

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

**ELİT ALP KAYAKÇILARINDA TABAN BASINÇ
DAĞILIMLARININ İNCELENMESİ**

Hazırlayan
Emre ŞİMŞEK

Danışman
Prof. Dr. Yahya POLAT

Doktora Tezi

Aralık 2018
KAYSERİ

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

**ELİT ALP KAYAKÇILARINDA TABAN BASINÇ
DAĞILIMLARININ İNCELENMESİ**

(Doktora Tezi)

Hazırlayan
Emre ŞİMŞEK

Danışman
Prof. Dr. Yahya POLAT

**Bu çalışma; Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından
TDK-2016-6776 kodlu proje ile desteklenmiştir.**

Aralık 2018
KAYSERİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Emre ŞİMŞEK

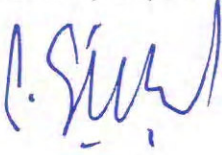


YÖNERGEYE UYGUNLUK

“Elit Alp Kayakçılarında Taban Basınç Dağılımlarının İncelenmesi” adlı Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan

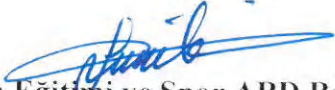
Emre ŞİMŞEK



Danışman



Prof. Dr. Yahya POLAT


Beden Eğitimi ve Spor ABD Başkanı

Prof. Dr. Nihat EKİNCİ

KABUL VE ONAY

Prof. Dr. Yahya POLAT danışmanlığında Emre ŞİMŞEK tarafından hazırlanan “Elit Alp Kayakçılarında Taban Basınç Dağılımlarının İncelenmesi” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Anabilim Dalında **Doktora** tezi olarak kabul edilmiştir.

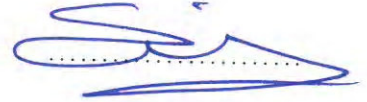
07.12/2018

JÜRİ:

Danışman : Prof. Dr. Yahya POLAT
(Erciyes Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi)



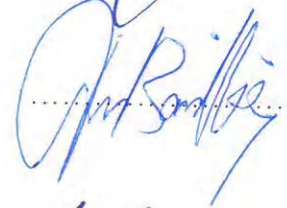
Üye : Prof. Dr. Şahin YILDIRIM
(Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi)



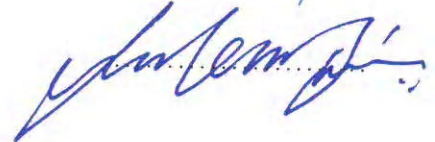
Üye : Doç. Dr. Alpaslan YILMAZ
(Erciyes Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi)



Üye : Doç. Dr. Serkan İBİŞ
(Niğde Ömer Halis Demir Üniversitesi
Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu)



Üye : Dr. Öğr. Ü. Sırrı Cem DİNÇ
(Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi
Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu)



ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun Tarih ve
Sayılı kararı ile onaylanmıştır.

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

.....

Prof. Dr. Aykut ÖZDARENDELİ

Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında hiçbir desteğini esirgemeyen ve doktora eğitimim boyunca bana sağlamış olduğu her türlü akademik katkılarından dolayı danışmanım Sayın Prof. Dr. Yahya POLAT'a

Projemizde hem cihazın üretimi hem de çalışmamızın ilerlemesi için gerekli teknik desteği, bilgi ve beceriyi sağladığı için Sayın Doç. Dr. Alpaslan YILMAZ'a

Çalışmamın çoğu aşamasında sürekli fikir alışverişinde bulunduğum gerek bilimsel gerekse manevi olarak yardımını esirgemeyen dostum Arş. Gör. Hayati ARSLAN'a

Ölçümler süresince zor koşullar altında bana yardımcı olan başta kardeşim Harun ŞİMŞEK olmak üzere tüm antrenör arkadaşlarıma

Çalışmaya gönüllü olarak katılan ve ölçümler sırasında uygulamaları gereken kurallara titizlikle riayet eden sporcu arkadaşlarıma

Ölçümlerde gerekli pist koşullarını ve ekipmanları sağlayan Türkiye Kayak Federasyonu'na ve çalışanlarına

Çalışmamızı TDK-2016-6776 proje kodu ile destekledikleri için Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne

Bugüne kadar maddi ve manevi desteğini, eğitim sürecim boyunca benden sabır ve fedakarlıklarını esirgemeyen, bugünlere gelmemde çok büyük emeği olan başta babam İsmail ŞİMŞEK ve annem Müfide ŞİMŞEK olmak üzere tüm aileme

SONSUZ TEŞEKKÜRLERİMİ SUNARIM.

ELİT ALP KAYAKÇILARINDA TABAN BASINÇ DAĞILIMLARININ İNCELENMESİ

EMRE ŞİMŞEK

**Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Anabilim Dalı**

Doktora Tezi, Aralık 2018

Danışman: Prof. Dr. Yahya POLAT

KISA ÖZET

Alp kayak yarışmaları, fiziksel, fizyolojik, psikolojik, teknik ve taktik açıdan oldukça zorlu ve popüler bir kış sporudur. Literatürde yaralanma, postür, dönüş tekniği, vücut duruşunun hava sürtünmesi üzerindeki etkisi, kayak ve kar arasındaki sürtünme kuvvetleri, zemin tepki kuvvetleri gibi kayakçıların performansını etkileyen bazı mekanizmaların anlaşılması için çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Saniyenin yüzde biri farkla kazananın belli olduğu bu branşta ulusal ve uluslararası başarıya sahip elit alp kayakçılarının yarış performansını etkileyen biyomekanik çalışmalar ise oldukça sınırlıdır. Bu çalışmanın amacı ise elit alp kayakçılarının büyük slalom dönüş performansını etkileyen bazı biyomekanik faktörlerin açıklanmasıdır.

Çalışmaya biri olimpik sporcu olmak üzere toplam 3 elit alp kayakçısı katılmıştır. Ölçümler, $\sim 15^\circ$ eğimli piste 27 m mesafeye simetrik bir şekilde kurulan 10 büyük slalom kapısının, 8 ve 9. dönüşünde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, bir büyük slalom dönüşü 3 faza ayrılmış ve bu fazlarda gönüllülerin iç ve dış ayağa uyguladıkları basınç değerleri, basınca duyarlı tabanlıklar kullanılarak ölçülmüştür. Tabanlıklar ön, orta, arka, medial, lateral ve tüm ayak bölgelerine ayrılmıştır. Gönüllülerin bu bölgelere uyguladıkları basınç değerleri N/Kg olarak belirlenip, istatistiksel analizleri yapılmıştır.

Elde edilen veriler incelendiğinde gönüllüler, büyük slalom dönüşleri esnasında her iki dönüşün tüm fazlarında farklı davranışlar sergilediği, fazlarda ilerledikçe uygulanan basıncın ön bölgeden topuk bölgesine doğru hareket ettiği ve ardışık dönüşlerde simetrik davranmadığı; sol dönüşte daha çok dış ayağa, sağ dönüşte ise iç ayağa basınç uyguladığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Alp Disiplini, Basınç, Biyomekanik, Dönüş, Kayak, Kinetik

THE INVESTIGATION OF PLANTAR PRESSURE DISTRIBUTIONS IN ELITE ALPINE SKIERS

Emre ŞİMŞEK

**Erciyes University, Institute of Health Sciences
Department of Physical Education and Sports Sciences
Doctoral Dissertation, December 2018
Supervisor: Prof. Dr. Yahya POLAT**

ABSTRACT

Alpine skiing is a popular winter sport with highly challenging physical, physiological, psychological, technical and hard tactical aspects. In the relevant literature, several studies were studied to understand certain mechanisms affecting skier performance such as injury, posture, turning techniques, influence of posture on air friction, friction forces between the ski and snow, and ground reaction force. However, there are few biomechanical studies that examine the competition performance of elite alpine skiers who have national and international success in such a branch that the winner is decided in one hundredth of a second. The aim of this study is to shed light on certain biomechanical factors affecting giant slalom turn performance in elite alpine skiers.

