanımda olan, bana her konuda destek veren ve birlikte daha büyük başarılar elde edeceğimize inandığım değerli Uzm. Fzt. İrfan Yıldızhan, Fzt.Esma Nur Güngör'e, uzun yıllardır hayatımda her durumda yanımda olan canım arkadaşım ve kıymetli ortağım Dyt.Yaren Özbek'e,

Hayatımda her zaman yanımda olan, beni hiç yalnız bırakmayan ve her konuda destek veren sevgili AİLEME, bu günlere gelmemi sağlayan tüm emekleri ve sevgileri için sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
TABLolar LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL/RESİM/ŞEMA LİSTESİ.....	xii
SEMBOLLER/KISALTMALAR LİSTESİ.....	xiii
Bölüm1: Giriş.....	1
Bölüm 2: Genel Bilgiler.....	4
2.1 Diz Eklemi Anatomisi.....	4
2.1.1 Dizin Kemik Yapısı.....	4
2.1.1.1 Femur	4
2.1.1.2 Tibia	4
2.1.1.3 Fibula.....	5
2.1.1.4 Patella	5
2.1.2 Diz Eklemleri	6
2.1.2.1 Tibiofemoral Eklem	6
2.1.2.2 Patellafemoral Eklem	6
2.1.3 Diz Eklemleri Menisküsleri	6
2.1.3.1 İç Menisküsler	6
2.1.3.2 Dış Menisküsler	6
2.1.4 Diz Eklemi Bağları.....	7
2.1.4.1Ön Çapraz Bağ.....	7

2.1.4.2 Arka Çapraz Bağ.....	7
2.1.5 Diz Eklemi Kasları	7
2.1.5.1 Kuadriceps kası.....	7
2.1.5.2 Hamstring kası	8
2.1.5.3 Sartorius Kası	9
2.1.5.4 Gracilis Kası	9
2.1.5.5 Tensor Fasya Lata	9
2.1.5.6 Popliteus Kası	10
2.1.6 Diz Eklemi Biyomekaniği	11
2.1.6.1 Dinamik Diz Valgusu Ve Öçb Yaralanması	12
2.1.7 Sıçrama Biyomekaniği.....	14
2.1.8 Sıçramanın Tipleri	15
2.1.8.1 Squat Jump	16
2.1.8.2 Drop Jump	17
2.1.8.3 Countermovement Jump	17
2.1.8.4 Vertikal Jump	18
2.2 Adolesan Dönem	19
2.2.2 Orta Adolesan Dönem	20
2.2.3 Geç Adolesan Dönem	20
2.3 Adolesan Dönemin Genel Özellikleri	20
2.3.1 Boy ve Vücut Ağırlığı Artışı.....	21
2.3.2 Kemik Büyümesi ve Olgunlaşması	21
2.3.3 Kas ve Yağ Dokusunun Gelişmesi	22
2.3.4 Organ Büyümesi	22
2.3.5 Cinsel Gelişme	22

2.4Adolesan Dönemde Görülen Cinsiyet Arası Farklılıklar	2
2.5 Adolesan Dönemde Spor Yaralanmalarında Etiyolojik Faktörler	23
2.6 Adolesan Dönemde Spor Yaralanmalarının Görülme Sıklığı.....	23
2.7 Adolesan Dönemde Sporun Gelişim Üzerine Etkisi	24
2.8 Adolesan Kız Çocuklarında Sıçrama	25
Bölüm 3: Materyal Metod.....	26
3.1 Çalışma Tasarımı ve Dizaynı	26
3.2 Katılımcılar	26
3.2.1 Çalışmaya Dahil Etme Kriterleri	26
3.2.2 Çalışmadan Dışlama Kriterleri.....	26
3.2.3 Örneklem Büyüklüğü.....	27
3.3 Değerlendirmeler	27
3.3.1 Demografik Veri Formu	27
3.3.2 Sıçrama Sonrası İniş Biyomekaniğinin Değerlendirilmesi	28
3.3.3 Alt Ekstremitte Dizilimi Değerlendirilmesi (Frontal Plan Projeksiyon Açısı).....	31
3.3.4 Performans Değerlendirilmesi (Dikey Sıçrama Testi)	32
3.3.5 Postural Stabilitenin Değerlendirilmesi (Y Denge Testi)	34
3.4 İstatistiksel Analizler	35
Bölüm 4: Bulgular	36
4.1 Katılımcıların Demografik Özellikleri	36
4.2 Gruplar Arasındaki Farklar	37
Bölüm 5: Tartışma	39
5.1 Çalışmanın Özgün Yanları	43
5.2 Çalışmanın Limitasyonları	44
Bölüm 6: Sonuç	45

KAYNAKÇA	46
EKLER.....	58
EK A Etik Kurul Onayı	59
EK B Aydınlatılmış Onam Formu	60
EK C Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu	61
EK D Demografik Veri Formu	63



TABLULAR LİSTESİ

TABLULAR

Tablo 1 Bireysel İniş Hatası Puanlama Sistemi Öğeleri İçin Tanımlar.....	30
Tablo 2 Katılımcıların Demografik Özellikleri.....	37
Tablo 3 Gruplar Arasındaki Farklar	38
Tablo 4 Sıçrama Sonrası İniş Biyomekaniğinin Alt Ekstremitte Dizilimi, Postural Stabilite ve Performans ile İlişkisi	38



ŞEKİLLER LİSTESİ

ŞEKİLLER

Şekil 1 Diz Eklemi Görünümü	5
Şekil 2 Diz Eklemi Bağları.....	8
Şekil 3 Diz Eklemi Kasları Önden Görünüm.....	11
Şekil 4 Dizin İki Eklemlili Yapısı	12
Şekil 5 Diz Ekleminin Çok Yönlü Hareketleri	13
Şekil 6 SquatJump	22
Şekil 7 DropJump	23
Şekil 8 CountermovementJump	24
Şekil 9 VerticalJump	25
Şekil 10 Consort Akış Diyagramı	28
Şekil 11 Sıçrama Sonrası İniş Biyomekaniği Değerlendirme.....	32
Şekil 12 Optojump ile Sıçrama Performans Değerlendirilmesi.....	34
Şekil 13 Katılımcıların Optojump Sıçrama Performans Tablosu Örneği.....	34

KISALTMALAR LİSTESİ

AÇB	Arka Çapraz Bağ
ASIS	Anterior Superior İliak Spina
CMJ	Countermovement Jump
DVJ	Drop Vertical Jump
FPPA	Frontal Plan Projeksiyon Açısı
LESS	Landing Error Scoring System
MAX	Maksimum
MİN	Minimum
ÖÇB	Ön Çapraz Bağ
SS	Standart Sapma
TBÜÇT	Tek Bacak Üstünde Çömelleme Testi
TFL	Tensor Facia Lata
VKİ	Vücut Kitle İndeksi
WHO	World Health Organization
YBT-LQ	Y Balance Test Lower Quarter
cm	Santimetre
kg	Kilogram
m	Metre
sn	Saniye
%	Yüzde
°	Derece

Bölüm 1

Giriş

Adolesan dönem; hızlı bir biyolojik ve fiziksel gelişimle beraber cinsel ve psikososyal olgunlaşma ile başlayan, bireyin bağımsızlığını ve sosyal üretkenliğini kazandığı bir dönem olarak tanımlanmaktadır (Santrock,2014). Dünya Sağlık Örgütü'nün tanımına göre adolesan dönem 10-19 yaş arasını kapsar (WHO,2019). Adolesan dönemdeki psikososyal olgunlaşma; erken, orta ve geç olmak üzere üç evreye ayrılır. 10-14 yaşlar arası erken, 15-17 yaşlar arası orta, 18-21 yaş arası geç adolesan olarak tanımlanır (Tüzün ve Ataman,2017).

Spor yaralanmalarının adolesanlarda karşılaşılan tüm yaralanmaların, %50'sini oluşturduğu tahmin edilmektedir ve adolesanların yılda %8'i yaralanma nedeniyle spor ve rekreasyonel faaliyetlere katılamamaktadır (Abernethy ve MacAuley, 2003). Basketbol gibi ani durma sonrası yön değiştirme ve sıçrama sporlarını yapan adolesan kız çocukları, aynı sporlarda yer alan adolesan erkek çocuklarına kıyasla alt ekstremitte yaralanmalarına 4-6 kat daha fazla maruz kalmaktadır (Shifrer ve ark., 2015). Adolesan kız çocuklarında görülen çoğu alt ekstremitte yaralanması, genellikle temassız şekilde gerçekleşir (Boden ve ark.,2000).

Basketbol, yüksek yoğunluklu, aralıklı ve patlayıcı hareketlerin sıkça tekrarlandığı fizyolojik olarak zorlayıcı bir spor dalıdır. (Castagna ve ark., 2008; Abdelkrim ve ark.,2010). Basketbol, adolesanların spor aktivitelerine katılımı aracılığıyla çok yönlü gelişimlerine katkıda bulunmaktadır. (Thomas ve ark.,2005). Basketbolda dikey sıçrama, ribaunt, şut, atılan şutların blokesi vb. basketbola özgü temel tekniklerin uygulanmasında en önemli hareket fonksiyonudur (Dufek ve Bates,1991). Dikey sıçrama yeteneği aynı zamanda adolesan sporcuların büyüme ve gelişme süreçlerinde, günlük yaşamlarında ve de en önemlisi yapılan spor aktivitelerinde olması gereken en önemli yeteneklerden biridir. Dikey sıçrama, bireyin statik duruş pozisyonundayken erişebildiği yükseklik ile maksimal vertikal sıçrama yüksekliği arasındaki mesafe olarak tanımlanır (Okur ve ark.,2013).

Dikey sıçrama sonrası kötü iniş biyomekaniği, nöromüsküler kontroldeki eksiklikler ve alt ekstremitte yaralanması için risk faktörü olarak kabul edilir (Hewett ve ark., 2009). Adolesan kız sporcuların iniş biyomekanisi değerlendirmeleri erkeklerden daha kötü olarak bulunmuştur (Lisman ve ark., 2021) ve kadın sporcuların spor katılımı sırasında genellikle yüksek kuvvetli inişlere maruz kalması, alt ekstremitte yaralanma riskini artırır (Griffin ve ark., 2000; Griffin ve ark., 2006;

Hewett, Ford, Hoogenboom&Myer, 2010). Bu yaralanmaların çoğu diz eklemine meydana gelir ve genellikle sezon sonu yaralanmaları olan ön çapraz bağ (ÖÇB) yırtıkları ve patellofemoral ağrı sendromu gibi sonuçlanır.

Yaralanma oranlarındaki cinsiyet farkına; anatomik, hormonal, nöromusküler olmak üzere üç ana etiyolojik faktörün katkısı olduğu görülmektedir. Alt ekstremitte yaralanma risk faktörlerine odaklanan birçok çalışma, anatomik faktörlerde ekstremitte uzunluğu, boy ve ÖÇB'nin yapıştığı femoral çentik genişliği gibi antropometrik ölçümlere odaklanmıştır (Zelisko ve ark.,1982; Haycock ve Gilette, 1976). Hormonal faktörlere baktığımızda, özellikle adet döngüsünün foliküler ve ovulatuvar evrelerindeki hormonal değişimler alt ekstremitte yaralanma riskiyle ilişkilendirilmiştir (Arendt ve ark.,2002; Slaughterbeck ve ark.,2001; Winter 1990). Nöromusküler faktörlerde ise yaralanma riski yüksek olan sporların gerçekleştirildiği sırada, alt ekstremitte biyomekaniğindeki hataların veya anormal nöromusküler kontrolün ve özellikle diz eklemi kontrolünün, kadın sporcularda yaralanma riskine katkı sağladığı gösterilmiştir (Hewett 2000; Lyolyd 2001; McLean ve ark.,2001).

Dinamik diz valgusu, hatalı bir alt ekstremitte hareket paternidir ve üç hareket düzleminde görülen biyomekanik bir sapmadır. Bu durum, femur internal rotasyonu ve addüksiyonunun, karşı taraf pelvis düşüşü ile eş zamanlı olarak meydana gelmesiyle karakterizedir (Paduave ark., 2009). Yaralanma durumlarının video analizi, diz eklemine aşırı yüklenmenin, dizde yüksek valgus (abdüksiyon) açılarına neden olduğunu göstermektedir, bu da kadın sporcuların diz yaralanmalarının birincil tahminicisi olduğu bildirilmektedir. (Hewett ve ark., 2010; Hewett ve ark., 2005; Marinsek, 2010; Otsuki, Kuramochi, & Fukubayashi, 2014). Alt ekstremitte dizilim problemlerinin tespit edilmesinde en sık kullanılan yöntemlerden biri olan, frontal plan projeksiyon açısı (FPPA) ölçümüdür. Dizin FPPA'sının artması, valgus yüklenmesinin daha fazla olduğunu gösterir (Wyndow ve ark., 2016). ACL yaralanmalarıyla ilişkili matürasyon ve biyomekanik risk faktörlerini inceleyen sistematik bir derlemeye göre, matürasyon ile birlikte diz valgusu artmaktadır (Stuelcken ve ark., 2016). Ancak, bildiğimiz kadarıyla erken adolesan döneminde dinamik diz valgusu ile iniş biyomekaniğinin kalitesi (iyi veya kötü) arasındaki ilişkiyi araştıran bir çalışma bulunmamaktadır.

Postural stabilite çevresel koşullara uygun tepki verebilmek için farklı duyuşal girdilerin entegre edilmesini gerektiren karmaşık bir denge görevidir (Sethi 2008). Dinamik denge; yapılan egzersiz süresince dengeyi koruyabilme dengede devamlılığı

sağlayabilme veya denge durumunu yeniden sağlayabilmedir. Dinamik denge aynı zamanda fiziksel duruma yeniden uyum sağlayabilmesi veya düştükten sonra vücudun dengeyi yeniden kazanabilmesidir. Koşu veya sıçrama anında destek yüzeyi ile temasın kesilmesine rağmen vücudun denge uyumu dinamik denge ile sağlanır (Travis 1995). Basketbol oyuncularının postural stabilite ve spor performansları arasında ilişki olduğu ortaya konmuştur. Yapılan araştırmalarda; serbest atış isabeti, düşük yatay hareketlilik ve yüksek stabilite ile ilişki gösterdiği yönündedir (Perrin ve ark., 1991).Bildığımız kadarıyla, adolesan kız çocuklarında iniş biyomekaniği ve postural stabilite ilişkisini değerlendiren çalışmaya rastlanmamıştır.

Literatürde; alt ekstremitte dizilimi, performans ve postural stabilite arasında korelasyon inceleyen çalışmalar olsa da (Paz, G. A ve ark., 2016; Nasser ve ark.,2024) bu parametrelerin sağlıklı adolesan kız çocuklarında iniş tekniğine olan katkısının detaylı incelendiği çalışmalara ihtiyaç vardır. Bu araştırmanın amacı, iyi ve kötü iniş biyomekaniğine sahip sporcu adolesan kız çocuklarında; alt ekstremitte dizilim, performans ve postural stabilite durumlarının incelenmesidir. Araştırma amacı kapsamında geliştirilen hipotezler aşağıda sunulmuştur.

H1¹: Sporcu adolesan kız çocuklarında sıçrama sonrası iniş biyomekaniği ile alt ekstremitte dizilimi arasında doğrusal bir ilişki vardır.

H0¹: Sporcu adolesan kız çocuklarında sıçrama sonrası iniş biyomekaniği ile alt ekstremitte dizilimi arasında bir ilişki yoktur.

H1²: Sporcu adolesan kız çocuklarında sıçrama sonrası iniş biyomekaniği ile performans arasında doğrusal bir ilişki vardır.

H0²: Sporcu adolesan kız çocuklarında sıçrama sonrası iniş biyomekaniği ile performans arasında bir ilişki yoktur.

H1³: Sporcu adolesan kız çocuklarında sıçrama sonrası iniş biyomekaniği ile postural stabilizasyon arasında doğrusal bir ilişki vardır.

H0³: Sporcu adolesan kız çocuklarında sıçrama sonrası iniş biyomekaniği ile postural stabilizasyon arasında bir ilişki yoktur.

Bölüm 2

Genel Bilgiler

2.1 Diz Eklemi Anatomisi

Diz eklemi, patella distal femur ve proksimal tibia gibi kemiklerin yanı sıra bu kemikleri birbirine bağlayan ligamentler gibi yumuşak dokulardan oluşur. Anatomik olarak tibiofemoral ve patellofemoral olmak üzere iki eklemden meydana gelir. Tibiofemoral eklem ise yük dağılımı ve hareketlerin farklılığı nedeniyle medial ve lateral olmak üzere iki ayrı bölgeye ayrılır (Esmer ve ark.,2011).

2.1.1 Dizin kemik yapısı.

2.1.1.1 Femur. İnsan vücudunun en uzun ve en güçlü kemiği olan femur, vücudun ağırlığını iliumdantibianın üst ucunaktarır. Üst ucunda pelvis kemiğindeki asetabulum ile eklem yaparak kalça eklemine oluşturur (Snell 2000). Alt ucunda ise tibiavepatella ile eklemleşerek diz eklemine meydana getirir (Hazneci ve ark.,2005).

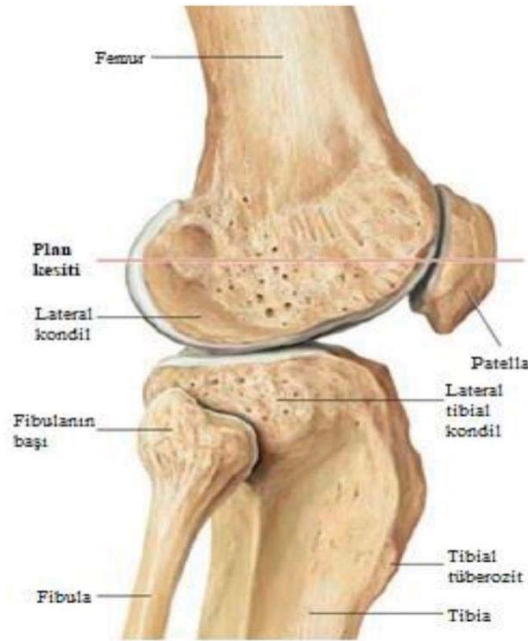
2.1.1.2 Tibia. Ağırlık taşıyan kemik olarak, karşılığı olan fibuladan önemli ölçüde daha büyük ve daha dayanıklıdır. Tibia, femur ile proksimal olarak diz eklemine oluşturur. Fibula ve talus ile distal olarak ayak bileği eklemine oluşturur. Tibia, diz eklemine hemen altından ayak bileği eklemine kadar fibulanın medialinde uzanır ve interosseöz membran ile fibulaya bağlanır (Grupton ve ark.,2023).

Proksimal Tibia:

- Lateral kondil- femur ile eklemelenen tibianın lateral proksimal yönü
- Medialkondil- femur ile eklemelenen tibianınmedial proksimal yönü
- Lateral tibialplato- lateral kondilin üst eklem yüzeyi
- Medialtibialplato-medial kondilin üst eklem yüzeyi
- İnterkondiler alan
 - Anterioralan: medial ve lateral kondil arasında ön tarafta yer alır. Ön çapraz bağın bağlanma noktasıdır.
 - Posterior alan: medial ve lateral kondil arasında posterior olarak yer alır. Posterior çapraz bağın bağlanma noktasıdır.
 - İnterkondiloid çıkıntı (tibial omurga): eklem fasetleri arasında yer alır ve medial ve lateral tüberkülden oluşur. İnterkondiloid çıkıntının arkasındaki fossa çapraz bağlar ve menisküsler için bağlantı görevi görür.

2.1.1.3 Fibula. Fibula, alt ekstremitelerde bulunan ve tibiyanın lateral tarafında konumlanmış uzun bir kemiktir. Fibula, tibiadan daha küçük ve incedir. Diz ekleminde tibial başın hemen arkasında yer alır ve daha sonra ayak bileği eklemine ulaşana kadar bacağın lateral yönü boyunca aşağı doğru uzanır. Fibula'nın medial yüzeyindeki bir sırt, fibula'nın interosseöz membran aracılığıyla tibia'ya bağlandığı interosseöz sınırı oluşturur. Bu bağlantı, çok az hareket kabiliyetine sahip olduğu anlamına gelen bir sindezmöz eklem oluşturur. (Garrett ve ark.,2023; Grupton ve ark.,2023; Oberna ve ark.,2018).