3 elite alpine skiers, including one Olympic athlete, participated in the study. Measurements were carried out in the 8th and 9th turns at 10 giant slalom gates set symmetrically in 27 meters distance on a track with of ~15° slope. The study divided a giant slalom turn into 3 phases that measured the pressure exerted by the participants on the inside and outside foot using pressure-sensitive insoles. The insoles were divided into anterior, middle, posterior, medial, lateral and whole-foot areas. The pressure applied by the participants to these areas was calculated in N/Kg and subjected to statistical analyses.

The analysis of the resulting data indicated that the participants behaved differently in all phases in both giant slalom turns, pressure moved from the anterior area to the heel as the phases advanced, and not symmetrical in successive turns, and pressure was applied mostly on the outside foot in the left turn and on the inside foot in the right turn.

Key Words: Alpine Skiing, Pressure, Biomechanics, Turn, Skiing, Kinetics

İÇİNDEKİLER

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK.....	i
YÖNERGEYE UYGUNLUK	ii
KABUL VE ONAY	iii
TEŞEKKÜR	iv
KISA ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
KISALTMALAR ve SİMGELER.....	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
GRAFİKLER LİSTESİ.....	xv
1. GİRİŞ ve AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Kayağın Tarihsel Gelişimi.....	3
2.2. Kayak Ekipmanları.....	4
2.2.1. Kayak.....	4
2.2.2. Baton.....	5
2.2.3. Bağlama.....	6
2.2.4. Kayak Ayakkabısı.....	7
2.3. Alp Disiplini	8
2.3.1. Teknik Yarışmalar	9
2.3.2. Hız Yarışmaları.....	10
2.3.3. Kombine Yarışmalar	11
2.3.4. Diğer Yarışmalar	11
2.4. Alp Disiplininde Biyomekanik	13

2.4.1. Kinematik Analiz.....	14
2.4.2. Kinetik Analiz	16
2.5. Dönüş Fazları.....	23
3. GEREÇ ve YÖNTEM	25
3.1. Gönüllülerin Seçimi	25
3.2. Veri Toplama Araçları.....	25
3.2.3. Çalışmada Kullanılan Kayak Ekipmanları.....	28
3.3. Basınç Ölçümünde Bölgelerinin Ayrılması.....	29
3.4. Deney Protokolü ve Verilerin Alınması.....	30
3.5. Verilerin Analizi	32
4. BULGULAR.....	34
5. TARTIŞMA	45
5.1. Dönüş Fazlarında Bölgelere Uygulanan Basınç Değerlerinin Karşılaştırılması	46
5.2. Eşleştirilmiş Bölgelerinin Karşılaştırması.....	54
6. KAYNAKÇA.....	67

EKLER

ÖZGEÇMİŞ

KISALTMALAR ve SİMGELER

2D	: İki Boyut
3D	: Üç Boyut
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AC	: Alp Kombinesi
AP	: Anterior-Posterior
CIT	: Citizen
cm	: Santimetre
COC	: Kıta Kupası
DH	: İniş
DYN	: Kuvvet Ölçü Birimi
DL	: Dış Ayak Lateral
DM	: Dış Ayak Medial
DOR	: Dış Ayak Orta
DÖN	: Dış Ayak Ön
DT	: Dış Ayak Topuk
DTA	: Dış Tüm Ayak
EC	: Avrupa Kupası
EMG	: Elektromiyografi
F1	: Faz 1
F2	: Faz 2
F3	: Faz 3
FIS	: Uluslararası Kayak Federasyonu
FMC	: Fusion Motion Capture (Hareket Yakalama Sistemi)
GRF	: Zemin Tepki Kuvveti
GS	: Büyük Slalom

Hz	: Hertz
ISO	: Uluslararası Standartlar Örgütü
İL	: İç Ayak Lateral
İM	: İç Ayak Medial
İOR	: İç Ayak Orta
İÖN	: İç Ayak Ön
İT	: İç Ayak Topuk
İTA	: İç Tüm Ayak
Kg	: Kilogram
Km/h	: Kilometre/Saat
m	: Metre
Maks	: Maksimum
Min	: Minimum
ML	: Medial-Lateral
MÖ	: Milattan Önce
N	: Newton
NC	: Ulusal Kupa
OWG	: Kış Olimpiyat Oyunları
PDA	: Kişisel Dijital Asistan
SG	: Süper Büyük Slalom
SL	: Slalom
sn	: Saniye
SS	: Standart Sapma
TE	: Alp Takım Yarışması
VA	: Vücut Ağırlığı
WC	: Dünya Kupası

WSC : Dünya Kayak Şampiyonası

$\bar{X}$: Ortalama

YOG : Gençlik Olimpiyat Oyunları



TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.	Gönüllülerin tanımlayıcı bilgileri.....	34
Tablo 2.	Gönüllülerin sol dönüşte iç ve dış ayağın tüm ayak, medial ve lateral bölgelerine uyguladıkları basınç değerleri ve bunların fazlar arasındaki karşılaştırmaları.	35
Tablo 3.	Gönüllülerin sol dönüşte iç ve dış ayağın ön, orta ve topuk bölgelerine uyguladıkları basınç değerleri ve bunların fazlar arasındaki karşılaştırmaları.	36
Tablo 4.	Gönüllülerin sağ dönüşte iç ve dış ayağın tüm ayak, medial ve lateral bölgelerine uyguladıkları basınç değerleri ve bunların fazlar arasındaki karşılaştırmaları.	37
Tablo 5.	Gönüllülerin sağ dönüşte iç ve dış ayağın ön, orta ve topuk bölgelerine uyguladıkları basınç değerleri ve bunların fazlar arasındaki karşılaştırmaları.	38
Tablo 6.	Gönüllülerin sol dönüş F1 esnasında eşleştirilmiş bölgelere uyguladıkları basınç değerlerinin karşılaştırmaları	39
Tablo 7.	Gönüllülerin sol dönüş F2 esnasında eşleştirilmiş bölgelere uyguladıkları basınç değerlerinin karşılaştırmaları	40
Tablo 8.	Gönüllülerin sol dönüş F3 esnasında eşleştirilmiş bölgelere uyguladıkları basınç değerlerinin karşılaştırmaları	41
Tablo 9.	Gönüllülerin sağ dönüş F1 esnasında eşleştirilmiş bölgelere uyguladıkları basınç değerlerinin karşılaştırmaları	42
Tablo 10.	Gönüllülerin sağ dönüş F2 esnasında eşleştirilmiş bölgelere uyguladıkları basınç değerlerinin karşılaştırmaları	43
Tablo 11.	Gönüllülerin sağ dönüş F3 esnasında eşleştirilmiş bölgelere uyguladıkları basınç değerlerinin karşılaştırmaları	44

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.	a) Carving kayak, b) Klasik kayak.	4
Şekil 2.	Yeni nesil kayakların kompozit yapısı	5
Şekil 3.	A- Düz baton ve B- Eğimli baton, C- Slalom batonu ve koruması (30).	6
Şekil 4.	Kayak bağlaması	7
Şekil 5.	Kayak ayakkabısı	7
Şekil 6.	Pyeongchang Olimpiyat Oyunları'nda takım yarışması	13
Şekil 7.	Brodie et al, yaptıkları çalışmada elit bir kayakçının GS dönüşündeki kinematik analizi içeren grafiksel bir çıktı.	15
Şekil 8.	Wunderly et al, kayak üzerine yerleştirdiği kuvvet plakası sistemi.	17
Şekil 9.	Wimmer and Holzner tasarladığı, a) Kayak botuna uyarlanmış adaptör barları, b) Taban ve sensör plakası	17
Şekil 10.	Schwameder et al, tasarladığı bağlama ile kayak arasına yerleştirilen kuvvet platformu	18
Şekil 11.	Bağlama altına yerleştirilmiş dinamometre	18
Şekil 12.	a) Bel bölgesine sabitlenmiş veri kaydedici, b) Basınç tabanlılığı	19
Şekil 13.	Novel pedar basınç tabanlılığı grafiksel arayüzü	19
Şekil 14.	Virmavirta et al, çalışmasında kullandığı paromed basınç tabanlıkları sensörlerin yerleşim şeması	20
Şekil 15.	Kuvvet platformu ve plantar basınç tabanlılığının birlikte kullanıldığı bir çalışmada basınç sistemlerinin görünümü	21
Şekil 16.	Bazı çalışmalardaki plantar basınç bölgeleri. a) Mao et al, b) Falda-Buscalot et al.	22
Şekil 17.	Algılayıcı tabanlık yapım aşamaları.	26
Şekil 18.	Voltaj bölücü devrenin şeması.	26
Şekil 19.	Kayak ayakkabısına yerleştirilen basınç tabanlıklarından gelen kabloların kayak ayakkabısı üzerindeki bağlantı noktası ve yerleşimi	27

Şekil 20. Sporcuların sırtına sabitlenmiş veri kaydedici	27
Şekil 21. Ölçümlerde kullanılan FIS standartlarına uygun yarış kayağı.	28
Şekil 22. Çalışmada kullanılan kayak ayakkabısı	28
Şekil 23. Çalışmada kullanılan yarış batonu	29
Şekil 24. Basınç tabanlılığı bölgeleri; 1- Baş parmak, 2- Diğer parmaklar, 3- Metatarsal iç, 4- Metatarsal dış, 5- Orta iç, 6- Orta dış, 7- Topuk iç, 8- Topuk dış.....	29
Şekil 25. Ölçüm için belirlenmiş basınç bölgeleri.	29
Şekil 26. Çapraz şekilde eşleştirilmiş bölgeler.	30
Şekil 27. Pist görünümü ve dönüş kapılarının kurulumu.....	31
Şekil 28. Basınç ölçümü protokolü şeması.	31
Şekil 29. Dönüşlerdeki fazların ayrılması.....	32
Şekil 30. Kayakta düşey doğrultu.....	48
Şekil 31. Büyük slalom dönüşü	49
Şekil 32. Raschner et al çalışmalarında belirlediği, sağ dönüş esnasında klasik ve carving tekniğinde dış ayağa uygulanan basınç dağılımı	50
Şekil 33. Giligen et al yaptıkları çalışmada elit alp kayakçısının kapı geçişi (Fotoğraf: Philippe Chevalier).....	52
Şekil 34. Ağırlık merkezi ve kayakların yörüngesi	56
Şekil 35. Büyük slalom dönüşü	58
Şekil 36. Kayaklar hareket halindeyken ağırlık merkezinin korunması için üst vücudun öne hareketi	59
Şekil 37. Ayağın anatomik yapısı ve basınç dağılımı	62

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 1. Sol dönüş fazlarında iç ve dış ayağa uygulanan basınç dağılımı	47
Grafik 2. Sağ dönüş fazlarında iç ve dış ayağa uygulanan basınç dağılımı.....	51
Grafik 3. Sol dönüş fazlarında iç ve dış ayağa uygulanan basınç yüzdeleri	57
Grafik 4. Sağ dönüş fazlarında iç ve dış ayağa uygulanan basınç yüzdeleri	61



1. GİRİŞ VE AMAÇ

Günümüzün spor organizasyonları eğlence sağlayıcılar olarak benimsenmektedir (1, 2). Çeşitli biçimlerde teknoloji, uzun yıllardır sporda kullanılmaktadır ve elit sporlarda özellikle hayati bir rol oynamaktadır. Seçkin seviyedeki teknolojik gelişmeler tüketicilere aktarılabilmekte ve eğlence endüstrisi tarafından da kullanılabilir (3).

Alp disiplini, 1936'dan bu yana her Kış Olimpiyat Oyunları'nda yer alan en popüler sporların başında gelmektedir. En son Pyeongchang 2018 Olimpiyat Oyunları'nda iniş (DH), süper büyük slalom (SG), büyük slalom (GS), slalom (SL), alp kombinesi (AC) ve alp takım (TE) yarışmaları düzenlenmiştir.

Alp disiplinde; sporcular SL yarışmasından DH yarışmasına doğru artan süre ve zorlukla mücadele eder (4). Alp disiplini yarışmalarında sıralamalar saniyenin yüzde biri farkı ile oluşmaktadır ve dolayısıyla oldukça çekişmeli geçmektedir. Elit kayakçılar yarışmalarda 160 Km/h üzerine çıkabilmekte, 60 m'den daha uzağa atlayabilmekte veya 50 dereceyi geçecek eğimlerde yarışabilmektedirler. Bu nedenle oldukça yüksek hızlarda, eğimlerde veya diğer unsurlarda mekanik açıdan büyük farklılıklar bulunmaktadır.

Alp kayağındaki temel hareketler genellikle yönlendirme, hız kontrolü ve dönüşlerin tekrarlanması üzerine kuruludur. Bu nedenle, dönüşlerin performansı, genel performansı veya yarışçıların iniş sürelerini büyük ölçüde etkiler (5). Kış Olimpiyat Oyunları alp disiplini etkinliklerinde altın ve gümüş madalyalar arasındaki ayrımı saniyenin yüzde biri ile ölçüldüğü göz önüne alındığında, performansı sınırlayan faktörlerden herhangi birinin anlaşılması oldukça önemlidir (6). Son birkaç on yılda, kayakla ilgili teorik araştırmalar, temel düşüncelerden ileri bilgisayar modellemesine dönüşmüştür (7) .

Araştırmacılar, uluslararası başarıya sahip kayakçıların tekniksel ve taktiksel yeteneklerini karakterize edebilmek adına rüzgar tünellerinde pozisyon etkisini veya

aerodinamiğin iniş süreleri üzerine etkisini, dünya kupası yarışmacılarının video analizleri, saha tabanlı çalışmaları ölçebilmek için alp disiplini yarışma performanslarını incelemek için bir dizi metodolojiyi kullanmışlardır (8). Ayrıca çeşitli matematiksel modeller geliştirilmiş, onaylanmış ve çeşitli zaman noktalarında performans parametrelerini karakterize etmek için alp kayakçılarına uygulanmıştır (9-12).

Plantar basınç ölçüm sistemleri de bunlardan biridir ve dinamik hareketler sırasında plantar basınç ve kuvvet verileri elde etmek için yararlı araçlardır (5). Basınç tabanlıkları, sahadaki duruş, yürüyüş veya dinamik aktiviteler sırasında kinetik parametreleri değerlendirmek için yararlı bir ölçüm sistemidir, çünkü bunlar deneğin becerisi üzerinde asgari bir etkiye sahiptir (13, 14). Aslında, basınç tabanlıkları ayakkabının içine yerleştirilebilir, ince ve hafiftir (15). Bu nedenle, çeşitli araştırmacılar son zamanlarda onları alp disiplini kinematik ve kinetik parametreler ile bunların performans, eğitim ve yaralanma üzerindeki etkilerini daha iyi anlamak için kullanmışlardır (16-18). Plantar yüzeyi spesifik anatomik bölgelere ayırmak da mümkündür. Bu nedenle, reaksiyon kuvvetinin (yani, basınç merkezi, ağırlık merkezi) uygulama noktasının saptanması, alp kayağı içinde öğrenme süreçlerini karakterize edebilecek bir parametrenin mümkün olduğu gösterilmiştir (19). Bununla birlikte, alp kayağı araştırmalarındaki bu gelişmelere rağmen, seçkin sporcunun performansını destekleyen biyomekanik ve fonksiyonel parametreler hala tam olarak anlaşılamamıştır (20). Yaptığımız bu çalışmanın amacı, elit alp kayakçılarının, ardışık iki büyük slalom dönüşünün farklı fazlarında, her iki ayağa uyguladıkları basıncı belirleyerek, dönüş performansını etkileyen biyomekanik faktörlerin açıklanabilmesidir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kayağın Tarihsel Gelişimi

Geleneksel olarak kayak uzun bir tarihe sahiptir. Çin'in Sincan eyaletindeki 10 bin yıllık resimler, o dönemde kayakların kullanıldığını göstermektedir. Ancak ilk fiziksel kanıtlar M.Ö 6000'li yıllarda Moskova'nın kuzey doğusunda yer alan Sindor Gölü etrafında bulunan ahşap parçalarıdır (21). Başlangıçta, kayakların, balıkçılar ve avcılar tarafından ayağın derin karlara batmasını önlemek için bir ulaşım aracı olarak kullanılmış olduğuna inanılmaktadır. Kayak yarışmaları ise Norveç'te 1767 yılında askeri bir müsabaka için İskandinav ülkelerinden gelen kişilerle gerçekleştirilmiştir (22).