2.1.1.4 Patella. Patella, diz ekleminin önünde yer alan büyük, düz ve üçgen şeklinde bir sesamoid kemiktir. Kuadriseps femoris kasının tendonunun içinde yer alır ve hem kuadriseps tendonunun hem de patellar ligamentin merkezi bir bağlanma noktasıdır. Patella, diz ekleminin ekstansör mekanizmasının ayrılmaz bir eklem bileşenidir. Ayrıca, kuadriseps femoris kasının kuvvetlerini patellar ligamente yönlendirerek, daha derin diz eklem anatomisini koruyarak, kuadriseps tendonunu sürtünme kuvvetlerinden koruyarak, ekstansör mekanizmalarının maruz kalabileceği basınç kuvvetlerini artırarak ve diz eklemine stabilite sağlayarak önemli bir rol oynar.



Şekil 1. Diz eklemi görünümü (Khonsary 2016).

2.1.2 Diz eklemleri.

2.1.2.1 Tibiofemoraleklem. Diz eklemine temelini oluşturan

tibiofemoraleklem, karmaşık bir sinovyal eklemdir. Bu eklemdede, tibia'nınproksimal yüzeyi (tibial plato), femurun distal kısmındaki kondiller ve interkondiler çentik gibi kemik yapıları bulunur (Ghadially ve ark.,1983).

2.1.2.2 Patellofemoraleklem. Patellofemoral eklem, diz eklemının ekstansör mekanizmasının integral bir parçası olup, patellanın eklem yüzü ile femurun distal ucundaki troklea arasında oluşan sinovyal bir eklemdir (Tecklenburg ve ark.,2006). Patellanın trokleafemoris ile olan anatomik uyumu ve sesamoid kemik yapısı, diz eklemının ekstansiyon hareketini güçlendirerek kuvvet iletimi ve stabilite sağlamada kritik bir rol oynar (Arendt 2005).

2.1.3 Diz eklemi menisküsleri. Menisküsler, karmaşık anatomik yapıları sayesinde çeşitli biyomekanik işlevleri yerine getirirler. Bu görevler arasında; yük taşıma, temas alanı oluşturma, rotasyonu yönlendirme ve stabilizasyon sağlama bulunur.

2.1.3.1 İç menisküs. Medial menisküs, lateral menisküse kıyasla daha geniştir ancak gövdesi biraz daha incedir. Kapsüler bağlar, işlevsel olarak üç bölüme ayrılabilir. Anterior bölgedeki kapsüler bağlar, aslında ekstansör mekanizmanın medial ve lateral retinaküler bağlarıdır. Distal olarak tibia ve menisküslerin anterior boynuzlarına, proksimalde ise kuadriseps femoris kasının aponevrotik devamı olarak düzensiz bir şekilde femura bağlanırlar (Drezj ve ark.,2001). Ekstansör mekanizmanın tendinöz ve kapsüler yapıları üç katmandan oluşmaktadır. En yüzeysel katman olan arkiform katman, medialde sartorial fasya, lateralde ise biceps femoris fasyasından devam eden ince bir peritendinöz membran olup, anterior olarak patella ve patellar tendon üzerine yayılarak birleşir (Tom ve Fulkerson 2007).

2.1.3.2 Dış menisküs. Dış menisküsün anatomisi, diz eklemının biyomekaniği ve cerrahi tedavisi açısından oldukça önemlidir. Makro ve mikroskopik düzeyde incelenen bu yapı, eklem içi basıncı dağıtarak kırıkda hasarını önler ve eklemın stabilizasyonunda rol oynar. Ön ve arka çapraz bağlarla olan karmaşık ilişkisi ise, menisküs ve ligament yaralanmalarının birlikte değerlendirilmesini gerektirir. Bu nedenle, dış menisküsün anatomik yapısının detaylı olarak anlaşılması, diz eklemiyle ilgili rehabilitasyon başarısı için temel bir gerekliliktir (Perelli ve ark., 2022).

2.1.4 Diz eklemi bağları.

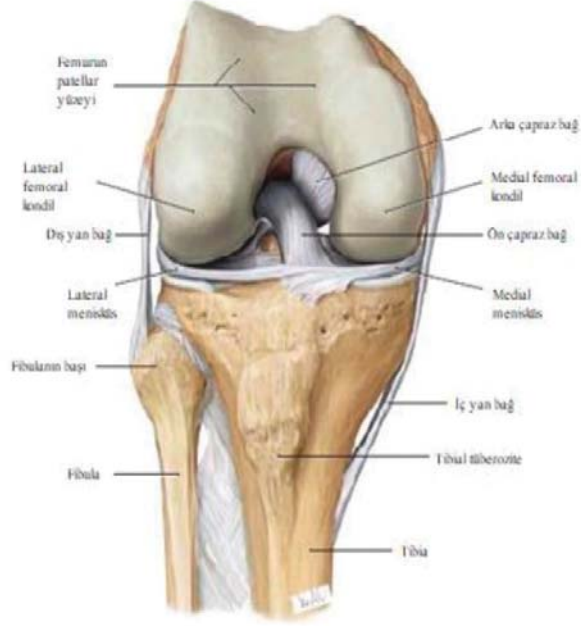
2.1.4.1 Ön apraz bağ. Ön apraz Bağ (ÖB), interkondiler çentiğin posterolateral yüzeyinden orjin alır ve distal-anterior yönde ilerleyerek interkondilerentikzerine yapışır. Genel olarak önapraz ligamentin anteromedial ve posterolateral olmak üzere iki demetten oluştuğudur. Ancak, ara bir demetin varlığı konusunda bazı tartışmalar mevcuttur. Bu demetlerdeki gerilim, fleksiyon açısına bağlı olarak değişir. Anteromedial demet ekstansiyonda, posterolateral demet ise fleksiyonda daha fazla gerilim altındadır (Flandry ve Hommel 2011).

2.1.4.2 Arka apraz bağ. Arka apraz bağ (AB), interkondiler çentiğin medial yüzeyinden kaynaklanır ve distal olarak ilerleyerek tibia'nın proksimal kısmındaki fovea centraliseyapışır. Bu pozisyon, insersiyonunufemoral ve tibialkondrillerin posterior uçlarının önünde ve femur ile tibia'nın posterior korteksi ile aynı hizada yerleştirir. Proksimal orijini de femurun epikondiler eksenine ile aynı hizada olup, pratik amaçlar için dizin aksiyal rotasyon merkezinin temsilcisidir.

Arka apraz bağ, posteromedial ve anterolateral olmak üzere iki demetten oluşur. Posteromedial demet ekstansiyonda daha gerginken, anterolateral demet fleksiyonda daha gergindir. Tibia'nıninternal rotasyonu, sadece bu demetlerin kendileri üzerine sarılmasına değil (90 derecelik anteroposterior ekmece testlerinde internal rotasyonda ÖB yetkinliğinin test edildiği gibi), aynı zamanda ÖB ve AB ligamentlerinin de birbirleri üzerine sarılmasına neden olur. (Flandry ve Hommel 2011).

2.1.5 Diz eklemi kasları.

2.1.5.1 Kuadriseps. Kuadriseps kası, uyluğun anterior bölmesinde yer alır ve dört ayrı kastan oluşur: anteriorda yer alan rektusfemoris, uyluğun medial kısmında vastusmedialis ve lateral kısmında vastuslateralis ve posterior tarafta bulunan vastusintermedius. Vastus kasları femurun anterior, medial ve lateral yüzeylerine tutunur. Direkt ve indirekt tendonlar, kasın alt üçte birine kadar uzanan iki aponevrotik lamina olarak devam eder. Bu yapılar arasında direkt tendon yüzeyel lamina, indirekt tendon ise merkezi sagittal lamina şeklinde devam eder.



Şekil 2. Diz eklemi bağları (Khonsary 2016).

Kuadrisepsfemoris kasının distal tendonu, uyluğun ön yüzündeki dört kasın birleşmesiyle oluşan kalın ve güçlü bir yapıdır. Bu tendon, diz kapağı üzerinden geçerek tibia kemiğine yapışır. Tendonun iç yapısı oldukça karmaşık olup, farklı kaslardan gelen liflerin üst üste gelmesiyle oluşur. Bu lifler, diz kapağı üzerinde farklı katmanlar oluşturur. Yapılan detaylı anatomik incelemeler, bu tendonun daha önce düşünülenlerden daha karmaşık bir yapıya sahip olduğunu ve özellikle distal kısmında önemli varyasyonlar gösterebileceğini ortaya koymuştur (Pasta ve ark., 2010).

2.1.5.2 Hamstring kası. Hamstring kas grubu, semitendinosus, semimembranosus ve bicepsfemoris olmak üzere üç başlı kas tarafından oluşturulur. İskialtuberositten köken alan bu kas grubu, distal yönde femurun üzerinde uzanarak hem kalça hem de diz eklemlerini geçer. Bicepsfemoris kasının kısa başı, femurun lineaaspera'sından başlayan ayrı bir kökene sahipken, uzun başı ve semitendinosus kası, ischialtuberositten ortak bir aponeuroz oluşturarak sıklıkla birlikte yaralanmaya yatkındır. Kas-tendon birleşimi, bicepsfemoris'in uzun başında önemli bir anatomik yapıdır ve innervasyonlarında kaslara göre farklılık gösterir: bicepsfemoris'in uzun başı siyatik sinirin tibial kısmı, semimembranosus kası genellikle ortak peroneal sinirden ancak bazı varyasyonlarla siyatik sinirden de innervasyon alırken, semitendinosus kası ise tibial sinirin dalları tarafından innerve edilir (Kumazaki ve ark., 2012; Vicens-Bordas ve ark., 2022; Woodley ve Mercer 2005).

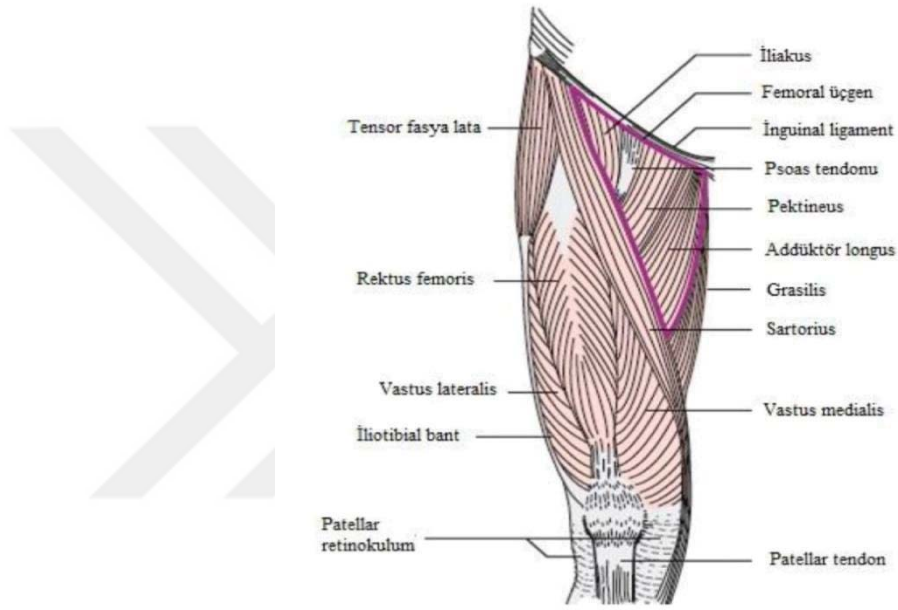
2.1.5.3 Sartoriuskası. Sartorius kası, insan vücudundaki en uzun kas olma özelliği taşıyan, yüzeysel konumlanan ve karakteristik bir şekle sahip olan bir kاستır. Latince "terzi" anlamına gelen "sartor" kelimesinden adını almıştır. Bu kas, kalça kemiğinin ön üst kısmından başlayarak, uyluğun iç kısmında seyrederek ve diz ekleminin alt kısmında yer alan pes anserinus adı verilen bir tendon yapısına bağlanır. S şeklindeki bu uzun kas, uyluğun ön kısmında bir bant gibi uzanır ve kasılma sırasında kalça ekleminin lateral fleksiyon hareketini yaptırır, dizi fleksiyona alarak ve dışa doğru döndürerek vücudun oturur pozisyonda iken çapraz şekilde bacakbacak üstüne atılmasını sağlar. Sartorius kasının yapısı ve işlevi, insanın dik duruşu ve hareketleri için oldukça önemlidir. Ayrıca, bu kasın anatomik özellikleri, farklı etnik gruplarda bazı farklılıklar gösterebilir (Dziedzic ve ark., 2014).

2.1.5.4 Graciliskası. Gracilis kası, uyluğun medial (iç) bölgesinde yer alan uzun ve ince bir kاستır. Pelvis kemiğinin inferior kısmından (pubis ve iskiyum) köken alarak, tibia kemiğinin medial kondilinde sonlanır. Adduktör kas grubunun bir parçası olarak, kalça ve diz eklemlerinin hareketlerinde önemli rol oynar. Gracilis kası, obturator sinir tarafından innerve edilir ve femoral arterin dalları tarafından beslenir. Distal ekleminde, pes anserinus adı verilen bir tendon yapısına katılır. Pes anserinus, sartorius ve semitendinosus kaslarıyla birlikte tibia'nın medial yüzeyine yapışarak diz ekleminin stabilizasyonunda görev alır. Gracilis kası, kalça ekleminde adduksiyon, fleksiyon, ekstansiyon ve rotasyon hareketlerine, diz ekleminde ise fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerine ve tibia'nın internal rotasyonuna katkıda bulunur (Dziedzic ve ark., 2018).

2.1.5.5 Tensorfasyalata. Tensorfasya lata (TFL) kası, anterior superioriliakspina'dan (ASIS) köken alarak iliotalibial (IT) bandına eklenen, kalça ve uyluk bölgesinde yer alan önemli bir kاستır. TFL, kalça ekleminde fleksiyon, abduksiyon ve internal rotasyon, diz ekleminde ise fleksiyon ve hafif lateral rotasyon hareketlerinde rol oynar. Ayrıca, IT bandı ile pelvik stabiliteyi sağlayarak, özellikle yürüme ve koşma gibi aktivitelerde önemli bir fonksiyon görür (Trammell ve ark., 2018).

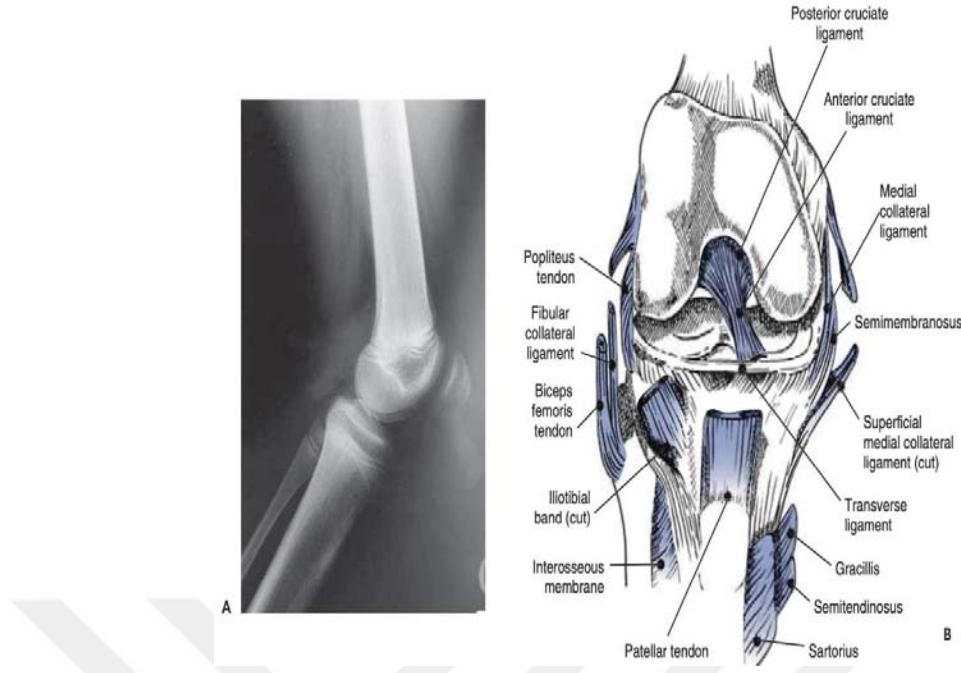
2.1.5.6 Popliteuskası. Popliteus kası, diz ekleminin derinliklerinde yer alan küçük ancak oldukça önemli bir kاستır. Bu kas, diz ekleminin stabilizasyonunda ve hareketlerinde kritik bir role sahiptir. Poplitealfossanın tabanında yer alan popliteus,

lateral femoral kondilden köken alarak tibia'nın posterior yüzeyine yapışır. Bacağın derin posterior bölmesini oluşturan diğer kaslarla birlikte hareket eder. Yürüyüş döngüsü boyunca, hem kapalı zincir (ayak yerdeyken) hem de açık zincir (ayak havadayken) fazlarda farklı roller üstlenir. Kapalı zincirde femuru tibia üzerinde dışa doğru döndürerek diz eklemi stabilize ederken, açık zincirde tibia'yı femur üzerinde internale doğru döndürerek diz eklemi fleksiyonuna yardımcı olur (Terry ve ark., 1996).



Şekil 3. Diz eklemi kasları önden görünüm (Faiz ve ark.,2011).

2.1.6 Diz eklemi biyomekaniği. Diz eklemi; yükleri iletir, vücudun pozisyonlarını ve hareketlerini kolaylaştırır, momentumu korumaya yardımcı olur ve bacakla ilgili aktiviteler için gerekli momentleri sağlar. Diz eklemi, insan vücudtaki en büyük ve belki de en karmaşık eklem olup, esasen tibiofemoral eklem ve patellofemoral eklemden oluşan iki eklemlilik bir yapıdır (Şekil4). Tibiofemoral eklemden hareket üç düzlemde gerçekleşmekle birlikte, en geniş hareket aralığı sagittal düzlemde görülür. Bu düzlemde, dizin tam ekstansiyonundan tam fleksiyonuna kadar olan hareket genellikle 3° hiperekstansiyondan (-3° fleksiyon) 155° fleksiyona kadar uzanır (Nordin ve Frankel 2012).



Şekil 4. Dizin iki eklemli yapısı (Nordin ve Frankel 2012)

Maksimal fleksiyon açısı ölçümünde, aktif ve pasif hareketler arasında ayrım gözetmek önemlidir. Kişinin kas gücünü kullanarak eklemi hareket ettirmesiyle ortaya çıkan aktif hareketin aksine, pasif hareket ölçüm cihazının hafif bir kuvvet uygulamasıyla elde edilen fleksiyon ve ekstansiyonun en uç noktalarını ifade eder. Genellikle pasif hareket, aktif harekete göre 5-10° daha fazla ölçülebildiğinden, fleksiyon hareketini konu alan araştırmaların ölçüm yöntemlerini net bir şekilde belirtmesi gerekmektedir (Walker ve ark., 2023).

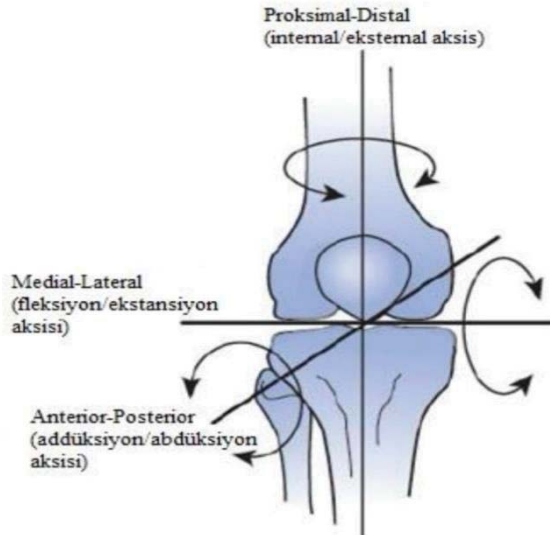
Transvers düzlemde gerçekleşen internal ve eksternal rotasyon hareketleri, fonksiyon esnasında değişkenlik gösterir ve rotasyon serbestliği olarak değerlendirilir. Bilimsel literatürde bu durum "laksite" olarak adlandırılır. Her bir laksite eğrisi, ekstremitelerdeki hareketi sınırlayan bağlar, kapsül ve menisküs gibi yumuşak dokuların özelliklerini yansıtan bir histerezis döngüsü şeklinde ortaya çıkar (Nordin ve Frankel 2012).