Çek Mathias Zdarsky, modern kayak tekniğinin ortaya çıktığı Avusturya'da ilk kayak eğitmeni olarak kabul edilir (23). 1924 Paris Olimpiyatları'nın bir parçası olarak bir kış sporları haftası, bir spor olarak kayak yapmanın, geleneksel bir kullanımdan bir taşıma veya boş zaman aktivitesi olarak hareket etmesine yardımcı oldu. Bu, aynı yıl Uluslararası Kayak Federasyonu'nun (FIS) oluşturulmasına yardımcı oldu. Bununla birlikte, sadece kuzey disiplini olan kros kayağı, kayakla atlama ve kuzey kombine (kros kayağı ve kayakla atlamanın kombinesi) Olimpiyat Oyunlarına dahil edildi. 1931'de ilk Dünya Kayak Şampiyonası, İsviçre, Muerren'de yapıldı ve 1936 yılında Almanya'nın Garmisch-Partenkirchen Olimpiyat Kış Oyunlarına alp kayağı dahil edildi. Bu yeni yarışma ile kayağın II. Dünya Savaşı'ndan sonraki gelişimine çok büyük katkıda bulunulmuştur (24).

19. yüzyılın sonlarında ilk kez Norveç'te tanınan kayak, Türkiye'ye ancak 1914 yılında ulaşmış. Türkiye kayak federasyonu kurulduktan sonra gelişimini sürdürmüş ancak öncü ülkelerin bir hayli gerisinde kalmıştır. Türk Milli Takımı'nın Olimpiyat serüveni ise 1936 senesinde başlamış ve günümüze kadar sürmüştür.

2.2. Kayak Ekipmanları

Spor ekipmanlarının evriminin ardındaki teşvik, toplum tarafından sürekli olarak değişen taleplere karşılık gelen işlevselliktir (24). Kar sporu ekipmanı konusunda sürekli bir rekabet söz konusudur ve bu nedenle ekonomik önemi destekleyen sürekli bir inovasyon gerekliliği söz konusudur. Kayak ekipmanı, tarihi ve mevcut durumu alt bölümlerde sunulacaktır (25).

2.2.1. Kayak

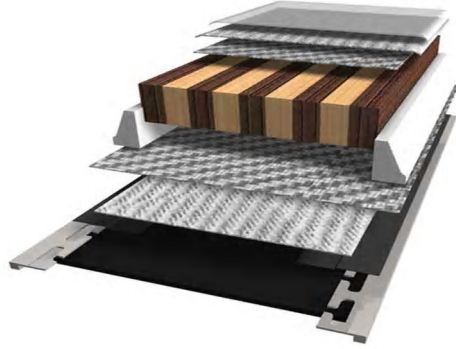
Yaklaşık 4000-5000 yıl önce, kayaklar, karlı ortamlarda hareketlilik için kullanılan her ayağın altında bir ahşap parçasıydı (25). Bu ahşap parçalar ulaşım, haberleşme, avcılık gibi amaçlarla kullanılmıştır. Teknolojinin gelişimi ile birlikte bu ahşap parçaların kullanımında da değişiklikler meydana gelmiştir.

İlk başlarda rekreatif olarak yaygınlaşan kayak daha sonra yarışma platformuna da sıçrayınca kayağın gelişimi hızlanmıştır. 1960'lı yıllara kadar kayaklar ahşaptan oluşuyordu (26). Kompozit malzemeler kullanan fiberlerin ve teknolojilerin gelişimi, 1970'lerde kayak endüstrisinde uygulanmış, sonuçta esneklik, sürdürülebilirlik ve kayakların kırılma direncinde iyileşmelere yol açmıştır (25). Kayakların şeklinde ise 90'lı yıllarda değişiklik oluşturulmuş ve “carving” diye adlandırılan yeni nesil kayaklar ortaya çıkmıştır. Eski tip kayaklar (klasik kayak) düz ve bir insan boyundan daha uzun bir tahta parçası iken, yeni nesil carving kayakların uç ve arka kısımları geniş, bel kısmı dar, insan boyundan daha kısa bir kompozit malzemedir (Şekil 1).



Şekil 1. a) Carving kayak, b) Klasik kayak.

Kayaklar tipik olarak simetriktir ve yetişkinler için genellikle 150 cm ile 180 cm arasında, farklı lif katmanına (Şekil 2), bir ahşap gövdeye ve metal kenarlara sahiptir (25). Sporcuların yarışmalarda kullandıkları kayak boyları ise 155-218 cm arasındadır.



Şekil 2. Yeni nesil kayakların kompozit yapısı (27).

Kullanım amaçlarına göre de değişiklik gösteren kayaklar farklı tiplerde ve boylarda olmaktadır. Carving kayaklarının dönüş kapasitesi kayağın uç, bel ve arka kısımlarının genişliği ile belirlenmektedir. Bu oranın ortaya çıkardığı sonuca göre bir kayağın yapabileceği minimum dönüş mesafesine “dönüş çapı (Radius)” denmektedir. Daha kısa dönüşler yapabilmek için dönüş çapı ve boyu küçük olan kayaklar tercih edilirken, daha uzun ve hızlı dönüşler için dönüş çapı büyük ve boyu daha uzun olan kayaklar tercih edilmektedir. Alp disiplininin tüm yarışmalarında kullanılan kayaklar birbirlerinden farklıdır. Bu konuya her yarışma türünün incelendiği bölümlerin içerisinde değinilecektir.

2.2.2. Baton

Kayak batonları, kayakçıların dengesini sağlamak ve kaymaya başlangıç aşamasında hız almasına yardımcı olmak için kullandığı sopalardır. Bu sopaların üst kısmına, elin batonu kolayca kavrayabilmesi, elden kaymaması ve daha verimli performans alabilmesi için ergonomik bir şekil verilmiş ve bir ip yardımı ile bileğe sabitlenebilmesi sağlanmıştır. Alt kısmı ise buz pistlerde batonun yere rahatça tutunabilmesi için ucu sivriltilmiş bir yapıdadır. Pistlerin yumuşak olan bölümlerinde ise batonun kara batmaması için uç kısmından yaklaşık 5 cm yukarısında plastikten yapılmış halkalar eklenmektedir. Bu plastik halkalara “simit” ya da “baton simidi” denmektedir.

Doğru baton uzunluğunu seçmek için genel kural, baton dik bir şekilde tutulurken üst kol ve ön kol arasında 90°'lik bir açı olduğunu göstermektedir (28). Bir baton, ortalama

olarak erkeklerde 125 cm, kadınlarda 115 cm uzunluğundadır. Sporcuların kullandığı batonlar alp disiplini yarışmalarına göre de değişiklik göstermektedir. Slalom yarışmalarında batonu kavradığımız bölümün hemen önünde bir koruma(kapılara vururken elin yaralanmaması için) bulunurken, hız yarışmalarında daha iyi iniş pozisyonu alabilmek için baton kıvrımlı yapılmıştır.

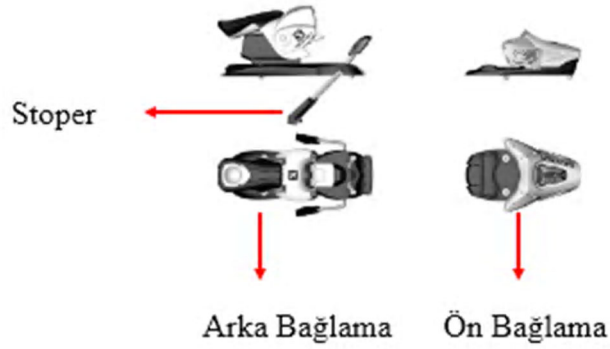


Şekil 3. A- Düz baton ve B- Eğimli baton (29), C- Slalom batonu ve koruması (30).