Nötral pozisyona kıyasla fleksiyon sırasında ölçülen dönme açılarında internal ve eksternal dönme laksitesi adı verilir. Diz tam ekstansiyondayken, femoral ve tibial kondillerin kilitlemesi nedeniyle rotasyonel laksite sınırlanır. Bu durum temel olarak medial femoral kondilin lateral femoral kondilden daha uzun olmasından kaynaklanır

ve kollateral bağlar, ÖÇB ve arka kapsülün gerilmesiyle de ortaya çıkabilir. Diz fleksiyona doğru hareket ettikçe dönme laksitesi artar ve 30-40° fleksiyon aralığında en yüksek değerine ulaşır. Diz bu pozisyonda iken yaklaşık eksternal rotasyon 18° ve internal rotasyon 25° olarak ölçülür (Blankevoort ve ark.,1988).

Frontal düzlemde gerçekleşen abdüksiyon (varus) ve addüksiyon (valgus) hareketleri, eklemdaki fleksiyon miktarıyla benzer şekilde etkilenir. Femurun varus ve valgus hareketleri, tibianın ön düzlemdeki hareketlerine göre tanımlanır. Dizin tam ekstansiyon pozisyonu, ön düzlemdeki hareketlerin neredeyse tamamını kısıtlar. Diz fleksiyonu ile birlikte pasif abdüksiyon ve addüksiyon yaklaşık 30°'ye kadar artış gösterse de bu hareketlerin her biri en fazla birkaç dereceye ulaşır. Diz 30°'nin üzerinde fleksiyon yaptığında ise yumuşak dokuların sınırlayıcı etkileri nedeniyle frontal düzlemdeki hareketlilik tekrar azalır. Özellikle medialkollateral bağın lateral kollateral bağdan daha gergin olmasından dolayı, varus rotasyonu fleksiyonda valgus rotasyonundan daha büyük ölçüde gerçekleşir (Nordin ve Frankel 2012).

2.1.6.1 Dinamik diz valgusu ve ÖÇB yaralanması. Ön çapraz bağ yaralanmaları, özellikle futbol ve basketbol gibi sporlarda sıklıkla gözlemlenen, sporcuların performansını ve yaşam kalitesini olumsuz etkileyen bir durumdur (Urabe ve ark 2005).



Şekil 5. Diz ekleminin çok yönlü hareketleri (Nordin ve Frankel 2012).

Çok yönlü kadın sporcularında, ÖÇB yaralanmalarının %70'ine varan kısmı, doğrudan bir temas olmadan meydana gelmektedir. Bu tür yaralanmalar genellikle, tek bacak üzerinde yapılan zıplama, kesme ve pivot gibi hareketler sırasında, hızın azaltıldığı ve yön değiştirilen anlarda ortaya çıkar. ÖÇB yaralanması yaşayan sporcularda, dizde abdüksiyon ve internal rotasyon hareketlerinde artış, kalça ve diz eklemlerinde ise fleksiyon) hareketlerinde azalma gibi belirgin alt ekstremite hareket kalıpları gözlemlenmiştir. (Boden ve ark.,2009; Hewett ve ark.,2009; Koga ve ark.,2010; Krosshaug ve ark., 2007). Bu hareket kalıpları, kadavra çalışmalarında yapılan biyomekanik analizlerle de desteklenmektedir. Bu çalışmalarda, eklem üzerindeki basınç, tibia kemiğinin öne doğru kayması, dizin dışa açılması ve dizin düşük fleksiyon açılarındayken internale dönmesi gibi durumların bir araya gelmesiyle ÖÇB üzerindeki yükün en yüksek seviyelere ulaştığı belirlenmiştir (Draganich ve Vahey 1990; Markolf ve ark., 1990; Meyer ve ark., 2008).Bu bulgular ışığında, kalça ve diz eklemlerinde sınırlı hareket açıklığı, kalçada internal rotasyon ve dizde genuvarum gibi hareketlerin bir araya gelmesi dinamik valgus çöküşü olarak adlandırılır. Alt ekstremite biyomekaniği üzerine yapılan prospektif çalışmalar, sporcuların gelecekte ÖÇB yaralanması riskini belirlemeye yönelik önemli bir araç olarak görülmektedir. Bu sayede, ÖÇB yaralanmalarını önleme programlarının etkinliği daha iyi değerlendirilebilir ve risk altındaki sporcular için özel egzersiz programları geliştirilebilir (Goetschius ve ark., 2012; Hewett ve ark.,2005; Padua ve ark., 2015).

Son dönemde yapılan biyomekanik araştırmalar, ÖÇB yaralanmalarının, iniş sırasındaki diz eklemi hizalanmasındaki bozukluklar ile yakından ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle, dinamik diz valgusu olarak adlandırılan, kalça eklemi internal rotasyonu, diz eklemi abdüksiyonu ve kalça eklemi adduksiyonunun birleşimiyle oluşan patolojik hareket paterni, temassız ÖÇB yaralanmalarında sıklıkla gözlemlenmektedir. Prospektif çalışmalar, dinamik diz valgusunun şiddeti ile ÖÇB yaralanma riski arasında doğrusal bir ilişki olduğunu ve özellikle kadın sporcularda bu riskin daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bu bulgular, sporcuların, özellikle de kadınların, iniş sırasında diz eklemi hizalamasını iyileştirmeye yönelik egzersiz programları ile desteklenmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

2.1.7 Sıçrama biyomekaniği. Sıçrama hareketi alt ekstremitelerin temel eklemleri olan kalça, diz ve ayak bileğinin fleksiyonu ile meydana gelir. Daha sonra bu eklemlerin sırasıyla iyi bir koordinasyon içinde yaptığı ekstansiyonlar ile devam eder. Son olarak topukların kalkıp, parmak uçlarının yeri terk etmesiyle son bulur. Sıçrama yerçekimine karşı yapılan bir eylemdir ve fiziki yapı ile yakından ilgilidir. Ayrıca kuvvetli ve esnek kaslara sahip olmak sıçrama açısından avantaj sağlar. Hareketin yapılışı arasında etkili bir sıçrama amaçlanması için, eklemlerin uygun açılarda fleksiyon yapmış olması gereklidir. Bu açı 90° olmalıdır. Ekstansiyon sırasında ise yapılan kas kasılmalarının maksimal değerlerde olması ve hareketin patlayıcı bir şekilde uygulanması sıçrama verimini artırır. Dominant bacakla yapılan sıçrama daha iyi değerler verir. Ayrıca sıçrama sırasında kolların savrulması, kalça ve boynun ekstansiyonları da sıçrama veriminin artırılmasına etki eder (Yaşar 1995).

Sıçrama gibi plyometrik egzersizler, özellikle güç ve patlayıcılık gerektiren spor dallarında performans artışı sağlamak için sıklıkla kullanılır. Dikey sıçrama testi, alt ekstremitte kaslarının kuvvetini ve hızını artırarak, sporcuların daha hızlı hareket etmelerini, daha yüksek sıçramalar yapmalarını ve daha güçlü itme kuvveti üretmelerini sağlar. Sıçramanın biyomekanik prensipleri, kas-tendon kompleksinin elastik özelliklerini kullanarak, sporcuların performanslarını önemli ölçüde artırmalarına olanak tanır (Jensen ve Ebben, 2007).

Basketbolda sıçrama, oyuncunun hem hücumda hem de savunmada etkili olabilmesi için kritik bir beceridir. İki ayak veya tek ayak üzerinde gerçekleştirilen sıçramalar, şut, top sürme, blok gibi hareketlerin verimliliğini artırır. Bu kompleks hareket, alt ekstremitte kuvveti, güç, koordinasyon ve denge gibi fiziksel özelliklerin yanı sıra, zamanlama, hedefleme ve güvenli iniş gibi motor kontrol mekanizmalarını gerektirir (White 2017).

İki ayak üzerinde yapılan sıçrama hareketleri, biyomekanik analizler için temel bir model oluşturur. Maksimum dikey yükseklik veya yatay mesafeye ulaşmayı hedefleyen bu hareket, dört ana fazdan oluşur: (Hammes ve ark., 2015).

- **Hazırlık:** Sıçrama öncesi, bacak kaslarının gerilerek enerji depoladığı ve vücudun sıçrama için konumlandığı aşama (Monks ve Husch 2009)
- **İtme:** Bacak kaslarının kuvvetle çalışarak vücudu yukarı veya ileri doğru ittiği, yerden ayrılmanın gerçekleştiği aşama (Müniorğlu ve Deliceoğlu 2008)

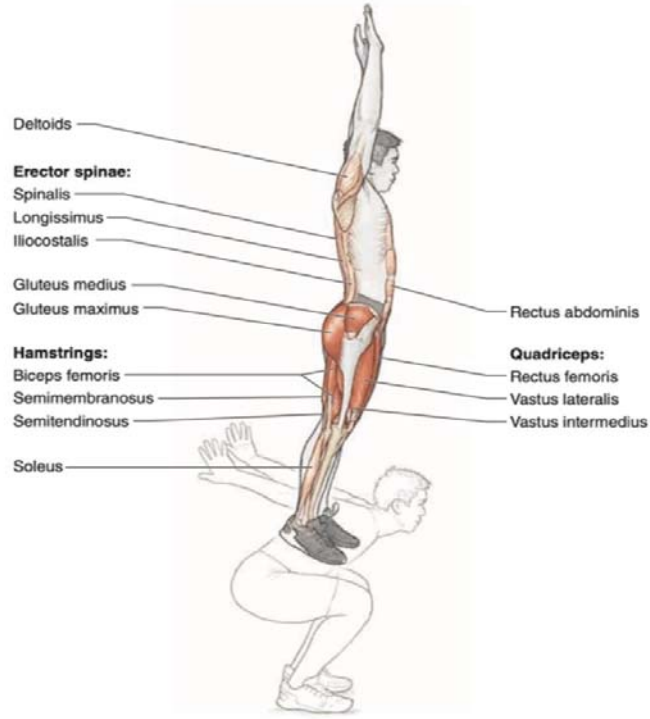
- **Havada Kalma:** Vücutun yerden ayrıldıktan sonra yerle yeniden temas etmeden önceki süreç (Bangsbo 1994)
- **Yere İniş:** Vücutun yerle temas ettiği ve hareketin tamamlandığı aşamadır.

Hazırlık aşamasında yaylanma hareketi, sıçramanın en kritik aşamalarından biridir. Bu aşamada, alt ekstremitte eklemleri eksantrik kasılmalar ile enerji depolar. Özellikle kalça eklemi fleksiyonu, sıçrama için gerekli potansiyel enerjinin büyük bir kısmını sağlar. Diz ve ayak bileği eklemlerindeki fleksiyon açıları ise vücut ağırlığının yerden itiş anında daha verimli bir şekilde transfer edilmesini sağlar. Yaylanma hareketi, sıçrama performansını optimize etmek için iki temel mekanizmayı bir araya getirir. Birincisi, vücutu daha avantajlı bir pozisyona taşıyarak itici faz için gerekli olan kuvvetin üretimini kolaylaştırır. İkincisi ise, kaslarda gerilme-kısalma etkisini tetikleyerek daha fazla kuvvet üretilmesini sağlar (Baykal 2019).

İtiş fazında, alt ekstremitte eklemlerindeki ekstansiyon hareketleri sayesinde büyük bir kuvvet üretilir. Bu kuvvet, kuvvet-zaman eğrisi altında kalan alan olarak hesaplanan itme ile ifade edilir. Daha büyük bir itme, daha yüksek bir kalkış hızına ve dolayısıyla daha fazla atlama mesafesine yol açar. Yaylanma hareketi, kaslarda depolanan elastik enerjinin geri kazanılmasını sağlayarak, sıçrama performansını artırır. Çömelerek sıçramada bu enerji geri kazanımı daha sınırlı olduğu için, atlama mesafesi genellikle daha düşüktür. İtici evrede, kalça, diz ve ayak bileği eklemlerinin koordinasyonu büyük önem taşır. Genellikle kalça eklemi ekstansiyonu ile başlayan bu hareket, diz ve ayak bileği eklemlerindeki ekstansiyonlarla devam eder. Ancak, etkili eklem hareket sıralaması, sporcunun biyomekanik özelliklerine ve antrenman geçmişine bağlı olarak değişebilir (Baykal2019).

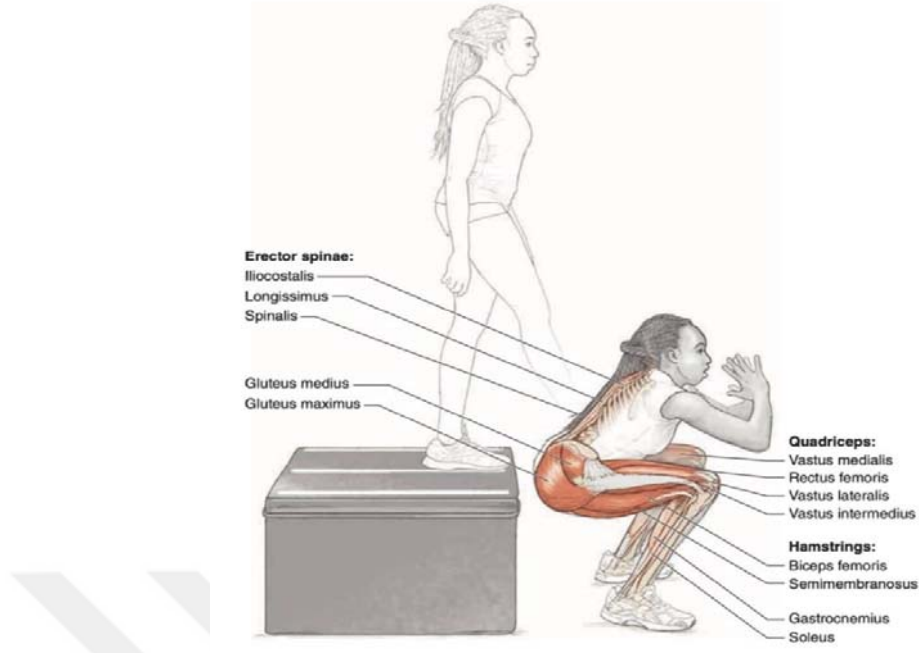
2.1.8 Sıçramanın Tipleri.

2.1.8.1 SquatJump. Squat pozisyonundan gerçekleştirilen dikey sıçrama hareketinde, alt ekstremitelerde izometrik bir kasılma ile başlayan, ardından hızlı ve kuvvetli bir eksantrik-konsantrik kasılma ile devam eden bir kuvvet-hız profili gözlenir. Bu pliometrik egzersizde, gluteusmaximus, kuadrisepsfemoris ve hamstring kas gruplarının sinerjistik çalışmasıyla, eklemlerdeki ekstansiyon hareketleri ve vücutun dikey olarak yukarıya doğru ivmelenmesi sağlanır. Üst ekstremitelerin de harekete dahil olması, vücut ağırlığının yer çekimine karşı daha hızlı bir şekilde hareket ettirilmesine katkı sağlar (Hansen ve Kennelly 2017).



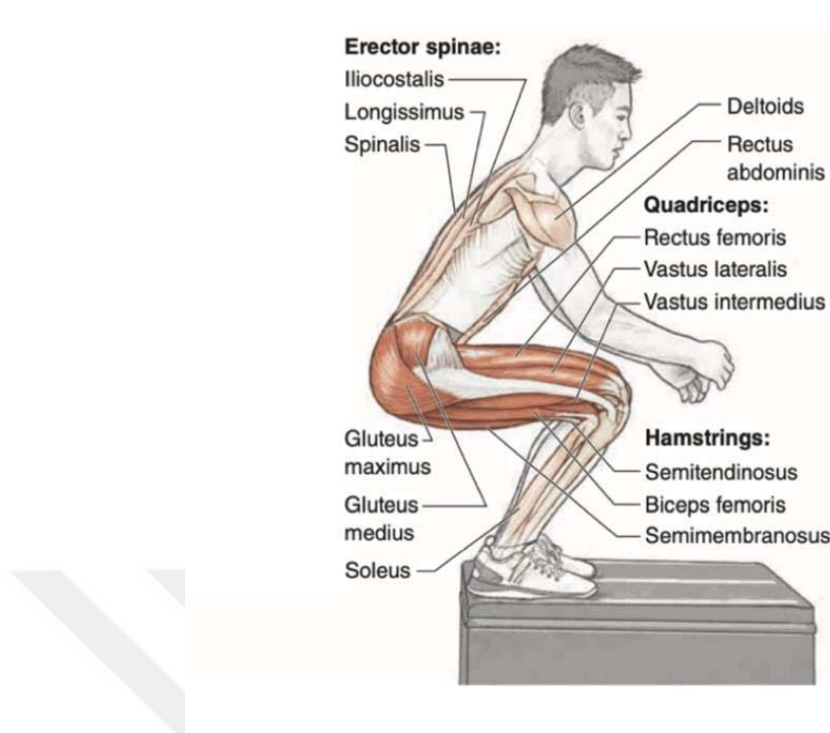
Şekil 6. Squatjump (Hansen ve Kennelly 2017).

2.1.8.2 DropJump. Belirli bir yükseklikten zemine düşme ve ardından çömelme pozisyonu alınarak gerçekleştirilen plyometrik egzersiz olan düşme sıçraması, alt ekstremitede hızlı ve kuvvetli eksentrik-konsantrik kasılmaların ardışık olarak meydana geldiği kompleks bir hareket paterni oluşturmaktadır. Bu hareket esnasında, gluteusmaximus, gluteusmedius, kuadrisepsfemoris (rectusfemoris, vastuslateralis, vastusintermedius, vastusmedialis) ve hamstring kasları (bicepsfemoris, semitendinosus, semimembranosus) gibi büyük ekleme geçiren kas grupları, hareketin farklı fazlarında dominant olarak çalışarak eklemlerdeki stabilizeyi sağlamakta ve kuvvet üretiminde sinerjistik olarak etkileşmektedir. Özellikle düşüş fazında, kas-tendon kompleksinin elastik enerji depolama kapasitesi, çömelme fazındaki konsantrik kasılmada kuvvet üretimini artırarak, hareketin verimliliğini optimize etmektedir. (Hansen ve Kennelly 2017).



Şekil 7. Drop jump (Hansen ve Kennelly 2017).

2.1.8.3 Countermovement Jump (CMJ). Karşı hareketli sıçrama egzersizi, bir bireyin dik duruştan başlayarak dizlerini bükerek aşağı doğru ivmelenmesi ve ardından maksimum yüksekliğe sıçraması şeklinde tanımlanabilir. Bu hareket, vücudun alt ekstremitelerindeki kas ve tendonların refleks ve elastik özelliklerini aktif hale getirerek patlayıcı güç, nöromüsküler koordinasyon ve kontrolün geliştirilmesini hedefler. Özellikle gluteusmaximus, gluteusmedius, kuadrisepsfemoris (rectusfemoris, vastuslateralis, vastusintermedius, vastusmedialis) ve hamstring kasları (bicepsfemoris, semitendinosus, semimembranosus) gibi büyük kas grupları, bu egzersiz esnasında sinerjik olarak çalışarak hareketin farklı fazlarında kuvvet üretimi ve eklem stabilizasyonu sağlar. Bu sayede, egzersiz hem kas gücünü artırır hem de hareketlerin daha hızlı ve koordinasyonlu bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlar (Bobbert ve ark., 1996).



Şekil 8. CountermovementJump (Hansen ve Kennelly 2017).

2.1.8.4 Vertikal Jump. Düşen dikey sıçrama (DVJ), plyometrik antrenman programlarının temel bir bileşeni olup, sporcuların alt ekstremite güç ve patlayıcılıklarını geliştirmek amacıyla sıklıkla kullanılır. DVJ, bir sporcunun belirli bir yükseklikten aşağıya doğru sıçraması ve hemen ardından maksimum dikey sıçrama yapması şeklinde tanımlanabilir. Bu egzersizin temel amacı, kas-tendon kompleksinin gerilme-kısaltma döngüsünden yararlanarak, kasların elastik enerjisini harekete geçirmek ve böylece daha güçlü ve hızlı bir sıçrama gerçekleştirmektir (Davies ve ark., 2015).

DVJ'nin biyomekanik analizi, egzersizin iki temel aşamadan oluştuğunu göstermektedir. İlk aşamada, sporcu platformdan inerken alt ekstremite eklemlerinde eksantrik kasılmalar meydana gelir. Bu eksantrik faz, vücudun hızını kontrol ederek eklemlerin zarar görmesini önler ve kas-tendon kompleksinde gerilme oluşturur. İkinci aşamada ise, depolanan elastik enerji, konsantrik kasılmalar yoluyla kinetik enerjiye dönüştürülerek vücut yukarı doğru hızlandırılır ve maksimum sıçrama yüksekliği elde edilir (Marshall ve Moran, 2013).



Şekil 9. Vertical Jump (Gray ve ark.,2017).

2.2 Adolesan Dönem

Adolesan dönem, bireyin çocukluk ile yetişkinlik arasında yer alan, fiziksel, psikolojik ve sosyal açıdan hızlı değişimlerin yaşandığı bir geçiş evresidir. Aydın (2010)'a göre bu dönem, olgunluğa ulaşma ve büyüme sürecini ifade ederken, Can ve arkadaşları (2010) bu dönemi hayatın ikinci on yılı olarak tanımlar. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) ise adolesanlığı daha spesifik olarak 10-19 yaş aralığı olarak belirtir. Bu bağlamda, 15-24 yaş arası bireyler genellikle 'genç', 10-24 yaş arası dönem ise 'gençlik' olarak ifade edilir (Karadağ 2008). Adolesan dönem, çocukluk ile yetişkinlik arasında yer alan, fiziksel, cinsel, hormonal, bilişsel, duygusal ve sosyal yönden hızlı değişimlerin yaşandığı bir geçiş evresidir. Bu dönemde bireyler, biyolojik olgunlaşma süreçlerinin yanı sıra kimliklerini oluşturma, sosyal ilişkilerini güçlendirme ve geleceğe yönelik planlar yapma gibi önemli gelişimsel görevlerle karşı karşıya kalırlar. Bu sürecin karmaşıklığı ve hızına bağlı olarak, adolesan dönem hem bireyler hem de çevreleri için önemli bir adaptasyon sürecini içerir (Kulaksızoğlu 2004).

2.2.1 Erken adolesan dönem. Adolesanların gelişim sürecinde en belirgin özelliklerinden biri, ebeveynlerinden bağımsızlaşma çabasıdır. Bu süreç, ekonomik özgürleşme arayışı ve duygusal bağımlılıktan kurtulma isteğiyle kendini gösterir. Adolesanların, aynı cinsiyetten arkadaş gruplarına yönelmesi, ebeveyn tavsiyelerine olan ilginin azalması ve aile etkinliklerine katılımın düşmesi gibi davranışlar, bu bağımsızlık arayışının tipik örnekleridir (Köse 2011).

Adolesanlar, beden imajlarına büyük önem verirler. Fiziksel görünümünün akranları tarafından nasıl algılandığı, kendilerini değerlendirme şekillerini önemli ölçüde etkiler. Bu dönemde, aynı cinsiyetten akran grupları, bireyin kimlik gelişiminde

önemli bir rol oynar.

2.2.2 Orta adolesan dönem. Adolesan dönem, bireyin kimlik arayışı, özerklik duygusu ve sosyal ilişkilerinin gelişimiyle karakterize edilir. Bu dönemde bireyler, ebeveynlerinden bağımsızlaşma çabası içerisinde olup, akranlarının değerlendirmelerine daha fazla önem verirler. Fiziksel ve duygusal değişimler, riskli davranışlara eğilimi artırabilirken, spor ve sosyal faaliyetler gibi sağlıklı uğraşlar, bu dönemdeki duygusal iniş çıkışları yönetmeye yardımcı olabilir. (Çuhadaroğlu 2010)

2.2.3 Geç adolesan dönem. 8-20 yaşları arasındaki dönem, bireyin fiziksel, duygusal, sosyal ve bilişsel gelişiminin hızla ilerlediği bir geçiş evresidir. Bu süreçte bireysel farklılıklar belirginleşir ve birey, yetişkinlik rolüne geçiş yapmaya başlar. Bu dönem sonunda birey, kimliğini oluşturmuş, mesleki hayata atılmaya hazır hale gelmiş ve sağlıklı ilişkiler kurabilme yetkinliğini kazanmış olur (Beal 1999, Han ve ark., 2006).

Adolesanlık döneminde bireyler, hızlı bir büyüme ve gelişme sürecinden geçer. Kızlarda kilo artışı 11 yaş civarında başlar ve 12-13 yaşlarında zirveye ulaşır. Erkeklerde ise kilo artışı genellikle 13-14 yaşlarında hızlanır. Boy uzaması ise kızlarda 12 yaş, erkeklerde 14 yaş civarında en hızlı şekilde gerçekleşir (Törüner 2012).

2.3 Adolesan Dönemin Genel Özellikleri

Adolesan dönemi, yenidoğan dönemini takiben en hızlı gelişim sürecini kapsar. Bu dönemdeki büyüme, karmaşık endokrin sistemlerin düzenlenmesi altında gerçekleşir ve sonunda adolesan, yetişkinlikteki antropometrik ölçümlerle uyumlu değerlere ulaşır. (Kale ve ark 2009; Büyükgebiz 2010). Bu süreçte, boy ve vücut ağırlığında artış, kemiklerin büyümesi ve olgunlaşması, kas ve yağ dokusunda meydana gelen değişiklikler, ayrıca dolaşım ve solunum sistemlerinde gözlemlenen gelişmeler ve organ büyümesi gibi fizyolojik değişiklikler yaşanır (Adelman ve Ellen 2003; Yavuzer 2008).

2.3.1 Boy ve vücut ağırlığı artışı. Adolesanlık döneminin başlangıcıyla birlikte, cinsiyet hormonlarının vücut kitesini artırıcı etkisiyle boy uzamasında belirgin bir hızlanma gözlemlenir. (Yiğit 2005). Adolesan döneminin başında, kızlar ve erkekler erişkin boylarının yaklaşık %80'ine ulaşırken, 2-4 yıl içinde bu oran %90'a çıkar. (Günöz ve ark 2003; Ercan G 2005; Yiğit 2005). Boy ve kilo artışı, kızlar ve erkekler arasında farklılıklar göstermektedir çünkü kızlar, erkeklerden yaklaşık 2 yıl önce adolesan döneme girdikleri için boy uzaması kızlarda daha erken başlar.

(Büyükgebiz 2009; Bundak ve ark. 2010). Kızlarda boy uzaması, yaklaşık 10 yaşızlanmaya başlarken, 16-18 yaşlarında tamamlanır. Erkeklerde ise boy uzaması 13 yaş civarında başlar ve 18-20 yaşlarında sona erer. (Ball ve Bindler 2008; Bundak ve ark. 2010). Boy uzama atağı sırasında kızlarda yıllık ortalama 8-9 cm, adolesan dönemi boyunca ise toplamda 20-25 cm, erkeklerde ise yıllık 10-11 cm, adolesan dönemi süresince ise 25-28 cm civarında bir boy uzaması gerçekleştiği bildirilmiştir. (Günöz ve ark 2003; Yaşar ve ark. 2008).

Adolesan dönemdeki büyüme atağı sürecinde, erişkin yaşa ulaşan vücut ağırlığının yaklaşık yarısı elde edilmektedir. (Büyükgebiz 2009; Kale ve ark 2009).

2.3.2 Kemik büyümesi ve olgunlaşması. Adolesanlık döneminde, kafatası kemikleri hariç olmak üzere, tüm iskelet sisteminde belirli bir sıralama ve düzen içinde büyüme hızının arttığı gözlemlenmektedir (Yiğit 2005). İlk olarak ekstremiteler distalden proksimale doğru uzar, ardından pelvis, toraks ve skapular bölge genişler. Son olarak, gövde uzaması meydana gelir. (Günöz ve ark 2003; Kale ve ark 2009). Gövde uzunluğunun, kızlarda daha yüksek, erkeklerde ise daha düşük oranlarda olduğu, erkeklerde omuz genişliğinin, kızlarda ise kalça genişliğinin daha belirgin şekilde arttığı bildirilmiştir. (Özcebe 2002; Bundak ve ark. 2010).

Adolesan dönemi, fiziksel büyümenin yanı sıra hızlı iskelet gelişimiyle de karakterizedir. Total vücut kemik mineral içeriği ve dansitesi, her iki cinsiyette de artış gösterir ve adolesan dönem sonrasında zirveye ulaşır (Kale ve ark 2009).

Ancak bu dönemde, kızlar ve erkekler arasında iskelet yapısında belirgin farklılıklar görülmektedir. Erkeklerde omuz genişlerken, pelvis kısmen daralır. Kızlarda ise bunun tersi bir durum söz konusudur. Erkeklerde kemik kütlesi, kalınlığı ve dansitesi, kızlara göre çok daha belirgin şekilde artmaktadır. Adolesan dönem öncesinde kemik olgunlaşması kızlarda erkeklere göre yaklaşık 2 yıl daha ileri olduğu için, kız çocuklarında epifiz plakları daha erken kapanmaktadır. Boy uzaması erkeklerde 18-20 yaşlarına kadar devam ederken, kızlarda bu süreç 16-18 yaşlarında son bulmaktadır (Yiğit 2005).

2.3.3 Kas ve yağ dokusunun gelişmesi. Adolesanlık öncesi dönemde, kızlar ve erkekler arasında kas kuvveti açısından belirgin bir fark bulunmamaktadır. Adolesan döneminde ise kas yapısı hem kütle hem de kuvvet açısından artış gösterir ancak kas kuvvetinin maksimum düzeye ulaşması, kas kitlesindeki büyümeden birkaç ay sonra gerçekleşir. Erkeklerde, kas kütlesi ve kuvveti, kızlara göre daha belirgindir (Yiğit 2005).

2.3.4 Organ büyümesi. Adolesanlık dönemindeki hızlı büyümeye kalp, akciğerler, böbrekler ve dalak gibi organlar da katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, farensin uzunluğu artarken, gözün aksiller çapı uzadığı için miyopi, adolesanlık döneminde daha belirgin hale gelmektedir. Lenfoid doku, 12 yaş civarında en yüksek düzeye ulaşır ve sonrasında lenf kitlesi azalmaya başlar (Yiğit 2005; Bundak ve ark. 2010).

2.3.5 Cinsel gelişme. Adolesan kız çocuklarında, hipotalamus-hipofiz-gonad ekseninin uyarılmasıyla overlerden salgılanan estradiol etkisiyle meydana gelen göğüs gelişimi, genellikle pubertenin ilk belirtisi olarak görülür. (Ercan G 2005; Büyükgebiz 2009).

Adolesanlarda cinsel gelişim, kız çocuklarında en erken 8, en geç 13 yaşında; erkek çocuklarında ise en erken 9, en geç 14 yaşında başlamaktadır. Ancak hem kızlarda hem de erkeklerde adolesan dönemin ortalama başlama yaşı zamanla değişmekte ve bu alt ve üst sınır değerler giderek daha erken yaşlara kaymaktadır (Bundak ve ark. 2010).

2.4 Adolesan Dönemde Görülen Cinsiyet Arası Farklılıklar

Belirgin anatomik yapılar dışında, kızların neden erkeklerden farklı yaralanmalar yaşadığına dair birçok faktör bulunmaktadır. Vücut boyu, şekli ve bileşimi; enerji metabolizması, dolaşım; kardiyorespiratuar kapasite, endokrin sistem ve iskelet kası kuvveti gibi unsurlar, atletik yaralanma oranları üzerindeki etkileri açısından analiz edilmiştir. Kadın pelvisinin genel olarak erkek pelvisine göre daha geniş ve daha düz olduğu gözlemlenmektedir; ancak bu durum kadınlar arasında önemli bir değişkenlik göstermektedir. Artan pelvik genişlik, kadınlarda erkeklere kıyasla daha büyük bir kuadrisepsfemoris (Q) açısına katkıda bulunmaktadır. Kızların erkeklerin elde ettiği kas kuvvetinin yüzdesi, 11 yaşında %90 iken 16 yaşında %75'e düşmektedir (Sanborn ve Jankowski 1994).

Bu farklılığın en olası nedeni, kas hipertrofisini destekleyen testosteron hormonunun varlığıdır. Bununla birlikte, östrojenin eklem laksitesini artırma potansiyeli de dikkate değerdir. Kuzeydoğu Amerika'da gerçekleştirilen bir kesitsel çalışmada, adolesan sporcular arasında (ortalama yaş 15,5 yıl) kadınların eklem hiper-mobilite oranının %22, erkeklerin ise %9 olarak belirlendiği görülmüştür. Bu hiper-mobilite, kız çocuklarında omuz, patella ve peroneal tendon subluksasyonları gibi

belirli yaralanma risklerini artırma potansiyeline sahip olmakla birlikte, bu etkilerin artırılmış Q açısı ve azalmış kas kuvveti ile ilişkisi henüz epidemiyolojik çalışmalarla doğrulanmamıştır. Bu durum, konunun daha derinlemesine incelenmesi gerektiğini göstermektedir (Decoster ve ark., 1997).

2.5 Adolesan Dönemde Spor Yaralanmalarında Etyolojik Faktörler

Sporcularda yaralanmalara yol açan etyolojik faktörler arasında antrenman programının bireysel farklılıklara uygun olmaması, hatalı teknik kullanımı, uygunsuz spor ekipmanı ve zemin kullanımı, sporcunun deneyimsizliği, vücut büyümesindeki değişimler, kronolojik yaş ve büyüme dönemi gibi çeşitli unsurlar sayılabilir (Örsçelik ve Yıldız 2015).

Sporcu seçimlerinde genellikle kronolojik yaş esas alınır (Brunker ve ark.,2012). Ancak, her bireyin büyüme ve gelişme süreci farklılık gösterir. (Örsçelik ve Yıldız 2015) Bu nedenle, aynı yaştaki sporcuların biyolojik yaşları ve dolayısıyla fiziksel yetenekleri arasında önemli farklılıklar olabilir. Motor becerilerin gelişim hızı bireyler arasında değişkenlik gösterir. Erken dönemde motor becerilerini geliştiren sporcular, aynı yaştaki diğerlerine göre daha başarılı olabilir (Patel ve ark.,2017). Özellikle denge, koordinasyon ve algı gibi becerilerin henüz tam olarak gelişmediği sporcularda, antrenman ve müsabakalarda yaralanma riski artar. Yılın başında doğan çocuklar, genellikle fiziksel olarak daha gelişmiş olma eğilimindedir. Bu durum, özellikle dövüş sporlarında avantaj sağlayabilir. Boy ve kilo olarak yaşlılarına göre daha uzun ve kilolu olan sporcular, akut yaralanmalara karşı daha dirençli olabilirken; erken gelişen sporcular ise aşırı kullanım yaralanmaları riskini daha az taşıyabilir (Müller ve ark.,2017).

2.6 Adolesan Dönemde Spor Yaralanmalarının Görülme Sıklığı

Gelişim çağındaki sporcularda, akut travmaların yanı sıra tekrarlayan mikro travmalar da spor yaralanmalarının sık görülen nedenleri arasındadır. Aşırı kullanım yaralanması olarak tanımlanan bu durum, herhangi bir tek seferlik travma olmaksızın, sürekli tekrar eden küçük hasarların dokuyu zayıflatması ve iyileşme sürecinin yetersiz kalması sonucu ortaya çıkarAdolesan sporcular, tek bir spora yoğunlaşma eğiliminde olduklarından, aşırı kullanım yaralanmalarına daha yatkındırlar. Özellikle antrenman yoğunluğunun artmasıyla birlikte, büyüme plağı gibi hassas bölgelerde mikro travmaların birikmesi, bu tür yaralanmaların riskini artırmaktadır. Hem amatör hem de

profesyonel sporcularda sıklıkla gözlenen aşırı kullanım yaralanmaları, sporcunun performansını olumsuz etkilemekte ve uzun vadede spor hayatını tehdit edebilmektedir. (Cheron ve ark.,2016; O’Kane ve ark.,2017).

Adolesanlarda yaşanan yaralanmaların önemli bir kısmı, yaklaşık %55-60 oranında, spor aktiviteleri sırasında meydana gelir. Bu yaralanmaların çoğunluğunu, aşırı kullanım nedeniyle oluşan kas ve iskelet sistemi sorunları oluşturur. En sık etkilenen bölgeler arasında ayak bileği ve diz, el ve el bileği, dirsek, baldır, baş, boyun, klavikula, omuz, ayak, sırt, kalça ve hamstring kasları yer alır (Nazan ve ark.,2006; Ergen 2004)

Geniş kapsamlı literatür taramaları, adolesan basketbolcularda yaralanmaların antrenmanlara kıyasla müsabakalarda daha sık görüldüğünü ortaya koymuştur. Kadın basketbolcuların erkek meslektaşlarına göre daha sık yaralandığı ve akut yaralanmaların kronik yaralanmalara oranla daha fazla olduğu belirlenmiştir (Harmer 2005).

2.7 Adolesan Dönemde Sporun Gelişim Üzerine Etkisi

Adolesanlık dönemi, bireylerin fiziksel gelişiminde önemli gelişimlerin yaşandığı, motor becerilerinde ise belirli dengesizliklerin gözlemlenebileceği bir süreçtir. Bu dönemde kemik gelişimi hızla ilerlediğinden, spor ve fiziksel aktiviteler sırasında yaralanma riski artmaktadır. Bu tür yaralanmalar, bireyin uzun vadeli fiziksel ve fonksiyonel sağlığını olumsuz etkileyebileceği için, adolesanlık dönemindeki egzersiz programlarının dikkatle planlanması gerekmektedir. Özellikle aşırı kuvvet antrenmanlarının, ergenlikteki hızlı büyüme süreci üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceği literatürde vurgulanmaktadır. Bu nedenle, adolesan bireylerin egzersiz programlarında, vücut ağırlığına dayalı veya fiziksel gelişimlerine uygun yük ve yoğunlukta egzersizler yapmaları tavsiye edilmektedir. Mevcut araştırmalar, bu tür egzersizlerin büyüme ve gelişmeyi destekleyici etkiler sağladığını göstermektedir (Malina, 2007).

2.8 Adolesan Kız Çocuklarında Sıçrama

Kız çocuklarının vücut yağ oranları erkekçocuklarınaoranlabütün yaş gruplarında daha fazladır. Bu oran puberteenönce farklı değildir. Yağ oranları, 6-8 yaş aralığında; kızlarda %16-18, erkeklerde %13-15 civarındadır. Adolesanlıkdönemi sonrası 14-16 yaş aralığında kızlarda %21-23, erkeklerde %10-12 aralığındadır

(Lohman, 1992). Fazla miktardaki yağ kütlesi kiloyu arttırmakta ve performansı kötü yönde etkilemektedir. Özellikle sprint ve uzun atlama ile ilgili yapılan hareketlerde daha belirgin olmaktadır. Yapılan araştırmalara göre düşük hız, dayanıklılık, çeviklik, denge ve sıçrama aktivitelerinin, vücuttaki yağ oranı ile performans arasında ilişkili olduğu vurgulanmaktadır (Demirtay, 2018). Basketbol oynayan oyuncuların üzerinde yapılan çalışmada, durarak uzun atlama mesafelerinde anlamlı bir düzeyde fark olduğu belirlenmiş, basketbol oynayanların oynamayanlara oranla daha yüksek mesafe atladıkları gözlemlenmiştir (Pense, 2010).

Sıçrama yüksekliğinin belirlenmesi amacıyla iki grupta yapılan çalışmada sıçrama ile değişkenler olan yükseklik, toplam iş ve anaerobik güç değerlerinin karşılaştırılmasında erkeklerin kızlara oranla daha yüksek sıçrayabildikleri belirlenmiştir. 15-17 yaş grubu kız ve erkek öğrencilerin katıldığı sıçrama ile ilgili araştırılan değişkenlerde; erkeklerin kızlara oranla cinsel olgunluğa bağlı olarak meydana gelen hormonal değişimlerde kuvvet artışının hormonal salınım ile belirginleştiği yönündedir (Atabek, 2015).

Bölüm 3

Materyal Metod

3.1 Çalışma Tasarımı ve Dizaynı

Bu çalışma, kesitsel ve prospektif çalışmadizaynına sahiptir. Katılımcıların değerlendirmeleri 26.05.2024 – 26.11.2024 tarihleri arasında yapıldı. Katılımcılar, farklı spor kulüplerinin (Güngören Belediyesi Spor Kompleksi, Anka Spor Okulları) basketbolcu adolesan kız çocukları örnekleminde alındı.

Basketbol sporu ile ilgilenen 10-14 yaş arasındaki 52 kız sporcu çalışmaya dahil edildi. Katılımcılar çalışma gruplarına LESS skorlarına göre dağıtıldı. LESS skoru 0-4 arasında olanlar (n=26) “iyi iniş tekniğine”, LESS skoru 5 ve üzeri olanlar ise “kötü iniş tekniğine” (n=26) sahip olarak kabul edildi (Hanzlíková ve ark,2021). Tüm değerlendirmeler aynı günde tamamlandı. Tek bacak üzerinde yapılan değerlendirmelerde dominant bacak tercih edildi.