2.2.3. Bağlama

Kayak bağlaması, bireyin ağırlığına göre kayağa uygulanacak baskıyı kayağın her noktasına iletebilmesi için kayağın orta noktasının(kayağın arka kısmına daha yakındır) üzerine bağlanan ve bireyle kayağın bir bütün olarak hareket etmesini sağlayan ana materyaldir. Daha önceleri, ayaklar bir deri çizmenin ön ve arka kısmından kayak üzerindeki iplere bağlanarak stabilizasyon sağlanırdı. Modern kayak bağlamaları ise ön ve arka kısımlardan oluşmaktadır. Ayağın stabilizasyonu ise botun uç kısmındaki hafif çıkıntıyı ön bağlamaya sabitlendikten sonra arka bağlamaya basınç uygulanarak bağlamanın botu sıkıştırıp tutması sağlanmaktadır. Kayak bağlaması bireyin ağırlığına ve pistin durumuna göre ayarlanabilir. Ani ve aşırı yüklenmelerde uygulanan baskı sonucunda bireyin ayağından çıkarak sakatlanmasını engelleyebilir.

Bağlama, topuğu yukarı doğru çeken bir kuvvetin uygulanmasıyla ya da genellikle bir düşüşün sonucu olarak ortaya çıkan belirli bir miktarda tork uygulanarak serbest kalabilir (24). Botu serbest bırakan tork miktarı, bir tornavida kullanılarak ayarlanabilen bir Dyn ayarı ile ayarlanır. Bu kayakçıların ağırlık, boy, kayak botu taban uzunluğu, becerisi ve yaşına dayanmaktadır (25). Alp disiplini sporcularının yarışmalarda kullandıkları kayak bağlamaları 140 Dyn üzerinde bir değere sahiptir. Dinamik koşullarda (tümsek, sıçrama veya yüksek torklar) kayağın sporcunun ayağından kolay bir şekilde çıkmaması için bağlamanın bu değeri yüksek seviyelerde tutulmaktadır.



Şekil 4. Kayak bağlaması (31).

2.2.4. Kayak Ayakkabısı

İlk zamanlar kayak ayakkabıları orijinal olarak deriden kayak için özel üretilmiş ayakkabılardır. Kayak botlarının gelişimi sporun popülerliği ile artmış ve bu nedenle son kırk yıldır kayakta yenilikler olmuştur (22, 32). Böylece, 1960'ların sonlarında, ayak bileğini koruyan daha yüksek bir boğaz bölümü ile plastik bir ayakkabı üretmek için ilk girişimler yapıldı (33). Aslında bir kayak botu iki parçadan oluşmaktadır; Bunlar iç ayakkabı (astar) ve dış ayakkabıdır (Şekil 5).



Şekil 5. Kayak ayakkabısı (İç ve dış).

Alp kayak botları sert tabana sahiptir ve hem ayak hem de topuk bağlantısına bağlanır. Botun dış kaplaması üç ila beş klips ile sıkılır ve "flex" (esneklik) değeri olarak adlandırılan çeşitli sertlik derecelerinde mevcuttur. Rekreatif kayakçıların kullandığı kayak ayakkabılarının flex değerleri 50-120 arasında iken alp kayakçıların yarışmalarda kullandığı kayak ayakkabılarının değerleri 120 flex üzerindedir. Kayak ayakkabısının sert olması basıncın kayağa daha iyi aktarılmasına yardımcı olur. Bu ne

kadar düşükse kayağa iletilen basınç o kadar düşer ve performans kaybı da o kadar yüksek olur.

Kayak ayakkabıları için standartlar, Uluslararası Standartlar Örgütü (ISO) tarafından belirlenir (34). Kayak botları kayakçı tarafından seçilecek en önemli ekipman olarak kabul edilir, çünkü performansın daha verimli olabilmesi ve sporcunun rahatlığı için ayağı tam olarak kavraması gerekir (25). Kayak ayakkabıları ise sporcunun ayağını tam olarak kavrayabilmesi için şekillendirilebilmektedir.

2.3. Alp Disiplini

Kayak, 19. yüzyılın sonlarında bir ulaşım aracı olarak bir spor aktivitesine dönüştü. İlk askeri olmayan kayak yarışmalarının kuzey ve orta Norveç'te 1840'larda yapıldığı bildirilmektedir. Norveç'teki ilk ulusal kayak yarışması, başkent Christiania'da (şimdi Oslo) 1868'de düzenlendi ve bu yarışmayı Sondre Norheim kazandı. Bu yeni bir kayak çağının başlangıcı olarak kabul edilmektedir. Birkaç yıl sonra, bu spor, Avrupa'nın geri kalanına ve madencilerin kış aylarında kendilerini eğlendirmek için düzenledikleri kayak yarışmaları ABD'ye yayıldı (35). Aslında alp disiplini ismi, Mathias Zdarsky'nin bu teknikle ilk kayışını yaptığı alp dağlarından gelmektedir. Alp disiplini ilk olarak 1936 yılında düzenlenen Kış Olimpiyat Oyunlarına dahil edilmiştir. Günümüzde rekreasyonel olarak milyonlarca insan tarafından yapılmaktadır ve kış sporları içerisindeki en popüler branştır. Alp disiplini sporunda ana yarışmalar farklı şekilde sınıflandırılabilir. Bunlar;

- 1. Teknik Yarışmalar**
 - a. Slalom**
 - b. Büyük Slalom**
- 2. Hız Yarışmaları**
 - a. Süper Büyük Slalom**
 - b. İniş**
- 3. Kombine Yarışmalar**
 - a. Alp Kombine**
- 4. Diğer Yarışmalar**
 - a. Paralel**
 - b. Takım Yarışmaları**

2.3.1. Teknik Yarışmalar

2.3.1.1. Slalom Yarışmaları

Slalom (SL) yarışmaları alp disiplini yarışmaları içerisinde çabukluk ve dayanıklılığın yanı sıra, üst seviyede denge gerektiren teknik bir yarışma çeşididir. SL yarışmaları alp disiplini yarışmaları içindeki en teknik branştır. Alp disiplini sporunda SL yarışmaları, dönüşleri bakımından en kısa ve sürat yönünden en yavaş olan branştır (36). İlk SL yarışması 1922 yılında İsviçre'nin Mürren şehrinde Sir Arnold Lunn tarafından düzenlendi. SL yarışmaları erkekler ve kadınlar da 1936'da Garmisch-Partenkirchen'de Olimpiyat programına dahil edildi. Aslında bu yarışma iniş ve slalom yarışmalarının birlikte yapıldığı bir etkinlikti. Ayrı bir disiplin olarak 1948 yılında düzenlenen olimpiyat oyunlarında yer almıştır (35).

Bu yarışmaların düzenlenebilmesi için FIS yarış kuralları gereğince pistin eğimi 33 ila 45 derece arasında olmalıdır. Bazen pistin kısa bir bölümünde eğim 52 dereceye kadar çıkabilmektedir. SL yarışmalarında irtifa farkı erkeklerde 140 ila 220 m, kadınlarda 120 ila 200 m (FIS yarışmaları için) arasında olmalıdır. İki kapı arasındaki mesafe 6 ila 13 m (geçiş ve es kapılar hariç) arasında, kapı âdeti irtifa farkının % 30-35'inin ± 3 'ü kadar olmalıdır (37). Yarış süresi ise 1 dk'nın üzerine ve hız 50 km/h üzerine çıkabilmektedir. Kapı bayrağı olmayan tek yarışma çeşidi SL yarışmasıdır.

Kış Olimpiyat Oyunları (OWG), Dünya Şampiyonası (WSC) ve Dünya Kupası (WC) SL yarışmalarındaki kayaklar erkeklerde 165 cm, kadınlarda 155 cm'den küçük olamaz. Kayakların dönüş çapları (Radius) ile ilgili herhangi bir kural bulunmamaktadır (38).