Çalışmamızın etik kurul onayı Bahçeşehir Üniversitesi, Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 20.12.2023 tarihli, 2023-21/04 karar sayı numarası sayı numarası ile alındı (EK A). Çalışmaya dahil etmeden öncetüm katılımcılara, aydınlatılmış onam formu (EK B) ve bilgilendirilmiş gönüllü onam formu okuyup imzalatıldı (EK C).

3.2 Katılımcılar

3.2.1 Çalışmaya dahil etme kriterleri.

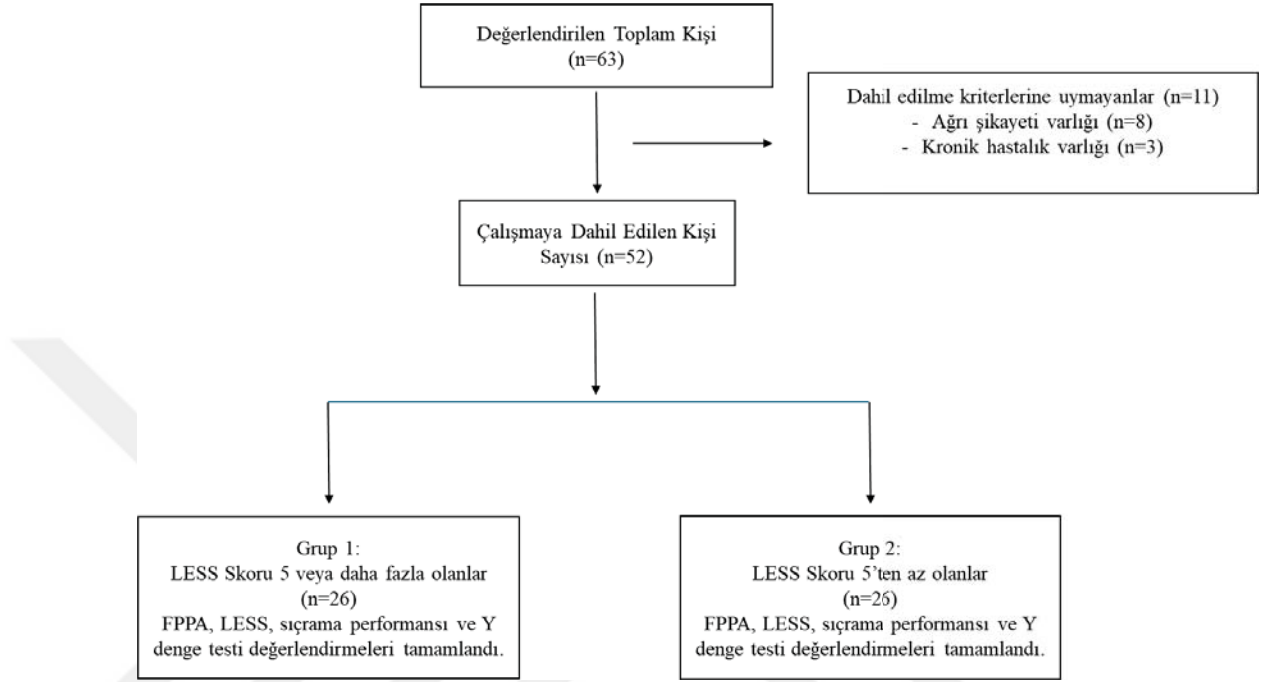
- Kız cinsiyete sahip olmak
- 10-14 yaş aralığında olmak
- Bir spor kulübünde en az 6 aydır spor yapıyor olmak,
- Vizüel analog skalaya göre alt ekstremitede 3'ten fazla ağrıya sahip olmaması

3.2.2 Çalışmadan dışlama kriterleri.

- Sistemik bir hastalığının olmaması
- Son 1 yılda alt ekstremitede kas iskelet sistemi yaralanma veya cerrahi geçirilmiş olması
- Alt ekstremitde konjenital anomalisi olmak
- Bağ hiperlaksitesi olmak
- Kronik hastalığının olması
- Değerlendirmeye engel teşkil edecek herhangi bir yaralanmasının olması
- Mental ve psikolojik problemlerin olması

- Kooperasyonu engelleyecek kognitif veya psikolojik hastalık varlığının olması
- Herhangi bir ortopedik, nörolojik, vasküler, sistemik, romatizmal hastalık öyküsü olması

Çalışmanın akışı Şekil 10'da gösterilmiştir.



Şekil 10. Consort akış diyagramı

3.2.3 Örneklem Büyüklüğü. Çalışmanın örneklem büyüklüğü, Mohsin ve ark.'larının 2019 yılında yapmış olduğu çalışmada Frontal Plan Projeksiyon Açısının sonuçlarının değeri referans alınarak effect size değeri 1.3 olarak hesaplanmıştır (Fidai, M. S., ve ark., 2020). %95 güç, hata ile G-power programı (sürüm 3.1.9.7) kullanılarak alınması gereken olgu sayısı 46 olarak hesaplandı. %10 oranında katılımcı kaybı olabileceği göz önünde bulundurularak, çalışmaya 52 kişinin dahil edilmesi planlandı.

3.3 Değerlendirmeler

3.3.1 Demografik veri formu. Ad, soyad, boy, kilo, yaş, kronik hastalık varlığı, regl olup olmadığı, dominant bacak bilgisi, bacak boyu uzunluğu ve katılımcıların alt ekstremitelerinde herhangi bir ağrılarının olup olmadığı sorularını içermektedir (EK D).

3.3.2 Sıçrama sonrası iniş biyomekanığının değerlendirilmesi. Sıçrama sonrası iniş biyomekaniği, “İniş Hatası Puanlama Sistemi” (landingerrorscoreingsystem-LESS) kullanılarak değerlendirilmiştir. LESS, dikey sıçrama sonrası iniş esnasında potansiyel olarak yüksek riskli hareket hatalarını tespit etmeye yönelik bir saha değerlendirme yöntemidir (Padua 2009). Padua ve arkadaşları (2009), LESS'in eşzamanlı geçerliliğinin mevcut olduğunu ve değerlendiriciler arası güvenilirliğin yüksek düzeyde olduğunu belirtmişlerdir (Padua 2009). Koo ve Li'nin önerdiği sınıflandırmaya göre, ICC değerleri kullanılarak güvenilirlik seviyeleri belirlenmiştir. Buna göre, 0.50'den küçük ICC değerleri düşük güvenilirliği, 0.50-0.75 arasındaki değerler orta düzeyde güvenilirliği, 0.75-0.90 arasındaki değerler iyi güvenilirliği ve 0.90'dan büyük değerler ise mükemmel güvenilirliği ifade eder (Koo ve Li 2016).

LESS puanları 0 ila 17 arasında değişir. Beş veya daha fazla hata puanı, zayıf sıçrama tekniğini gösterir ve daha düşük ön çapraz bağ yaralanması riskiyle ilişkilendirilir. Beş puandan daha düşük hata puanı, iyi sıçrama sonra tekniğini gösterir ve daha yüksek ön çapraz bağ yaralanması riskiyle ilişkilendirilir (Hanzlikova ve ark.,2021). LESS soruları ve puanlaması Tablo 1'de özetlenmiştir. Katılımcılar göreve, yerden yüksekliği 30 cm olan bir kutunun üzerinde durarak başladılar. Katılımcıların boy uzunluğunun yarısı kadar uzaklıktaki bir noktaya çizgi çizildi ve katılımcıya, ileri doğru sıçradıktan sonra bu çizginin hemen önüne inmeleri ve inişten hemen sonra maksimum yüksekliğe atlamaları talimatı verildi. Katılımcıların, kutudan dikey olarak sıçramaları veya yere indikten sonra maksimum yüksekliğe sıçramamaları durumunda test tekrarlatıldı. Tüm sıçrama sonrası iniş denemelerinin frontal ve sagittal görüntülerini yakalamak için iki dijital video kamera önüne ve sağına yerleştirildi. İoS 18.2 işletim sistemine sahip iki İphone 14 Plus cihazı ile katılımcıların video görüntüleri alındı. Katılımcıların, LESS değerlendirmelerinin yapıldığı kayıt örneklerinden alınan ekran görüntüleri Şekil 11'de paylaşılmıştır.

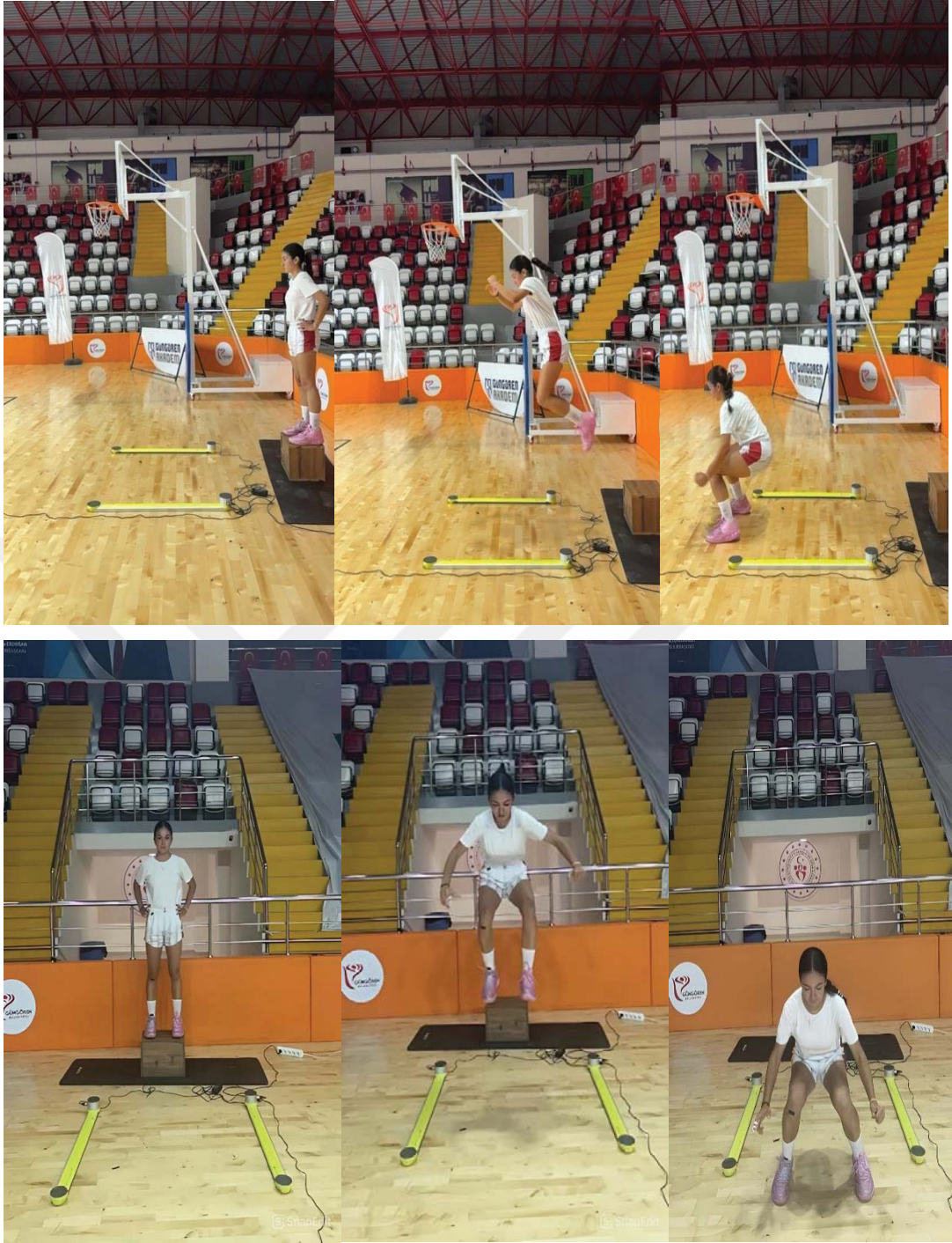
Tablo 1

İniş Hatası Puanlama Sistemi

No	İniş Hatası Puanlama Sistemi Ögesi	Hatanın Operasyonel Tanımı	Puanlama
1	Diz fleksiyonu: ilk temas	Diz ilk temasında 30°'den az fleksiyondadır.	0 = Yok
			1 = Mevcut
2	Kalça fleksiyonu: ilk temas	Uyluk ilk temasında gövdeyle aynı hizadadır.	0 = Yok
			1 = Mevcut
3	Gövde fleksiyonu: ilk temas	İlk temasında gövde kalçalar üzerinde ike yveyauzatılmış durumdadır.	0 = Yok
			1 = Mevcut
4	Ayak bileği plantar fleksiyonu: ilk temas	Ayak ilk temasında topuktan ayak ucuna ve ayak düz taban ainer.	0 = Yok
			1 = Mevcut
5	Medial diz pozisyonu: ilk temas	Patellanın merkezi, ilk temasında orta ayağ göremedialdedir.	0 = Yok
			1 = Mevcut
6	Lateral gövde fleksiyonu: ilk temas	İlk temasında gövdenin ortavücutun sol veya sağ tarafında doğru fleksiyondadır.	0 = Yok
			1 = Mevcut
7	Duruş genişliği: geniş	İlk temasında ayaklarımız genişliğinden aha fazla açık (akromion çıkıntıları) konumdadır.	0 = Yok
			1 = Mevcut
8	Duruş genişliği: dar	İlk temasında ayaklarımız genişliğinden aha azaralıklı (akromion çıkıntıları) olarak konumlandırılmıştır.	0 = Yok
			1 = Mevcut
9	Ayak pozisyonu: dış rotasyon	Ayak, ilk temasile maksimum diz fleksiyonu arasında 30°'den fazla dışa doğru döndürülmüştür.	0 = Yok
			1 = Mevcut
10	Ayak pozisyonu: iç rotasyon	Ayak, ilk temasile maksimum diz fleksiyonu arasında 30°'den fazla içe doğru döndürülmüştür.	0 = Yok
			1 = Mevcut
11	Simetrik ilk ayak teması: ilk temas	Bir ayak diğer ayaktan önce yere iner veya bir ayak topuktan ayak parmaklarına, diğer ayak ise topuktan ayak parmaklarına iner.	0 = Yok
			1 = Mevcut

Tablo 1 (devam)

12	Diz fleksiyon yer değiştirmesi	Diz, ilk temas ile maksimum diz fleksiyonu arasında da 45°'den az fleksiyon gelmez.	0 = Yok
			1 = Mevcut
13	Kalça fleksiyon yer değiştirmesi	Uyluk, ilk temas ile maksimum diz fleksiyonu arasındaki gövde üzerinde daha fazla fleksiyon gelmez.	0 = Yok
			1 = Mevcut
14	Gövde fleksiyon yer değiştirmesi	Gövde ilk temas ile diz in maksimum fleksiyonu arasında daha fazla esnemez.	0 = Yok
			1 = Mevcut
15	Medial diz deplasmanı	Dizin maksimum medial pozisyonunda, patellanın merkezi ayağın ortasına medialindedir.	0 = Yok
			1 = Mevcut
16	Ortak yer değiştirme	Yumuşak: Katılımcı gövde, kalça ve dizde büyük miktarda yer değiştirmegösterir.	0 = Yumuşak
		Orta: Katılımcının gövde, kalça ve dizlerinde birmiktarda yer değiştirme var, ancak çok fazla değil.	1 = Ortalama
		Sert: Katılımcının gövde, kalça ve dizlerinde çok az yer değiştirme olur veya hiç olmaz.	2 = Sert
17	Genel izlenim	Mükemmel: Katılımcı önden veya enine düzlemde herhangi bir hareket olmaksızın yumuşak bir iniş sergiliyor.	0 = Mükemmel
		Ortalama: diğer tüm inişler.	1 = Ortalama
		Zayıf: Katılımcı önden veya enine düzlem hareketi sergiliyor ya da katılımcı birmiktarda önden veya enine düzlem hareketi ile sert bir iniş sergiliyor.	2 = Zayıf



Şekil 11. Sıçrama sonrası iniş biyomekaniği değerlendirme

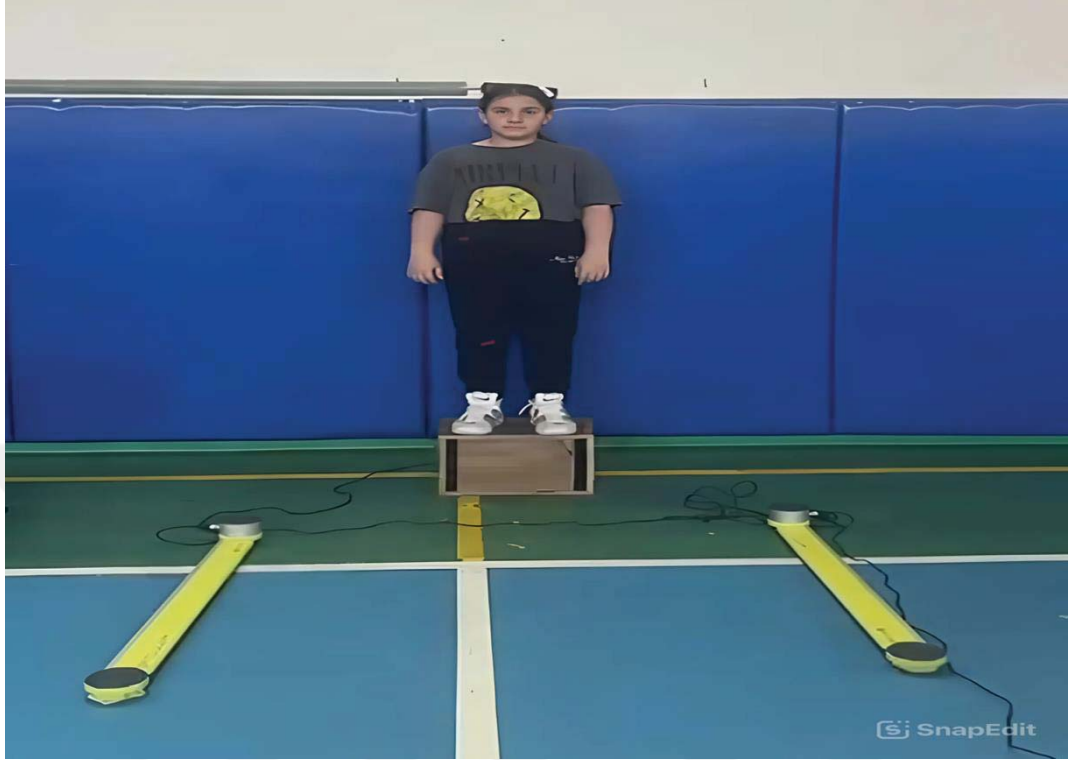
3.3.3 Alt ekstremite dizilimi değerlendirilmesi(Frontal plan projeksiyon açısı). Kronik ve anormal yüklenmeye bağlı frontal ve transvers düzlemlerde artan diz hareketlerini değerlendirebilmek için dinamik görevler sırasında meydana gelen frontal plan projeksiyon açısı (FPPA) ölçülmelidir (Salsich ve ark., 2012). FPPA, SİAS'tanfemoral kondillerin orta noktasına olan bir çizgiyle, femoral kondillerin orta noktasından malleollerin orta noktasına uzanan bir çizginin kesiştiği noktada oluşan

açıdır (Wyndow ve ark., 2016). FPPA derecesi; 360'tan, dizin medialinden ölçülen, femur ve tibia segmentleri arasındaki açı değeri çıkarılarak hesaplandı. 195° ve üzerinde olan FPPA, patolojik olarak kabul edildi (Pişirici, P.2020). Frontal plan projeksiyon açısı ölçümünde katılımcıdan, çalışmaya dâhil edilen bacağı üzerinde çömelme yaparken, tek başına desteksiz ve dengesini kaybetmeden yapabileceği maksimum derinliğe kadar çömelme yapması istendi (Kvist 2005; Carry ve ark.,2007) ve açı ölçümü, çömelme derecesi en alt seviyedeiken yapıldı (Munro ve ark.,2017).

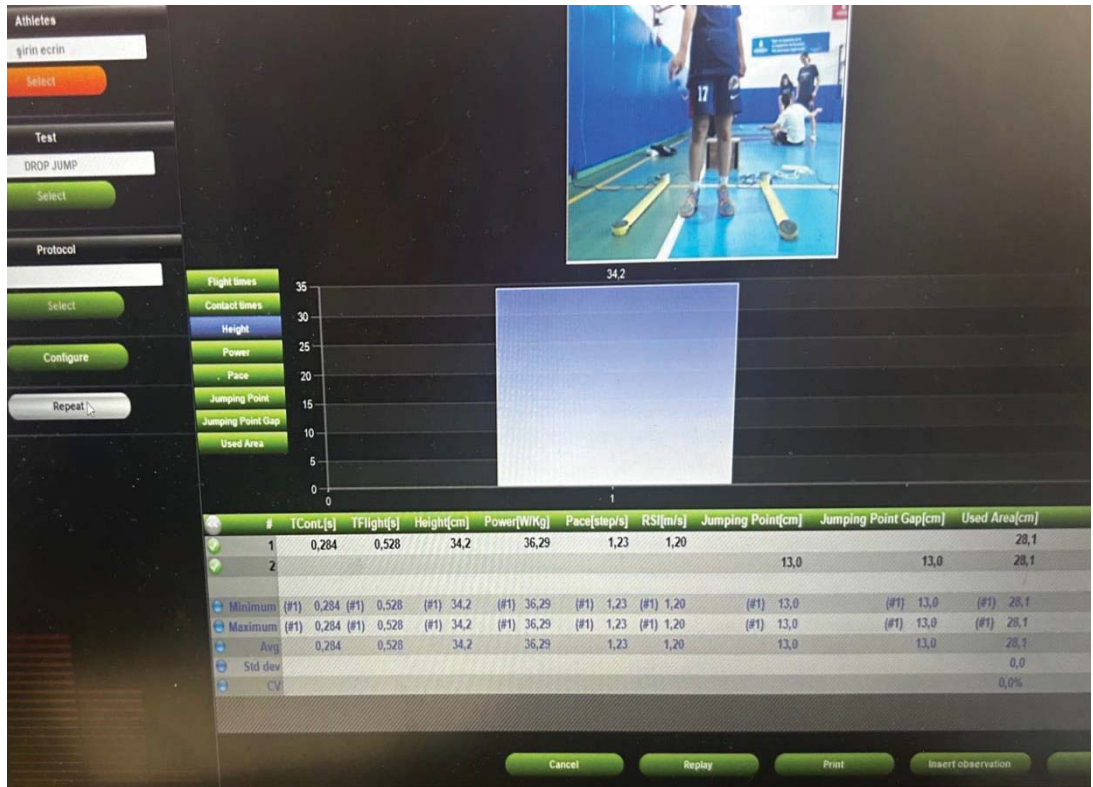
Çalışmamızda tek bacak üstüne çömelme testi (TBÜÇT) sırasında elde edilen 2D hareket analiz verileri SparkMotionPro adlı mobil hareket analiz sistemi kullanılarak değerlendirildi. Bu uygulama İoS 18.2 işletim sistemine sahip iki İphone 14 Plus cihazına Apple AppStore üzerinden indirildi ve katılımcıların ölçümleri alındı.

3.3.4 Performans Değerlendirilmesi (Dikey Sıçrama Testi). Kolların sallanmadığı CMJ test, ellerin belde sabit kaldığı, gerilme-kısalma döngüsü ile artırılmış alt ekstremité gücünü değerlendiren bir pliometrik harekettir. Test sırasında, sporcu önce çömelir ve ardından patlayıcı bir dikey sıçrama gerçekleştirir. Üst vücut hareketliliğinin ortadan kaldırılması, bu testin alt ekstremité gücünü izole etmesini sağlar (Glatthorn ve ark,2011). Optojump fotosel sistemi, sahada veya laboratuvarında dikey sıçrama yüksekliğinin değerlendirilmesi için geçerli ve güvenilir bir araçtır. (Maffiuletti ve ark.,2002). Optojump fotoelektrik hücreleri ile kuvvet plakası kullanılarak elde edilen dikey atlama yüksekliği verileri arasında güçlü bir eşzamanlı geçerlilik ilişkisinin olduğu belirlenmiştir. (Glatthorn ve ark,2011) Ayrıca, Optojump sistemi ile yapılan ölçümlerin test-tekrar test güvenilirliği oldukça yüksek bulunmuştur. Optojump fotoelektrik hücreleri, iki paralel çubuktan oluşmakta olup, yaklaşık 1 metre aralıklarla birbirine paralel olarak yerleştirilmiş ve katılımcıların dikey sıçrama performansı bu sensörler aracılığı ile ölçüldü. Test protokolü, Pişirici ve arkadaşlarından (Pişirici ve ark., 2020) uyarlanmıştır. Katılımcılara önce, kendi belirledikleri hızda beş dakika boyunca hafif tempolu bir koşu yapmaları talimatı verilmiştir. Testin başlangıcında, katılımcılara ayakları yaklaşık kalça genişliğinde açık olacak şekilde OptoJump platformunun merkezinde durdular. Ellerini kalçalarına yerleştirerek uylukları yere paralel olana kadar çömelmeleri ve ardından hemen yukarı doğru sıçramaları istendi. Sıçrama boyunca katılımcıların ellerini kalçalarında tutmaları, bacaklarını tam olarak uzatmaları ve aynı pozisyonda yere inmeleri sağlandı. Test, spor ayakkabı giyilerek gerçekleştirildi. Her katılımcı, kolların sallanmadığı

CMJ testini üç kez denedi ve en iyi sonuç analiz için kaydedildi. Test sırasında sıçrama performansı Optojump cihazı tarafından otomatik olarak kaydedilmiştir.



Şekil 12. Optojump ile sıçrama performans değerlendirilmesi.



Şekil 13. Katılımcıların optojump sıçrama performans tablosu örneği.

3.3.5 Postural stabilitenin değerlendirilmesi (Y denge testi). Alt ekstremitenin dinamik dengesinin kantitatif değerlerini ölçmek için Y Denge Testi tercih edilmektedir (Türkeri ve ark.,2020). Y dinamik denge testi alt ekstremitenin ve üst ekstremitenin için farklı şekillerde kullanılabilir. Literatürde belirtildiği gibi; sporda dinamik denge, başarılı performansın göstergelerinden biri olarak kabul edilir (Plisky ve ark.,2006). Test için düz bir zemin üzerine yerleştirilen Y biçiminde üç çizgi kullanıldı. Bireyler, öne uzanma sırasında üç çizginin birleşim yerine (şekilin merkezine) başparmaklar gelecek şekilde; arka içe uzanmada ise topuklar şeklinin merkezinde olacak şekilde tek ayak üzerinde pozisyonlandı. Daha sonra tek ayak pozisyonlarını koruyarak serbest olan ayak ile sırasıyla öne ve arka-iç yöne uzanmaları ve her bir uzanmadan sonra başlangıç pozisyonuna dönmeleri istendi. Uzanabildiği nokta cm cinsinden kaydedilecektir. Yapılan testlerde kişi tek ayak üstündeki dengesini koruyamadığında, sabit olan ayağın topuğu yerle teması kesildiğinde, serbest olan ayak yerle temas ettiğinde, yönler arası geçişte serbest ayak başlangıç pozisyonuna getirilemediğinde yapılan deneme iptal edildi ve test tekrarlandı. Y denge testinin geçerlik ve güvenilirliğinin yüksek olduğu belirtilmiştir. (Filipa ve ark.,2010; Gribble ve ark.,2012).

3.4 İstatistiksel Analizler

İstatistiksel analizler için, Statistical Package for Social Sciences (SPSS) sürüm 24 kullanıldı. Çalışma verilerinin değerlendirilmesinde birim sayısı, ortalama, standart sapma, minimum, maksimum ve yüzdelikleri içeren tanımlayıcı istatistiksel yöntemler uygulandı. Veri dağılımının normalliği Kolmogorov-Smirnov Testi ile değerlendirildi. Veriler gruplar içerisinde normal dağılıma uygunluk gösterdi. Kategorik verilerin iki grup arasında karşılaştırılmasında Ki-Kare Testi, nicel verilerin iki grup arasında karşılaştırılmasında ise Bağımsız Örneklem T-testi kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edildi.

Bölüm 4

Bulgular

4.1 Katılımcıların Demografik Özellikleri

Katılımcılar çalışma gruplarına LESS skorlarına göre dağıtıldı. LESS skoru 0-4 arasında olanlar (n=26) Grup 1'e, LESS skoru 5 ve üzeri olanlar ise (n=26) Grup 2'ye dahil edildi. Çalışmaya dahil edilen 52 katılımcının başlangıç özellikleri incelendiğinde, değişkenlerde iki grup arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p>0.05$). Tüm katılımcılar sağ dominant ekstremiteye sahiptir.

Grup 1'deki katılımcıların yaş ortalaması 12.40 ± 1.11 , Grup 2'deki katılımcıların yaş ortalaması 12.34 ± 1.38 yıldır. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda her iki gruptaki katılımcıların yaşları arasında anlamlı farklılık görülmedi ($p=0.744$; $p>0.05$).

Grup 1'deki katılımcıların kilo ortalaması 47.00 ± 9.71 , Grup 2'deki katılımcıların kilo ortalaması 50.00 ± 9.96 kilodur. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda her iki gruptaki katılımcıların kiloları arasında anlamlı farklılık görülmedi ($p=0.305$; $p>0.05$).

Grup 1'deki katılımcıların boy ortalaması 1.59 ± 0.09 , Grup 2'deki katılımcıların boy ortalaması 1.59 ± 0.10 metredir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda her iki gruptaki katılımcıların boyları arasında anlamlı farklılık görülmedi ($p=0.890$; $p>0.05$).

Grup 1'deki katılımcıların VKİ ortalaması 18.35 ± 2.43 , Grup 2'deki katılımcıların VKİ ortalaması 19.51 ± 3.15 metredir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda her iki gruptaki katılımcıların VKİ arasında anlamlı farklılık görülmedi ($p=0.177$; $p>0.05$).

Grup 1'deki katılımcıların ağrı ortalaması 0.24 ± 0.66 , Grup 2'deki katılımcıların ağrı düzeyi ortalaması 0.30 ± 0.78 'dir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda her iki gruptaki katılımcıların ağrı düzeyi arasında anlamlı farklılık görülmedi ($p=0.703$; $p>0.05$).

Grup 1'deki katılımcıların LESS ortalaması 8.12 ± 2.18 , Grup 2'deki katılımcıların ağrı düzeyi ortalaması 3.19 ± 0.98 'dir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda her iki gruptaki katılımcıların ağrı düzeyi arasında anlamlı farklılık görüldü ($p=0.0001$; $p<0.05$).

Grup 1'deki katılımcıların regl oranı%65,4, Grup 2'deki katılımcıların regl oranı %57,7'dir.Yapılan istatistiksel analiz sonucunda her iki gruptaki katılımcıların regl arasında anlamlı farklılık görülmedi ($p=0,703$; $p>0,05$). Katılımcıların demografik verileri Tablo 2'de özetlenmiştir.

Tablo 2

Katılımcıların Demografik Özellikleri

	Grup 1 (n= 26)		Grup 2 (n= 26)		p ^a
	Ortalama± ss	Min-Maks	Ortalama± ss	Min-Maks	
Yaş (yıl)	12.40 ±1.11	10-14	12.34 ±1.38	10-14	0.744
Kilo (kg)	47.00 ±9.71	32-64	50.00 ±9.96	27-65	0.305
Boy (m)	1.59 ±0.09	1.35-1.73	1.59 ±0.10	1.36-1.76	0.890
VKİ (kg/m²)	18.35 ±2.43	13-22	19.51 ±3.15	13.78- 25.72	0.177
Ağrı	0.24 ±0.66	0-2	0.30 ±0.78	0-3	0.703
LESS	8.12 ±2.18	5-12	3.19 ±0.98	1-4	0.0001*
Regl	%65.4		%57.7		0.569 ^b

VKİ: Vücut Kütle İndeksi, Min: Minimum, Maks: Maksimum, ss: standart sapma, kg: kilogram, m: metre

^aBağımsız Örneklem T-testi, ^bKi-kare Testi, * $p<0.05$

4.2 Gruplar Arasındaki Farklar

Grup 1'in FPPA değeri $189,58^{\circ}\pm 18,84^{\circ}$, grup 2'nin FPPA değeri $181,53^{\circ}\pm 15,51^{\circ}$ 'dir. Gruplar arasında sağ taraf (dominant bacak) FPPA değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur (0.111 ; $p>0,05$).

Grup 1'in Y Denge Testi değeri 41.84 ± 6.71 , grup 2'nin Y Denge Testi değeri 44.38 ± 8.90 'dir. Gruplar arasında sağ taraf (dominant bacak) Y Denge Testi değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur (0.281 ; $p>0,05$).

Grup 1'in Y Denge Testi değeri 42.93 ± 8.33 , grup 2'nin Y Denge Testi değeri 45.01 ± 9.12 'dir. Gruplar arasında sol taraf (non-dominant bacak) Y Denge Testi değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur (0.409 ; $p>0,05$).

Grup 1'in OptoJump Testi değeri 24.68 ± 5.98 , grup 2'nin OptoJumpTesti değeri 25.70 ± 6.91 'dir. Gruplar arasında OptoJump Testi değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur (0.409 ; $p>0,05$).

Diğer değişkenlerinde iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir ($p>0.05$) (Tablo 3).

Tablo 3

Gruplar Arasındaki Farklar

	Grup 1 Ortalama± ss	Grup 2 Ortalama± ss	Ortalama fark (%95 CI)	T	p^a
FPPA (dominant bacak-sağ)	189.58±18.84	181.53±15.51	7.82 (-1.87– 17.51)	1.621	0.111
Y Denge Testi (dominant bacak-sağ)	41.84 ±6.71	44.38 ±8.90	-2.37 (-6.74– 2.00)	- 1.090	0.281
Y Denge Testi (non- dominant bacak-sol)	42.93 ±8.33	45.01 ±9.12	-2.00 (-6.82– 2.82)	- 0.833	0.409
OptoJump Testi	24.68 ±5.98	25.70 ±6.91	-1.08 (-4.65– 2.49)	- 0.607	0.547

LESS: LandingErrorScoringSystem, FPPA: Frontal PlaneProjectionAngle, CI: Güven aralığı, sn: saniye, cm: santimetre, ss: standart sapma

^aBağımsız örneklem t-testi, *p<0.05

Sporcuların sıçrama sonrası iniş biyomekanikleri ile alt ekstremitte dizilimleri, postural stabiliteyi veya sıçrama performansları arasında anlamlı ilişki gözlenmemiştir ($p>0.05$) (Tablo 4).

Tablo 4

Sıçrama Sonrası İniş Biyomekaniklerinin Alt Ekstremitte Dizilimi, Postural Stabilite ve Performans ile İlişkisi

		FPPA	Y Denge Testi (Sağ)	Y Denge Testi (Sol)	OptoJump Testi
LESS	r	0.127	-0.083	-0.138	0.103
	p	0.374	0.560	0.330	0.470

LESS: LandingErrorScoringSystem, FPPA: Frontal PlaneProjectionAngle

r: Pearson Korelasyon Katsayısı, *p<0.05

Bölüm 5

Tartışma

Çalışmamızda, iyi ve kötü iniş biyomekaniğine sahip sporcu adolesan kız çocuklarında alt ekstremite dizilim, performans ve postural stabilite durumlarının incelenmesi amaçlandı. Sonuçlarımızda sporcuların sıçrama sonrası iniş biyomekanikleri ile alt ekstremite dizilimleri, postural stabiliteleri veya sıçrama performansları arasında anlamlı ilişki gözlenmedi. Sonuçlarımız; “Sporcu adolesan kız çocuklarında sıçrama sonrası iniş biyomekaniği ile alt ekstremite dizilimi arasında bir ilişki yoktur.”, “Sporcu adolesan kız çocuklarında sıçrama sonrası iniş biyomekaniği ile performans arasında bir ilişki yoktur.” ve “Sporcu adolesan kız çocuklarında sıçrama sonrası iniş biyomekaniği ile postural stabilizasyon arasında bir ilişki yoktur.” hipotezlerimizi desteklemiştir.

Kadın sporcularda, adet döngüsünün farklı evreleri boyunca hormon seviyelerinde yaşanan dalgalanmalar, biyomekanik performansı etkileyebilir ve dolayısı ile yaralanma riskini artırabilir (Costello ve ark.,2014). Çalışmamızda, iniş hatası puanlama sistemi kötü olan kadın sporcuların, regl olma oranlarının istatistiksel olarak anlamlı olmasa bile literatür ile benzer şekilde daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Benzer şekilde bu durum, FPPA ve postural stabilite sonuçları için de geçerlidir. İlk adet görme yaşı genellikle 12 ile 14 yaş arasında farklılık göstermektedir (Parent 2003). Çalışmamızdaki sporcuların yaş ortalama yaklaşık 12 yıldır. Bu yaş, tam regl olma dönemi ile örtüşmektedir. Katılımcılarımızın yakın dönemde regl olma oranı arttıkça sıçrama sonrası iniş biyomekaniği, alt ekstremite dizilimi ve postural stabilite değerlerindeki sonuçların tespiti için daha yaş spesifik çalışmalara ihtiyaç vardır. Özellikle 12-14 yaşında aralığında yapılan risk analizi ve durum tespiti çalışmalarının daha sık aralıklarla yapılması gerekliliğine inanmaktayız.

Çalışmamızda özellikle erken adolesan yaş grubundaki sporcuları (10-14 yaş) incelenmek isteyişimizin bir diğer sebebi ise genç kızların lisede fonksiyonel aktiviteler sırasında hareket kalitesini değerlendirmenin önemi literatürde vurgulanmasıdır (Holden ve ark., 2015). Holden ve arkadaşları ise CMJ testini kullanarak erken adolesan dönemindeki erkek ve kadın sporcularda iniş kinematığının klinik analizine yönelik normative veriler sağlamayı ve cinsiyetler arasında bir fark olup olmadığını belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışmaya, lise birincisini toplam 97

erkek ve 84 kadınsporcu (13±1,41 yaş) dahiledilmiştir. Çalışmanın bulguları, genç kızların lise sporlarına ilk başladıkları lise birinci yılının, fonksiyonel aktiviteler sırasında hareket kalitesini değerlendirmek ve gerekirse yaralanma önleme stratejilerini uygulamak için optimal bir dönem olabileceğini göstermektedir (Holden ve ark., 2015).

Sıçrama sonrası yere iniş şekli, ön çapraz bağ yaralanmaları için önemli bir risk faktörüdür. Kadınlarda, özellikle sıçrama sonrası inişlerde, diz ile kalça eklemlerine binen artmış yük sonucunda dizde görülen artmış diz valgusu gibi hareket bozuklukları sıklıkla görülmektedir (Marotta ve ark., 2020). Artmış dinamik diz valgusu ve yüksek abdüksiyon yükü gösteren kadın sporcular, ön çapraz bağ yaralanması riski açısından daha yüksek risk altındadır (Hewett ve ark., 2005, Marotta ve ark., 2020). Benzer şekilde araştırmalar, adolesan dönemdeki sporcular arasında yaralanmaların oldukça yaygın olduğunu göstermektedir (Emery ve ark., 2007, Owoeye ve ark., 2020). Örneğin, Kanada'da yapılan bir çalışmada, adolesan bireylerde görülen yaralanmaların %50'sinin spor yaralanmalarından kaynaklandığı ve basketbolun en fazla tercih edilen spor dalı olduğu bulunmuştur. Bu çalışmada, basketbol yaralanmalarının %86 görüldüğü ve %65 oranı ile en sık yaralanan bölgelerin ayak bileği ve diz olduğu saptanmıştır (Emery ve ark., 2007).

ÖÇB yaralanma riskini tanımlamak amacıyla yüksek yaralanma riski taşıyan sporcuların sıçramadan sonra inişlerindeki problemler sınıflandırılarak dört adet teori geliştirilmiştir. Ligament baskın teori (ligament dominacetheory), sporcuların sıçramadan sonra inişlerinde dizlerini valgus pozisyonunda tutarak ve femurlarını addüksiyon ve internal rotasyona alarak, diz bağlarına aşırı yüklediklerini öne sürer. Kuadriseps baskın teori (quadricepsdominancetheory), sıçramadan sonra inişlerinde dizin uzamış ekstansiyonu ve kuadriseps kaslarının hamstringlere göre aşırı aktif olduğu durumları meydana getirerek tibianın anteriorun kesme kuvvetlerini arttırdığını öne sürer. Gövde baskın teoride (trunkdominance teorisi), sporcuların sıçramadan gövde kontrolü eksiklikleriyle iniş yaptıklarını öne sürer. Son olarak bacak baskınlık teorisi (legdominance teorisi), bacaklar arasında büyük simetrik farklar bulunduğunu ileri sürmektedir (Lopez ve ark. 2018).