2.3.1.2. Büyük Slalom

Büyük Slalom(GS), SL yarışmalarına göre kapı âdeti yönünden daha az, ama sürat, dayanıklılık ve güç yönünden daha yoğun bir yarışmadır. GS yarışmaları, alp disiplini SL branşına göre dönüşleri bakımından daha uzun, sürat bakımından daha hızlı olanıdır (39). İlk kez Oslo'da 1952 yılında düzenlenen Kış Olimpiyat Oyunları'nda yer almıştır.

GS yarışlarında irtifa farkı erkeklerde 250 ila 450 m, kadınlarda 250 ila 400 m (FIS yarışmaları için) arasında ve kapı âdeti irtifa farkının %11-15'i kadar olmalıdır. Bir GS dönüş kapısı, 4 adet slalom kapısı ve 2 bayraktan (iki iç, iki dış kapı) meydana gelir. Ardı ardına gelen kapıların rengi kırmızı-mavi olarak değişmelidir. Bayraklar 75 cm genişlikte ve 50 cm yükseklikte olmalıdır. Bayraklar kapılara bağlandığında bayrağın

kar yüzeyinden yüksekliği en az 1 m ve kapıdan yırtılabilir, çıkabilir olmalıdır. Kapılar en az 4 m ve en fazla 8 m genişlikte olmalıdır (37). GS yarışmalarında yarış süresi 80 sn'ye kadar ve hız 100km/h kadar çıkabilmektedir. Bu yarışmada iki kapı arasındaki mesafe 10 m'den az olmamalı, ancak yarışmalarda genel bir kural olmamasına rağmen 25 ± 5 m civarında kapılar kurulmaktadır.

OWG, WSC ve WC'de GS yarışmalarında kullanılan kayakların boyu erkeklerde 193 cm, kadınlarda 188 cm'den küçük olamaz. Diğer yarışmalar (FIS, YOG, NC) için 5 cm tolerans bulunmaktadır. Kayakların dönüş çapları ise erkekler ve kadınlarda 30 m'den az olamaz (38).

2.3.2. Hız Yarışmaları

2.3.2.1. Süper Büyük Slalom

Süper Büyük Slalom (SG), SL ve GS yarışlarına göre teknik kapasitesi daha az, ama dayanıklılık ve sürat bakımından daha hızlı bir yarışmadır. SG yarışmaları 1983 de FIS yarışlarına eklendi ve ilk kez 1988 Calgary Olimpiyat Oyunları'nda yarışıldı (39).

SG yarışmalarında kapılar arasındaki mesafe en az 25 m (geçiş kapıları hariç) olmalıdır, ancak bazı özel durumlarda bu 15 m'ye kadar çekilebilir. SG yarışmalarında irtifa farkı erkeklerde 350 ila 650 m, kadınlarda 350 ila 600 m (FIS yarışmaları için) arasında, kapı adeti irtifa farkının %6-7 arasında olmalıdır. Yarışma süresi 2 dk'nın üzerine ve hız 130 km/h kadar çıkabilmektedir. Bir SG dönüş kapısı, 4 slalom kapısı ve 2 bayraktan (iki iç, iki dış kapı) meydana gelir. Ardı ardına gelen kapılar kırmızı-mavi olarak değişmelidir. Bayraklar 75 cm genişlikte ve 50 cm yükseklikte olmalıdır. Bayraklar kapılara bağlandığında bayrağın kar yüzeyinden yüksekliği en az 1 m ve sopadan yırtılabilir-çıkabilir olmalıdır (37).

OWG, WSC ve WC'de SG yarışmalarında kullanılan kayakların boyu erkeklerde 210 cm, kadınlarda 205 cm'den küçük olamaz. Diğer yarışmalar (FIS, YOG, NC) için 5 cm tolerans bulunmaktadır. Kayakların dönüş çapları ise erkeklerde 45 m, kadınlarda 40 m'den az olamaz (38).

2.3.2.2. İniş

İniş (DH) yarışmaları, alp disiplini yarışmaları içerisindeki en hızlı yarışma türüdür. DH'de yarış süresi 150 sn üzerine ve hız 160 km/h üzerine kadar çıkabilmektedir. İlk olarak 1936'da Garmisch-Partenkirchen'de Olimpiyat programına dahil edildi. Bu

oyunlarda DH yarışması SL yarışması ile birlikte (karma) düzenlenmiştir. Ancak ayrı bir disiplin olarak 1948 yılında düzenlenen Olimpiyat Oyunları'nda yer almıştır.

Bu yarışmalarda irtifa farkı erkeklerde 450 ila 1100 m (FIS yarışmaları için), kadınlarda 450-800 m (tüm yarışmalar için) arasında olmalıdır. İniş yarışmasında bir dönüş kapısı 4 slalom sopası ve 2 bayraktan (iki iç, iki dış kapı) meydana gelir. Pistler tek renk olarak; kırmızı veya mavi kapılar kullanılır. Eğer erkek ve bayanlar aynı pisti kullanıyorsa, bayanlar için ilave kapılar mavi renkte olmalıdır. Kapı bayrakları için, yaklaşık olarak eni 75 cm, boy 50 cm olmalıdır. Bayraklar sopalara tutturularak yarışçıların kapıları rahat görmeleri sağlanır. Kırmızı bayrak yerine fosforlu portakal rengi kullanılabilir. Eğer yarışta emniyet ağları sopa bayrakları ile aynı renkte ise (genellikle kırmızı veya mavi), emniyet ağlarının önünde bayrakların görünüşü, belirginliğini kaybediyorsa, alternatif kapı bayrak renkleri (genellikle kırmızı veya mavi) bu kapılarda kullanılabilir. Kapıların genişliği en az 8 m olmalıdır (37).

OWG, WSC ve WC'de DH yarışmalarında kullanılan kayakların boyu erkeklerde 218 cm, kadınlarda 210 cm'den küçük olamaz. Diğer yarışmalar (FIS, YOG, NC) için 5 cm tolerans bulunmaktadır. Kayakların dönüş çapları ise erkeklerde ve kadınlarda 50 m'den az olamaz (38).

2.3.3. Kombine Yarışmalar

2.3.3.1. Alp Kombinesi

Alp kombinesi (AC) yarışması, hız yarışması (SG veya DH'den sadece biri) ve SL yarışmalarının kombinasyonu ile yapılmaktadır. Bu yarışmada ilk önce SG-DH yarışı düzenlenir, ancak hava ve pistin durumuna göre ilk önce SL yarışması da yapılabilir. AC yarışmalarında, irtifa farkı ve kapı adeti bakımından SL ve SG-DH yarışmalarındaki kurallar aynen geçerlidir. Başarı sıralaması ise SL ve SG-DH yarışmalarının sürelerinin toplamıyla belirlenir.

2.3.4. Diğer Yarışmalar

2.3.4.1. Paralel Yarışmalar

Paralel yarış, iki ya da daha fazla yarışmacının aynı anda iki ya da daha fazla parkurda yan yana yarıştığı bir müsabakadır. Kapıların kurulumu, zeminin biçimlendirilmesi ve karın hazırlanması mümkün olduğunca simetrik olmalıdır. Pistin irtifa farkı 80 ila 100 m arasında, başlangıç ve bitiş sayılardan 20 ila 30 kapı arasında olmalıdır. Her inişin

süresi 20 ila 25 saniye arasında olmalıdır. Her bir parkur bir dizi kapı ile belirlenir, her bir kapı aralarında gerilmiş ve kopacak ya da ayrılacak şekilde tutturulmuş bir büyük slalom kapı bayrağına sahip iki slalom kapısından oluşur. Bayraklar karın yüzeyinden 1 m yükseklikte olmalıdır. Çıkıştan sonraki bölümde sağda kalan parkurdaki kapılar ve bayraklar mavi, solda kalan parkurdaki kapı ve bayraklar ise kırmızı olmalıdır. Her bir parkurdaki ilk kapı, başlangıçtan en az 8 m ve en fazla 10 m uzaklıkta olmalıdır. İki pist arasındaki mesafe 6 m'den az olmamalıdır ve her iki çıkış arasındaki mesafe ile iki pist arasındaki mesafe aynı olmalıdır (37).