ÖÇB yaralanmalarına ilişkin yapılan video analizleri, bu dört teoriyi de desteklemektedir. Bu analizler, ÖÇB yırtıkları sırasında aşırı diz valgusu, azalmış diz fleksiyon açısı, aşırı lateral gövde kayması ve bacaklar arasındaki simetrik olmayan vücut ağırlığı dağılımını ortaya koymuştur (Hewett ve ark., 2009; Joseph ve ark., 2013;

Stuelcken ve ark., 2016). Yaralanma riski yüksek olan sporcuları belirlemede önemli bir role sahip olan LESS, sıçrama sonrası iniş biyomekaniğini frontal ve sagittal düzlemlerde video analiz yöntemi ile değerlendiren bir tarama testidir (Šiupšinskas, L ve ark.,2019).

Dinamik diz valgusu, femurun internal rotasyonu ve addüksiyonu ile aynı anda karşı taraftaki pelvisin düşmesini içeren ve üç hareket düzleminde gerçekleşen bir biyomekanik sapmadır (Lephart ve ark., 2002). Adolesan kız sporcularında diz valgusu, sıçrama sonrası iniş sırasında önemli bir biyomekanik faktör olarak öne çıkmaktadır ve kötü iniş biyomekaniği, genellikle diz valgusu ve abduksiyon momenti gibi faktörlerle ilişkilendirilmiştir. Dizin fazla valgus pozisyonunda olduğu ve abduksiyon momentinin arttığı durumlarda, yaralanma riskini önemli ölçüde artırabileceği gösterilmiştir (Hewett ve ark., 2005). Bildiğimiz kadarı ile adolesan kız çocuklarında sıçrama sonrası iniş ve diz valgusu ilişkisini inceleyen çalışma bulunmamaktadır. Çalışmamızda, kötü iniş biyomekaniği gösteren (Grup 1) ve iyi iniş biyomekaniği gösteren (Grup 2) grupların dinamik diz valgusu değerleri arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Sonucumuz, literatür ile kıyaslanamamıştır.

LESS değerlendirme sistemi, özellikle iniş fazındaki biyomekanik hataları tespit etmek için kullanılırken, sıçrama sonrası düşme testi ise bu fazı içeren dinamik bir harekettir. Bu iki kavram arasındaki ilişki, sporcuların yaralanma riskini daha iyi anlamak için önemlidir. Yapılan bir çalışmada, LESS puanlarının temas süresi ile anlamlı bir şekilde ilişkili olduğu, ancak sıçrama yüksekliği ile anlamlı bir ilişki göstermediği bildirilmiştir (Rowell, S., &Relph, N. 2021; Butcher ve ark., 2024). Butcher ve arkadaşları, olgunlaşma süreci ile ACL yaralanmasıyla ilişkili biyomekanik özellikler arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Sonuçlarda, LESS skorlarının temas süresi ile anlamlı bir ilişki gösterdiği ancak sıçrama yüksekliği ile anlamlı bir ilişki göstermediği rapor edilmiştir. Ayrıca, orta ve düşük LESS skoruna sahip sporcuların daha yüksek güç ve reaktif kuvvet indeksine sahip olmalarına rağmen, bu gelişmiş performans metriklerinin sıçrama yüksekliğinde bir artışa yol açmadığı vurgulanmıştır (Butcher ve ark., 2024). Ayrıca, orta ila kötü LESS puanına sahip sporcuların daha yüksek güç ve reaktif güç indeksi üretmesine rağmen tespit edilen yüksek performans ölçümlerinin gelişmiş sıçrama yüksekliği ile sonuçlanmadığı vurgulanmıştır (Rowell, S., &Relph, N. 2021). Bu bulgu, kötü iniş biyomekaniğine sahip bireylerin, bazı performans parametrelerinde yüksek değerlere ulaşabilmesine rağmen yaralanma riski açısından kritik bir grupta yer alabileceğini göstermektedir

(Rowell, S., &Relph, N.2021). Çalışmamızda iyi ve kötü iniş biyomekaniğine sahip olan katılımcıların, sıçrama performansları arasında anlamlı bir fark elde edilmemiştir. Bu sonucumuz literatür ile uyumludur. Sıçrama yüksekliği gibi genel bir performans göstergesi olmasına karşın iniş biyomekaniğindeki nüanslı farklılıkları yakalamada yetersiz kalmış olabilir. Sıçrama sonrası iniş biyomekaniği ile sıçrama performansı ilişkisi incelenirken, sıçrama yüksekliği yerine maksimum kuvvet ve reaktif güç indeksi gibi verilerin incelenmesinin gerekli olduğunu düşünmekteyiz.

Daha iyi iniş biyomekaniğine sahip sporcuların neden daha yüksek sıçrama performansı sergilemediklerini açıklamaya yardımcı olabilecek bir diğer çalışma Pedley ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilmiştir (Pedley ve ark., 2021). Çalışma sonuçları, genç bireylerde gerilme-kısalma döngüsünü değerlendirmeleri için sıçrama yüksekliği veya tepe değerler gibi genel performans sonuçlarını kullanmanın yetersiz olacağını, çünkü bu verilerin sıçrama ve iniş hareketlerinin zamanlama temelli özellikleri hakkında bilgi sağlamadığını göstermiştir. Ayrıca, kadın sporcuların büyüme süreci boyunca genel güç seviyelerinde önemli artışlar gösterdiği ancak göreceli güç veya yay benzeri davranış (kas ve tendonların esnekliği ile enerji depolama ve serbes bırakma kapasitesi) açısından yalnızca küçük olgunlaşma farklılıkları olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak, çoğu kadın sporcunun olgunluk seviyesinden bağımsız olarak gerilme-kısalma döngüsü fonksiyonunda zayıf performans sergilediği vurgulanmıştır (Pedley ve ark., 2021).

Basketbol gibi saha sporlarında hareket bozukluklarının değerlendirilmesinde denge testlerinin önemi büyüktür (Šiupšinskas, L ve ark.,2019). Literatürde dinamik postural stabilite, özellikle profesyonel kadın basketbolcuların alt ekstremite yaralanmaları ile ilişkilendirilen önemli bir faktör olarak kabul edilse de (Plisky ve ark., 2006) çelişkili sonuçlar da göze çarpmaktadır (Šiupšinskas, L ve ark.,2019). Yaş ortalaması 20 olan elit kadın basketbolcular üzerinde yapılan bir araştırmada, sezon öncesi yapılan taramalarda Y Denge Testi ile değerlendirilen dinamik dengenin, LESS ile değerlendirilen alt ekstremite yaralanmalarıyla anlamlı bir ilişki göstermediği bildirilmiştir. Dinamik stabilitenin her iki grupta (yaralanan ve yaralanmayan) benzer olduğu ve bunun popülasyona özgü nöromüsküler kontrol faktörlerinden kaynaklanabileceği öne sürülmüştür (Šiupšinskas, L ve ark.,2019). Lise çağındaki sporcular ile yapılan bir çalışmada ise dinamik postural stabilite eksikliği gösteren adolesan kız çocuklarının, üstün postural stabiliteye sahip akranlarına kıyasla alt ekstremite yaralanmalarına 6.5 kat daha fazla yatkın olduğu rapor edilmiştir (Plisky ve

ark., 2006). Mevcut araştırmalar, kız sporcuların olgunlaşma ile artan diz valgusu hareketinin, yaralanma riskinin bir göstergesi olduğunu ve adolesan dönem boyunca postural stabilitenin geliştirilmesinin yaralanma öncesi eğitim programlarında önem taşıdığını vurgulamaktadır (Padua ve ark., 2015; Dingenen ve ark.,2015). Ancak, literatürde postural kontrol üzerine yapılmış longitudinal çalışmaların eksikliği, bu konuda daha fazla araştırma yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Çalışmamızda, LESS ve postural stabilite değerleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır. Kötü iniş biyomekaniği gösteren (Grup 1) ve iyi iniş biyomekaniği gösteren (Grup 2) gruplar arasında dinamik denge değerlerine bakıldığında anlamlı bir fark gözlenmemiştir.

Yaş ile değişkenlik gösteren dinamik denge ve yaralanma ilişkisine, adolesan dönemde hız kazanan büyüme ve iskelet sistemindeki uzunluk artışının katkıda bulunduğunu düşünmekteyiz. Bu hızlı fizyolojik değişiklikler, kas-iskelet sisteminin uyumsuz bir şekilde gelişmesine yol açarak, kadın sporcularda postural kontrolün zayıflamasına ve biyomekanik hatalara yol açabilmektedir. Bu tür motor kontrol bozuklukları, diz ekleminde riskli pozisyonlar oluşturur (Shultz ve ark., 2010;Quatman ve ark.,2006). Çalışmamızdaki katılımcıların yaşları 10-14 yıl arasındaydı. Bu yaş grubu, regli sebebi ile en hızlı uzamanın meydana geldiği zaman dilimindedir. Kötü iniş biyomekaniğine sahip olan katılımcılarımızın dinamik denge verileri her ne kadar istatistiksel olarak anlamlı olmasa da iyi iniş biyomekaniğine sahip gruptan daha düşüktür. Sıçrama sonrası iniş biyomekaniği, ilerdeki aylarda regli olma yüzdesi arttıca değişiklik gösterebilir. Hızlı boy uzama evresinde olan adolesan kız çocuklarının yaralanma yüzdelerinin sık aralıklarla değerlendirilmesi gerekliliğini düşünmekteyiz.

5.1 Çalışmamızın zgn Yanları

Bu alışma, iyi ve kötü iniş biyomekaniğine sahip adolesan kız çocuklarında alt ekstremite dizilimi, performans ve postural stabiliteyi bir arada inceleyen ilk çalışmalardan biridir. Literatürde, bu üç faktörün birleşik olarak değerlendirilmesine yönelik herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Ayrıca, çalışmamda sadece erken adolesan dönemdeki kız çocuklarına odaklanılarak, bu yaş grubundaki biyomekanik özellikler ve postural stabilite ile performans arasındaki ilişkiler daha derinlemesine araştırılmıştır. Bu durum hem literatürdeki boşluğu doldurmakta hem de adolesan dönemdeki kız sporcuların fiziksel gelişimlerini daha iyi anlamamıza katkı sağlamaktadır.

5.2. Çalışmamızın Limitasyonları

Çalışmamızda yalnızca erken adolesan dönemdeki (10-14 yaş arası) kız çocukları ile sınırlı kalınması, bulguların yalnızca bu yaş grubuna özgü olmasına ve diğer yaş gruplarındaki kız çocuklarıyla genellenebilirliğinin kısıtlı olmasına neden olmuştur. Bu yaş aralığı, biyomekanik gelişimin ve postural stabilitenin hızla değiştiği bir dönem olduğu için, farklı yaş gruplarında yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığında sonuçlar farklılık gösterebilir. Bu durum, bulguların genel geçerliliği açısından bir sınırlama oluşturmuştur. Sporcuların yaralanma riskini daha iyi anlamak ve önlemek için farklı fonksiyonel testlerin bir arada kullanılmasının önemi vurgulanmaktadır.

Sıçrama yüksekliği genel bir performans göstergesi olmasına rağmen, iniş biyomekaniğindeki ayrıntılı farklılıkları tam olarak yansıtamayabilir. Sıçrama sonrası iniş biyomekaniği ile sıçrama performansı arasındaki ilişkiyi incelerken, sıçrama yüksekliği yerine maksimum kuvvet ve reaktif kuvvet indeksi gibi verilerin analiz edilmesinin gerekli olduğuna inanıyoruz. Ayrıca, erken adolesanlık döneminde, sıçrama performansına odaklanmak yerine fonksiyonel görevler sırasında hareket kalitesini değerlendirmek daha uygun bir analiz yöntemi olabilir.

Son olarak, çalışmamızda kör bir değerlendiricinin bulunmamasını limitasyon olarak değerlendirdik.

Bölüm 6

Sonuç

Çalışmamızda iyi ve kötü iniş biyomekaniği arasında anlamlı bir fark bulunmadığını, ancak belirli dizilim ve postural stabilite parametrelerinin performansla ilişkilendiğini göstermiştir. Erken adolesan dönemdeki kız sporcuların biyomekanik özelliklerinin henüz tam olarak olgunlaşmadığı ve bu dönemde alt ekstremitte dizilimi ile performans arasında güçlü bir ilişki kurmanın zor olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca, postural stabiliteyi etkileyen faktörlerin sporcuların performansı üzerinde belirgin etkileri olduğu, ancak bu etkinin her bireyde farklılık gösterdiği gözlemlendi.



KAYNAKÇA

- Abernethy, L., & MacAuley, D. (2003). Impact of schoolsportsinjury. *British journal of sportsmedicine*, 37(4), 354-355.
- Adelman, W. ve Ellen, J. (Çev. Derman O) (2003). *Adolesan. İçinde M. Yurdakök (Çev. Ed.), Rudolph's Fundamentals of Pediatrics Türkçe*. Ankara, Güneş Kitabevi: 70-110.
- Almeida, G. P., Silva, A. P., França, F. J., Magalhães, M. O., Burke, T. N., & Marques, A. P. (2016). Q-angle in patellofemoralpain: relationshipwithdynamickneevalgus, hipabductortorque, painandfunction. *Revistabrasileira de ortopedia*, 51(2), 181–186. <https://doi.org/10.1016/j.rboe.2016.01.010>
- Arendt EA, Bershadsky B, Agel J. Periodicity of noncontact anterior cruciate ligament injuriesduringthemenstrualcycle. *J GendSpecifMed*. 2002;5:19–26. [PubMed](#).
- Arlettaz, M. E., Dorsch, L. N., & Catalfamo-Formento, P. A. L. (2024). Landingerrorscoreingsystem: A scopingreviewaboutvariants, reference valuesanddifferencesaccordingtosexandSPORT. *Physicaltherapy in sport :officialjournal of theAssociation of CharteredPhysiotherapists in Sports Medicine*, 69, 67–75. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2024.07.005>
- Ball, J.W. ve Bindler, R.C. (2008). *PediatricNursing: CaringforChildren*, Co: PearsonEducation, Fourth Edition, New Jersey.
- Bangsbo, J. (1994). Thephysiology of soccerwithspecial reference tointenseintermittentexercise. *ActaPhysiologicaScandinavica. Supplementum*, 619, 1-155.
- Baykal, C. (2019) *Futbolcularda yorgunluğun alt ekstremite biyomekaniği ve propriyosepsiyonuna etkisi*.
- Beal MW, 1999. Acupunctureandacupressure: Applications towomen'sreproductivehealthcare. *J NurseMidwifery*, 44,217-230.

- Blankevoort, L., Huiskes, R., & de Lange, A. (1988). The envelope of passive knee joint motion. *Journal of biomechanics*, 21(9), 705–720. [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(88\)90280-1](https://doi.org/10.1016/0021-9290(88)90280-1)
- Boden BP, Dean GS, Feagin JA Jr, Garrett WE Jr. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. *Orthopedics*. 2000;23:573–578. Crossref. PubMed. ISI.
- Brattstroem H. (1964). shape of the intercondylar groove normally and in recurrent dislocation of patella. a clinical and x-ray-anatomical investigation. *acta orthopaedica scandinavica. supplementum*, 68, 1–148.
- Brukner P. The younger athlete. In: Maffulli N, Caine D, eds. *Brukner & Khan's Clinical Sports Medicine*. 4th ed. Australia: McGraw-Hill; 2012. p.888-909.
- Bundak, R., Darendeliler, F. ve Neyzi, O., (2010). Gelişme ve Olgunlaşma. İçinde O. Neyzi, T. Ertuğrul (Eds), *Pediatric*. (4. Baskı), 1. Cilt, İstanbul, Nobel Tıp Kitabevi; 113-135
- Butcher AJ, Ward S, Clissold T, Richards J, Hebert-Loiser K. Maturation and biomechanical risk factors associated with anterior cruciate ligament injury: Is there a link? A systematic review. *PhysTherSport*. 2024.
- Büyükgebiz, A. (2009). *Kızım Artık Ergen*. İstanbul: 47 Numara Yayıncılık.
- Büyükgebiz, A. (2010). *Adolesanlarda Fiziksel ve Cinsel Gelişim*. İçinde E. Hasanoğlu, R. Düşünsel, A. Bideci (Eds.), *Temel Pediatric*. Ankara, Güneş Kitabevi; 1564-1568.
- Carry, P. M., Gala, R., Worster, K., Kanai, S., Miller, N. H., James, D., Provance, A. J., & Carollo, J. J. (2017). POSTURAL STABILITY AND KINETIC CHANGE IN SUBJECTS WITH PATELLOFEMORAL PAIN AFTER A NINE-WEEK HIP AND CORE STRENGTHENING INTERVENTION. *International journal of sports physical therapy*, 12(3), 314–323.
- Chéron, C., Le Scanff, C., & Leboeuf-Yde, C. (2016). Association between sport type and overuse injuries of extremities in children and adolescents: a systematic review. *Chiropractic & manual therapies*, 24, 41. <https://doi.org/10.1186/s12998-016-0122-y>

- Çuhadaroğlu FI, 2010. Ulusal adolesan sağlığı kongresi konuşma metinleri. Ergenlikde psikososyal gelişim, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Ruh Sağlığı ve Hastalıkları AD, Ankara. s. 40-45,
- Daneshmandi, H., Saki, F., Shahheidari, S., & Khoori, A. (2011). Lower extremity Malalignment and its linear relation with Q angle in female athletes. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 15, 3349-3354.
- Decoster, L. C., Vailas, J. C., Lindsay, R. H., & Williams, G. R. (1997). Prevalence and features of joint hypermobility among adolescent athletes. *Archives of pediatrics & adolescent medicine*, 151(10), 989-992. <https://doi.org/10.1001/archpedi.1997.02170470023005>
- DiStefano, L. J., Beltz, E. M., Root, H. J., Martinez, J. C., Houghton, A., Taranto, N., Pearce, K., McConnell, E., Muscat, C., Boyle, S., & Trojian, T. H. (2018). Sport Sampling Is Associated With Improved Landing Technique in Youth Athletes. *Sports health*, 10(2), 160-168. <https://doi.org/10.1177/1941738117736056>
- DiStefano, L. J., Padua, D. A., DiStefano, M. J., & Marshall, S. W. (2009). Influence of age, sex, technique, and exercise program on movement patterns after an anterior cruciate ligament injury prevention program in youth soccer players. *The American journal of sports medicine*, 37(3), 495-505. <https://doi.org/10.1177/0363546508327542>
- Dufek JS, Bates BT. Biomechanical factors associated with injury during landing in jump sports. *Sports Med (Auckland, NZ)*. 1991; 12(5):326-337
- Emami, M. J., Ghahramani, M. H., Abdinejad, F., & Namazi, H. (2007). Q-angle: an invaluable parameter for evaluation of anterior knee pain. *Archives of Iranian medicine*, 10(1), 24-26.
- Ercan, G. (2005). Puberte Fiyolojisi. İçinde O. Ercan, M. Alikashifoğlu, G. Ercan (Eds.), İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri Adolesan Sağlığı Sempozyum Dizisi No-43 İstanbul: 9-16.
- Ergen E. (2004). Çocukluk ve ergenlik döneminde spor yaralanmalarının nedenleri, epidemiyolojisi, risk faktörleri [Sports injuries in children and adolescents: etiology,

- epidemiology, and risk factors]. *Acta orthopaedica et traumatologica turcica*, 38 Suppl 1, 27–31.
- Expert Panel on Musculoskeletal Imaging, Walker, E. A., Fox, M. G., Blankenbaker, D. G., French, C. N., Frick, M. A., Hanna, T. N., Jawetz, S. T., Onks, C., Said, N., Stensby, J. D., & Beaman, F. D. (2023). ACR Appropriateness Criteria® Imaging After Total Knee Arthroplasty: 2023 Update. *Journal of the American College of Radiology : JACR*, 20(11S), S433–S454. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2023.08.014>
- Fidai, M. S., Okoroa, K. R., Meldau, J., Meta, F., Lizzio, V. A., Borowsky, P., Redler, L. H., Moutzouros, V., & Makhni, E. C. (2020). Fatigue Increases Dynamic Knee Valgus in Youth Athletes: Results From a Field-Based Drop-Jump Test. *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association*, 36(1), 214–222.e2. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2019.07.018>
- Filipa, A., Byrnes, R., Paterno, M. V., Myer, G. D., & Hewett, T. E. (2010). Neuromuscular training improves performance on the star excursion balance test in young female athletes. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 40(9), 551–558. <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3325>
- Flandry, F., & Hommel, G. (2011). Normal Anatomy and Biomechanics of the Knee. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, 19(2), 82–92. doi:10.1097/jsa.0b013e318210c0aa
- Gore, C.J. *Elit Sporculara Yönelik Fizyolojik Testler*. Champaign, IL: İnsan Kinetiği, 2000.
- Gray, A. D., Willis, B. W., Skubic, M., Huo, Z., Razu, S., Sherman, S. L., Guess, T. M., Jahandar, A., Gulbrandsen, T. R., Miller, S., & Siesener, N. J. (2017). Development and Validation of a Portable and Inexpensive Tool to Measure the Drop Vertical Jump Using the Microsoft Kinect V2. *Sports health*, 9(6), 537–544. <https://doi.org/10.1177/1941738117726323>
- 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. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-47.3.08>

- Griffin, L. Y., Agel, J., Albohm, M. J., Arendt, E. A., Dick, R. W., Garrett, W. E., et al. (2000). Noncontact anterior cruciate ligament injuries: risk factors and prevention strategies. *J Am Acad Orthop Surg*, 8(3), 141-150.
- Griffin, L. Y., Albohm, M. J., Arendt, E. A., Bahr, R., Beynon, B. D., Demaio, M., et al. (2006). Understanding and preventing noncontact anterior cruciate ligament injuries: a review of the Hunt Valley II meeting, January 2005. *Am J Sports Med*, 34(9), 1512-1532.
- Gupta AS, Pierpoint LA, Comstock RD, Saper MG. Sex-based differences in anterior cruciate ligament injuries among United States High School Soccer Players: an epidemiological study. *Orthop J Sports Med*. 2020;8(5):2325967120919178.
- Günöz, H., Saka, N., Darendeliler, F. ve Bundak, R. (2003). Büyüme, Gelişme ve Endokrin. İçinde T. Cantez, R.E. Ömeroğlu, S.U. Baysal, F. Oğuz (Eds.), *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları*. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi.
- Hahn, T., & Foldspang, A. (1997). The Q angle and sport. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 7(1), 43-48. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.1997.tb00116.x>
- Hammes, D., Aus der Fünten, K., Kaiser, S., Frisen, E., Bizzini, M., & Meyer, T. (2015). Injury prevention in male veteran football players—a randomised controlled trial using “FIFA 11+”. *Journal of sport sciences*, 33(9), 873-881.
- Han SH, Hur MH, Buckle J, Choi J, Lee MS 2006. Effect of aromatherapy on symptoms of dysmenorrhea in college students: A randomized placebo controlled clinical trial. *The J Altern Complement Med*, 12:535-541.
- Hanzlíková, I., Athens, J., & Hébert-Losier, K. (2021). Factors influencing the Landing Error Scoring System: Systematic review with meta-analysis. *Journal of science and medicine in sport*, 24(3), 269-280. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2020.08.013>
- Harmer P. A. (2005). Basketball injuries. *Medicine and sport science*, 49, 31-61.
- Haycock, C. E., & Gillette, J. V. (1976). Susceptibility of women athletes to injury. Myths vs reality. *JAMA*, 236(2), 163-165.

- Hegedus, E. J., & Cook, C. E. (2015). Return to play and physical performance tests: evidence-based, rough guess or charade?. *British journal of sports medicine*, 49(20), 1288–1289. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094796>
- Hewett, T. E. (2000). Neuromuscular and hormonal factors associated with knee injuries in female athletes: strategies for intervention. *Sports medicine*, 29, 313-327.
- Hewett, T. E., Ford, K. R., Hoogenboom, B. J., & Myer, G. D. (2010). Understanding and preventing ACL injuries: current biomechanical and epidemiologic considerations- update 2010. *N Am J Sports Phys Ther*, 5(4), 234-251.
- Hewett, T. E., Myer, G. D., Ford, K. R., Heidt, R. S., Colosimo, A. J., McLean, S. G., et al. (2005). Biomechanical Measures of Neuromuscular Control and Valgus Loading of the Knee Predict Anterior Cruciate Ligament Injury Risk in Female Athletes: A Prospective Study. *The American Journal of Sports Medicine*, 33(4), 492-501.
- Hewett, T. E., Paterno, M. V., & Myer, G. D. (2002). Strategies for enhancing proprioception and neuromuscular control of the knee. *Clinical Orthopaedics and Related Research (1976-2007)*, 402, 76-94.
- Hewett, T. E., Torg, J. S., & Boden, B. P. (2009). Video analysis of trunk and knee motion during non-contact anterior cruciate ligament injury in female athletes: lateral trunk and knee abduction motion are recombined components of the injury mechanism. *British journal of sports medicine*, 43(6), 417–422. <https://doi.org/10.1136/bjism.2009.059162>
- Holden S, Boreham C, Doherty C, Wang D, Delahunt E. Clinical assessment of counter movement jump landing kinematics in early adolescence: sex differences and normative values. *Clin Biomech*. 2015;30(5):469-474
- Joseph AM, Collins CL, Henke NM, Yard EE, Fields SK, Comstock RD. A multisport epidemiologic comparison of anterior cruciate ligament injuries in high school athletics. *J Athl Train*. 2013;48(6):810-817

Kale, G., Coşkun, T. ve Yurdakök, M. (Eds). (2009). *Pediatride Tanı ve Tedavi Hacettepe Uygulamaları*. Ankara: Güneş Tıp Kitabevi.

Karadağ Ö, 2008. Ankara’da bulunan yetiştirme yurtlarında yaşayan adolesanlarda sosyodemografik özelliklerin ve fiziksel aktivite düzeyinin ruhsal belirtiler ve yaşam kalitesi açısından değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Khonsary S. A. (2016). *THIEME Atlas of Anatomy, Head and Neuroanatomy. Surgical Neurology International*, 7, 101. <https://doi.org/10.4103/2152-7806.194263>

Koo TK, Li MY. A guideline of selecting and reporting intra-class correlation coefficients for reliability research. *J Chiropract Med*. 2016;15:155-163.

Köse D, 2011. Orta ve geç adolesanlarda beslenme alışkanlıklarının beden kitle endeksi ve kan basıncı üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kulaksızoğlu A, 2004. Ergenlik psikolojisi. İstanbul, Remzi Kitabevi, 77-79.

Kvist J. (2005). Sagittal tibial translation during exercises in the anterior cruciate ligament-deficient knee. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 15(3), 148–158. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2004.401.x>

Lephart SM, Ferris CM, Riemann BL, Myers JB, Fu FH. Gender differences in strength and lower extremity kinematics during landing. *Clin Orthop*. 2002; 162-169

Lisman, P., Wilder, J. N., Berenbach, J., Jiao, E., & Hansberger, B. (2021). The Relationship between Landing Error Scoring System Performance and Injury in Female Collegiate Athletes. *International journal of sports physical therapy*, 16(6), 1415–1425. <https://doi.org/10.26603/001c.29873>

Lloyd, D. G. (2001). Rationale for training program to reduce anterior cruciate ligament injuries in Australian football. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 31(11), 645-654.

- Loudon J. K. (2016). BIOMECHANICS AND PATHOMECHANICS OF THE PATELLOFEMORAL JOINT. *International journal of sports physical therapy*, 11(6), 820–830.
- M. Nordin and V. H. Frankel, *Basic biomechanics of the musculoskeletal system*, 4. 2012
- Maffiuletti, N. A., Dugnani, S., Folz, M., DiPierno, E., & Mauro, F. (2002). Effect of combined electrostimulation and plyometric training on vertical jump height. *Medicine and science in sports and exercise*, 34(10), 1638–1644. <https://doi.org/10.1097/00005768-200210000-00016>
- Malina, R. M. (2007). Physical fitness of children and adolescents in the United States: status and secular change. *Pediatric Fitness*, 50, 67-90.
- Marinsek M. Basic landing characteristics and their application in artistic gymnastics. *SciGymnastics J.* 2010;2 (2)
- McCunn, R., Aus der Fütten, K., Fullagar, H. H., McKeown, I., & Meyer, T. (2016). Reliability and Association with Injury of Movement Screens: A Critical Review. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 46(6), 763–781. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0453-1>
- McLean, S. G., Lipfert, S. W., & Van den Bogert, A. J. (2004). Effect of gender and defensive opponent on the biomechanics of sidestep cutting. *Medicine and science in sports and exercise*, 36(6), 1008.
- Monks, J., & Husch, J. (2009). The impact of seeding, home continent, and hosting on FIFA World Cup results. *Journal of Sports Economics*, 10(4), 391-408.
- Munro, A., Herrington, L., & Comfort, P. (2017). The Relationship Between 2-Dimensional Knee-Valgus Angles During Single-Leg Squat, Single-Leg Land, and Drop-Jump Screening Tests. *Journal of Sport Rehabilitation*, 26(1), 72–77. <https://doi.org/10.1123/jsr.2015-0102>
- Müller, L., Hildebrandt, C., Müller, E., Fink, C., & Raschner, C. (2017). Long-Term Athletic Development in Youth Alpine Ski Racing: The Effect of Physical Fitness, Ski Racing

- Technique, Anthropometrics, and Biological Maturity Status on Injuries. *Frontiers in physiology*, 8, 656. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00656>
- Müniroğlu, S., &Deliceoğlu, G. (2008). Futbol'damüsabaka analizi ve gözlem teknikleri: Ankara. Ankara Üniversitesi Basım Evi, 84-92.
- nasser, S., Ibrahim, M., &Abdelsalam, M. (2024). Correlation between frontal plane projection angle and pain, and function in patients with patellofemoral pain syndrome. *Egyptian Journal of Physical Therapy*, 18(1), -. doi: 10.21608/ejpt.2023.208813.1136
- Nazan Ş, Haydar A Demirel, Tolga S Aydoğ, Mahmut N. Doral, Adolesanlarda Sporcu Sağlığı, *Türkiye Klinikleri J Pediatr Sci* 2006, 2(7):25-33
- O. Faiz, S. Blackburn, and D. Moffat, *Anatomy at a Glance*, 3rd ed. New Jersey: Wiley-Blackwell, 2011.
- O'Kane, J. W., Neradilek, M., Polissar, N., Sabado, L., Tencer, A., & Schiff, M. A. (2017). Risk Factors for Lower Extremity Overuse Injuries in Female Youth Soccer Players. *Orthopedic Journal of Sports Medicine*, 5(10), 2325967117733963. <https://doi.org/10.1177/2325967117733963>
- Otsuki R, Kuramochi R, Fukubayashi T. Effect of injury prevention training on knee mechanics in female adolescents during puberty. *Int J Sports Phys Ther*. 2014;(2):149-156
- Örsçelik A, Yıldız Y. Kas-İskelet Sistemi Yaralanmaları: Aşırı Kullanım Yaralanmaları. *Turkiye Klinikleri J MedSci-Special Topics* 2015;1(3):62-9.
- Özcebe, H. (2002). Birinci basamakta adolesan sorunlarına yaklaşım. *Sted Dergisi*, 11 (10): 374-377.
- Padua, D. A., Marshall, S. W., Boling, M. C., Thigpen, C. A., Garrett, W. E., Jr, &Beutler, A. I. (2009). TheLandingErrorScoringSystem (LESS) Is a validandreliableclinicalassessmenttool of jump-landingbiomechanics: The JUMP-ACL study. *TheAmericanjournal of sportsmedicine*, 37(10), 1996–2002. <https://doi.org/10.1177/0363546509343200>
- Patel, D. R., Yamasaki, A., & Brown, K. (2017). Epidemiology of sports-

related musculoskeletal injuries in young athletes in United States. *Translational Pediatrics*, 6(3), 160–166. <https://doi.org/10.21037/tp.2017.04.08>

Paz, G. A., Maia, M. de F., Farias, D., Santana, H., Miranda, H., Lima, V., & Herrington, L. (2016). KINEMATIC ANALYSIS OF KNEE VALGUS DURING DROP VERTICAL JUMP AND FORWARD STEP-UP IN YOUNG BASKETBALL PLAYERS. *International journal of sports physical therapy*, 11(2), 212–219.

Pedley JS, DiCesare CA, Lloyd RS, Oliver JL, Ford KR, Hewett TE, Myer GD. Maturity alters drop vertical jump landing force-time profiles but not performance outcomes in adolescent females. *Scand J Med Sci Sports*. 2021; 31 (11): 2055-2063

Perelli, S., Morales Avalos, R., Masferrer-Pino, A., & Monllau, J. C. (2022). Anatomy of lateral meniscus. *Annals of joint*, 7, 16. <https://doi.org/10.21037/aoj-20-118>

Perrin, P., Perrin, C., Courant, P., Béné, M. C., & Durupt, D. (1991). Posture in basketball players. *Acta oto-rhino-laryngologica Belgica*, 45(3), 341–347.

Plisky, P. J., Rauh, M. J., Kaminski, T. W., & Underwood, F. B. (2006). Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 36(12), 911–919. <https://doi.org/10.2519/jospt.2006.2244>

Plisky, P., Schwartkopf-Phifer, K., Huebner, B., Garner, M. B., & Bullock, G. (2021). Systematic Review and Meta-Analysis of the Y-Balance Test Lower Quarter: Reliability, Discriminant Validity, and Predictive Validity. *International journal of sports physical therapy*, 16(5), 1190–1209. <https://doi.org/10.26603/001c.27634>

Pisirici P, Ekiz MB. Investigation of the acute effect of myofascial release techniques and dynamic stretch on vertical jump performance in recreationally active individuals. *J Phys Educ Sport*. 2020;20(3)

Ramirez, M., Negrete, R., Hanney, W., & Kolber, M. J. (2018). QUANTIFYING FRONTAL

PLANE KNEE KINEMATICS IN SUBJECTS WITH ANTERIOR KNEE PAIN: THE RELIABILITY AND CONCURRENT VALIDITY OF 2D MOTION ANALYSIS. *International journal of sportsphysicaltherapy*, 13(1), 86–93.

Rowell, S., & Relph, N. (2021). The Landing Error Scoring System (LESS) and Lower Limb Power Profiles in Elite Rugby Union Players. *International journal of sportsphysicaltherapy*, 16(5), 1286–1294. <https://doi.org/10.26603/001c.27632>

S. Arno et al., “The Effect of Arthroscopic Partial Medial Meniscectomy on Tibiofemoral Stability,” *Am. J. Sport. Med.*, vol. 41, no. 1, pp. 73–79, 2013.

S. J. Hall, *Basic Biomechanics*, 7th ed. NY: McGraw-Hill Education, 2014.

Salcı, Y., Aslan, A., & Çelik, Ö. (2014). LANDING PATTERN SCREENING OF RECREATIONAL MALE AND FEMALE ATHLETES. *Beden Eğitimi Ve Spor Bilimleri Dergisi*, 8(2), 180-186.

Salsich, G. B., Graci, V., & Maxam, D. E. (2012). The effects of movement pattern modification on lower extremity kinematics and pain in women with patellofemoral pain. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 42(12), 1017–1024. <https://doi.org/10.2519/jospt.2012.4231>

Šiupšinskas, L., Garbenytė-Apolinskienė, T., Salatkaitė, S., Gudas, R., & Trumpickas, V. (2019). Association of pre-season musculoskeletal screening and functional testing with sports injuries in elite female basketball players. *Scientific reports*, 9(1), 9286. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-45773-0>

Sanborn, C. F., & Jankowski, C. M. (1994). Physiologic considerations for women in sport. *Clinics in sports medicine*, 13(2), 315–327.

Santrock JW. *Ergenlik* (14. Basım) (çeviri ed: Siyez ÇM). İstanbul: Nobel Akademik Yayıncılık, 2014.

Sarwar R, Beltran NB, Rutherford OM. Changes in muscle strength, relaxation rate and fatigue ability during the human menstrual cycle. *J Physiol* 1996; 493 (1): 267-72

- Sethi K. (2008). Levodopa unresponsive symptoms in Parkinson disease. *Movement Disorders: official journal of the Movement Disorder Society*, 23 Suppl 3, S521–S533. <https://doi.org/10.1002/mds.22049>
- Shifrer, D., Pearson, J., Muller, C., & Wilkinson, L. (2015). College-Going Benefits of High School Sports Participation: Race and Gender Differences over Three Decades. *Youth & Society*, 47(3), 295–318. <https://doi.org/10.1177/0044118X12461656>
- Slauterbeck JR, Hardy DM. Sex hormones and knee ligament injuries in female athletes. *Am J Med Sci*. 2001; 322:196–199. [Crossref](#). [PubMed](#). [ISI](#).
- Stuelcken MC, Mellifont DB, Gorman AD, Sayers MG. Mechanism of anterior cruciate ligament injuries in elite women's netball: a systematic video analysis. *J Sports Sci*. 2016; 34(16): 1516-1522
- Terry, G. C., & LaPrade, R. F. (1996). The posterolateral aspect of the knee. *Anatomy and surgical approach*. *The American journal of sports medicine*, 24(6), 732–739. <https://doi.org/10.1177/036354659602400606>
- Törüner EK, Büyükönenç L, 2012. Çocuk sağlığı temel hemşirelik yaklaşımları, büyüme ve gelişme. Amasya, Göktuğ Yayıncılık, s.49-56.
- Travis RC. (1995). An Experimental Analysis Of Dynamic And Static Equilibrium. *Journal of Experimental Psychology*, 35:216-234.
- Türkeri, C., Büyüktaş, B. ve Öztür, B. (2020). Alt Ekstremité Y Dinamik Denge Testi Güvenirlik Çalışması. *Elektronik Türk Çalışmaları*, 15 (2).
- Tüzün Z, Ataman E. *Pediatric (1. Basım) (Editör: Murat Yurdakök). Kısım 7/Bölüm 3. Ergen Hastalıkları/Psikososyal Olgunlaşma ve Ailenin Rolü. Güneş Tıp Kitapevi Yayıncılık, 2017;373-77.*
- V. J. V. Robert (Trey) Hansen, Gene Choi, Eli Bryk, “The human knee meniscus: a review with special focus on the collagen meniscal implant.,” *J. Long. Term. Eff. Med. Implants*, vol. 21, no. 4, pp. 321–337, 2011.

Winter DA. Biomechanics and Motor Control of Human Movement. New York, NY: John Wiley; 1990.

Wyndow, N., De Jong, A., Rial, K., Tucker, K., Collins, N., Vicenzino, B., Russell, T., & Crossley, K. (2016). The relationship of foot and ankle mobility to the frontal plane projection angle in asymptomatic adults. Journal of foot and ankle research, 9, 3. <https://doi.org/10.1186/s13047-016-0134-9>

Wyndow, N., De Jong, A., Rial, K., Tucker, K., Collins, N., Vicenzino, B., Russell, T., & Crossley, K. (2016). The relationship of foot and ankle mobility to the frontal plane projection angle in asymptomatic adults. Journal of foot and ankle research, 9, 3. <https://doi.org/10.1186/s13047-016-0134-9>

Yaşar, İ., Ozanözü, Z., Horzum, E., Göktepe, E., Karaodul, G. ve Çobanoğlu, N. (2008). Eğitimciler İçin Eğitim Rehberi Çocuk ve Ergen Sağlığı Modülleri. Ankara: Sağlık Bakanlığı Sağlık Eğitimi Genel Müdürlüğü, Erişim 24.04.2010, <http://sbu.saglik.gov.tr/Ekutuphane/kitaplar/t8.pdf>.

Yaşar, U. (1995). Esneklik Ve Kuvvet Çalışmalarının Sıçrama Performansına Olan Etkilerinin Karşılaştırılması (Master's thesis, Marmara Üniversitesi (Turkey)).

Yavuzer, H. (2008). Çocuk Psikolojisi. (31nd ed.). İstanbul, Remzi Kitabevi.

Yiğit, R. (2005). Çocukluk Dönemlerinde Büyüme ve Gelişme. Ankara: Sistem Ofset.

Zelisko, J. A., Noble, H. B., & Porter, M. (1982). A comparison of men's and women's professional basketball injuries. The American journal of sports medicine, 10(5), 297–299. <https://doi.org/10.1177/036354658201000507>

Ziv, G., & Lidor, R. (2010). Vertical jump in female and male basketball players--a review of observational and experimental studies. Journal of science and medicine in sport, 13(3), 332–339. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2009.02.009>