İki yarışmacı arasındaki karşılaşma iki inişten meydana gelir ve bu yarışmacılar ikinci inişte pistleri değiştirir. Düşük başlangıç numarası önce kırmızı pistte, daha yüksek numaralı sporcu ise mavi pistte kayarlar. İkinci iniş için bu durum tersine çevrilir. Aynı sistem finaller de dahil olmak üzere tüm turlarda kullanılır. İki iniş sonucunda süre bakımından daha iyi olan sporcu bir sonraki tura yükselir ve diğer yarışmacı elenir.

Yarışmanın final bölümü 32 yarışmacıdan fazla olmamalıdır ve önceki inişlerin derecelerine, FIS WC, FIS COC veya FIS puanı sıralamasına göre ilk sıradaki sporcu ile son sıradaki sporcu eşleşecek (örn; 1. sporcu 32. ile, 2. sporcu 31. ile ... 16. sporcu 17. ile) şekilde yarışma finaline kadar devam eder (37).

2.3.4.2. Takım Yarışmaları

Takım yarışmaları, en son düzenlenen 2018 Pyeongchang Kış Olimpiyat Oyunları programına dahil edilmiş ve bu organizasyonda yarışılmıştır. Bir takım yarışı, büyük slalom kapıları ve bayrakları kullanılarak paralel bir yarışma şeklinde yürütülmektedir.

Ulus başına toplam takım büyüklüğü maksimum 6 yarışmacıyla sınırlıdır; bir cinsiyetten en az 2 yarışmacı olması gerekmektedir. Bir yarışmacı sadece bir kez çıkış yapabilir. Takımlar, yarışmaya katılan her bir yarışmacının FIS puanlarının toplamına göre en düşük toplam puandan en yüksek olana göre sıralanmaktadır (37).



Şekil 6. Pyeongchang Olimpiyat Oyunları'nda takım yarışması (40).

Her bir ayağın galibi, ulusuna 1 puan kazandırır ve yarışmacılar aynı dereceye sahip olurlar ise her iki ulus da 1 puan kazanır. Tüm yarışmacıların ardından eğer puanda bir eşitlik var ise (2-2) bireysel olarak en iyi erkek ve kadın sporcularının toplam süresi en az olan takım kazanır (37).

2.4. Alp Disiplininde Biyomekanik

Alp kayağı 1936'dan bu yana her Kış Olimpiyat Oyunlarında yarışıldı ve geleneksel olarak DH, SG, GS ve SL yarışmalarından meydana gelir. Yarışmalar SL ve GS da yaklaşık 90 sn, SG ve DH de ise 2 dakikaya kadar sürmektedir. Tüm yarışmalar, kayakçının, yarışın geri kalanı için uygun bir form ve tekniği sağlamaya başlamadan önce, başlangıç kapısından itibaren en yüksek hıza mümkün olduğunca çabuk bir şekilde ulaşmasını gerektirir. Elit kayak yarışları, 160 Km/h (DH) hıza ulaşılabilen veya aşırı dik (SL) arazilerde gerçekleştirilir. Bu nedenle, elit kayakçıların tüm vücudu aerodinamik bir pozisyona (DH ve SG) getirebilmeye veya arka arkaya çabuk (GS ve SL) sıkı dönüşler yapmak için muazzam fiziksel gereksinimlere ihtiyaç vardır. Kış Olimpiyatlarında alp disiplini etkinliklerinde altın ve gümüş madalyaları arasındaki ayrımı saniyenin yüzde biri ile ölçüldüğü göz önüne alındığında, performansı sınırlayan faktörlerden herhangi birinin anlaşılması önemlidir (6).

Kurpiers (25)'e atfen, kar sporları etkinliklerine farklı bilimsel araştırma derlemeleri yapılmıştır. İlk aşama genellikle antrenörler tarafından kullanılan nitel analizleri içerir. Alp kayağında bu tür çalışmalar ilk olarak 1930'ların başlarında gerçekleştirilmiştir (41, 42) ve kayak sırasında kuvvetlerin ve ortaya çıkan hareket kalıplarının

değerlendirmesini içermiştir (43). İkinci aşama kinetik ve kinematik parametrelerin kantitatif tanımını belirlemeyi içerir. Kayakta bu türde kayda değer ilk çalışmalardan bazıları; Moeser (44) alp disiplini tekiğinde yük koşullarının, Fukuoka (45) diz açısındaki değişikliklerin, Nigg et al (46) kayarken kas-iskelet sisteminin oluşturduğu yüklerin, Kassat (47) paralel kaymanın görünüşünün, Müller (48) alp kayağı tekniğinin farklı eğim ve kar koşullarındaki biyomekanik analizinin, Müller et al (49) alp disiplini yarışmalarındaki çıkış tekniği analizinin ve Raschner et al (50) Carving ve paralel dönüşlerin arasındaki biyomekanik faktörlerin incelendiği araştırmalardır. Sonraki araştırmalar ise kayak eğitiminin teknik yönlerini (49) ve üst seviyede kayak yarışmalarını (WC gibi) (51, 52) inceleyen çalışmalar yapılmıştır (25).

Kinematik ve kinetik parametreleri ölçmek için yapılan çalışmalarda kullanılan yöntemler, yıllar içinde belirgin bir şekilde gelişmiştir. Teknolojideki gelişmeler yapılırken, daha fazla araştırmaya olanak sağlamak için daha fazla olasılık yaratılır (25). İlk çalışmalardan biri, katılımcıların zemin reaksiyon kuvvetlerini kâğıt şeritleri üzerindeki temsillere dönüştürmek için kullanılan mekanik bir cihazla kayarken gerçekleştirilmiştir (44). Günümüzde yüksek hızlı video kameraları ve taşınabilir kuvvet plakaları gibi gelişmiş teknoloji ürünleri kayak biyomekaniği araştırmalarında kullanılmaktadır (25).

Mekanik açıdan bakıldığında, kinematik parametreler performansın sonuçlarını (yani, nedenlere atıfta bulunmadan hareket farklılıklarını) incelerken, performanstaki farklılıkların nedenlerini açıklayan ise kinetik parametrelerdir. Her ikisi de alp disiplini kayak yarışlarının performansını anlamak ve geliştirmek için gereklidir (8).

2.4.1. Kinematik Analiz

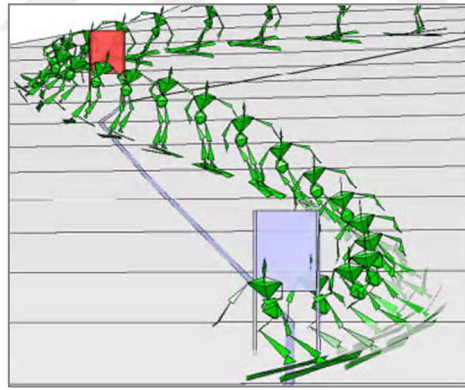
Nesnelerin hareketini tanımlayan kinematik, kayakta birçok uygulamaya sahiptir. Bu uygulamalar, optimum performans parametrelerinin belirlenmesinden, sezon dışında kondisyon gelişimi için özel antrenman ekipmanlarının geliştirilmesine kadar uzanmaktadır. Hem iki boyut (2D) hem de üç boyut (3D) video görüntüleme, kinematik veri elde etmek için kullanılan yaygın yöntemlerdendir (25).

2.4.1.1. Alp Disiplininde Kinematik Analizler

Kinematik veri ediniminin iki temel amacı, kayak sırasında hareket özelliklerinin tanımlanması ve performansla ilgili kinematik parametrelerin belirlenmesidir (43). Daha

kolay kurulum ve veri işleme sayesinde 2D'a yaklaşım, kayak hareketlerini yakalamak için sıklıkla kullanılmıştır. 2D veri toplamak için sadece tek bir video kamera yeterlidir (25). 2D analizlerin çoğu, kayak hareketlerinin çoğunluğunun meydana geldiği kayakçının sagittal düzlemine odaklanmıştır (53-59).

Bununla birlikte, Hraski (60) son zamanlarda, vücut konumlandırması ve frontal düzlemin perspektifini kullanarak büyük slalom dönüşü üzerindeki etkisi üzerine bir çalışma sunmuştur. Çalışmada, bir grup yarışmacının daha hızlı ve daha yavaş bir gruba ayrılması sağlamış ve her bir dönüş için bacak, kalça veya omuz açısı gibi belirli vücut pozisyonlarındaki farklılıkları araştırılmıştır (25). Federolf et al (57), vücut pozisyonunun kayak performansı üzerindeki etkilerini tanımlamak için eklem açılarını tahmin etmek ve farklı vücut duruşlarını belirlemek için tek bir video kamera kullanmışlardır (25). Raschner (61), 100 Hz'de tek bir video kamera kaydı kullanarak kayak yarışında belirli başlangıç tekniklerini analiz eden ilk kişiydi. Tek bacak üzerinde sıçrayarak yapılan çıkışın çift bacak sıçrayarak yapılan çıkıştan daha etkili olduğunu saptamıştır (49).



Şekil 7. Brodie et al (62), yaptıkları çalışmada elit bir kayakçının GS dönüşündeki kinematik analizi içeren grafiksel bir çıktı.

Hem yarış hem de daha kontrollü durumlarda kayakçıların 3D görüntülerini yakalamak için birkaç girişimde bulunulmuştur. Kayak araştırması alanında 3D video veri toplama için farklı yaklaşımlar vardır. 3D hareketlerin yeniden yapılandırılması için en az iki kamera yaygın olarak kullanılır (25). Shimuzu (63), 300 Hz'de iki kamera kaydı kullanan bir simülasyon cihazı üzerinde dönüş tekniğinin 3D hareket analizinin ilk denemelerini yayınlamıştır. Yaklaşık on yıl sonra, 1994 Kış Olimpiyatı iniş yarışması etkinliğinin yan tarafında 60 metre aralıklı iki adet dijital kamera kullanılarak 40 metrelik bir yakalama bölgesi elde edilmiştir (25). Supej et al (10), WC slalom

yarışmasında sporcuların performanslarını etkileyen mekanik parametreleri belirlemek için yaptıkları çalışmada 3D kinematik analiz yapmışlardır. Bu çalışma, pistin 40 ila 70 m uzağına konumlandırılmış 50 Hz'de 8 kamera kullanılarak 18 WC slalom kayakçısı dahil edilerek yapılmıştır. Spörri et al (64) EC seviyesindeki sporcuların farklı dönüş çapına (30 m, 35 m ve 40 m) sahip kayakların dönüş mekaniği ile ilgili değişkenler üzerine etkilerini araştırmışlar ve yaralanma riskini önlemek için elde edilen bulgular tartışılmıştır. Çalışma 26° eğimde, kapı mesafeleri 27 m uzunluğunda ve 8 m genişliğinde bir pist üzerinde 50 Hz'de 6 kamera kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

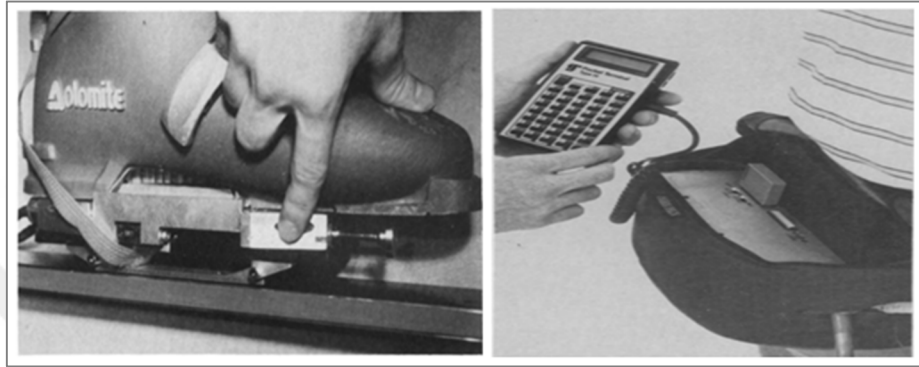
2.4.2. Kinetik Analiz

Kinetik, hareket etmeyi, özellikle üretilen kuvvetleri ve etkileşimlerini tanımlamaktadır. Biyomekanik modeller kullanılarak segmental hareketler, dış kuvvetler ve momentler ile ilgili olarak kayak tekniklerinin mekanik değerlendirmeleri daha önce araştırılmıştır. Laboratuvar temelli araştırmaların aksine, kar sporlarındaki kinetik parametrelerin ölçümleri özellikle soğuk, rüzgâr, değişen ışık ve yüzey koşulları gibi öngörülemeyen çevresel koşullar nedeniyle zorlayıcıdır. Ölçüm cihazları genellikle hareketli ekipmana ek olarak yöntem geliştirmeyi karmaşık hale getirir. Dolayısıyla, sonuçlar genellikle belirli sınırlamalara tabidir ve yorumlar genellikle dikkatli bir şekilde ele alınmalıdır. Aşağıdaki alt bölümler, daha önce yürütülen kinetik araştırmalar ve yöntemleri de dahil olmak üzere, kayaktaki kinetik araştırmaların tarihini açıklayacaktır (25).

2.4.2.1. Alp Disiplininde Kinetik Analizler

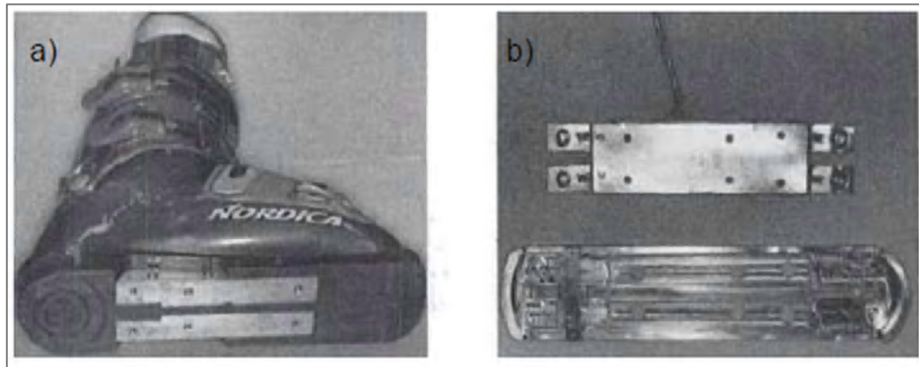
Alp kayağında, altmışlı yılların ortalarından beri zemin tepki kuvvetlerini (GRF) ölçme çabaları bildirilmiştir (65). Hull and Mote (66-68), kayağa entegre edilmiş iki bağımsız altı dereceli serbest dinamometreden oluşan bir sistem önermişlerdir (69). Karlson et al (70), kayarken uygulanan kuvvet davranışlarını ölçmenin gerekliliğini bildirmişlerdir. Onlar ayak tabanındaki ve de botun ön desteğine (tibia üzerinden) kuvvetleri ölçmek için test kayak botu geliştirmişlerdir. Ne yazık ki bu testlerin sonuçları yayınlanmamıştır (25). Japon araştırma gruplarından bir dizi makale 1970 ve 1980'lerde yayınlanmıştır. Shimizu (71, 72), bir laboratuvar temelli araştırmada, bir optik uyarının ardından, yük boşaltma için reaksiyon zamanını ve kayak botunda kuvvet sensörleri kullanarak farklı hızlarda diz ekstansiyonu ve fleksiyonunun basıncını analiz etmiştir (25). Lieu and Mote (73), bağlamanın salınım mekanizmasını kontrol etmek için EMG sinyallerini kullanmayı önermiştir (69). MacGregor et al (74) tarafından veri kaydı

yapabilmek için elektronik bir serbest bırakma sistemi geliştirmeyi amaçlayan bir başka tasarım önerilmiştir. Tüm sistem 8 Kg ağırlığında ve bağlamanın serbest bırakılması mikro denetleyicide bulunan bir yazılım aracılığıyla etkinleştirilebilmekteydi (69). Wunderly et al (75), ekipmanları geliştirmek ve bileşenler arasındaki duyarlılığı azaltmak için yeni bir tasarım sunmuştur. Bu sistemde kuvvet plakası 4 cm kalınlığında ve tüm sistemin toplam ağırlığı 3.6 kg'a kadar indirgenebilmiştir.



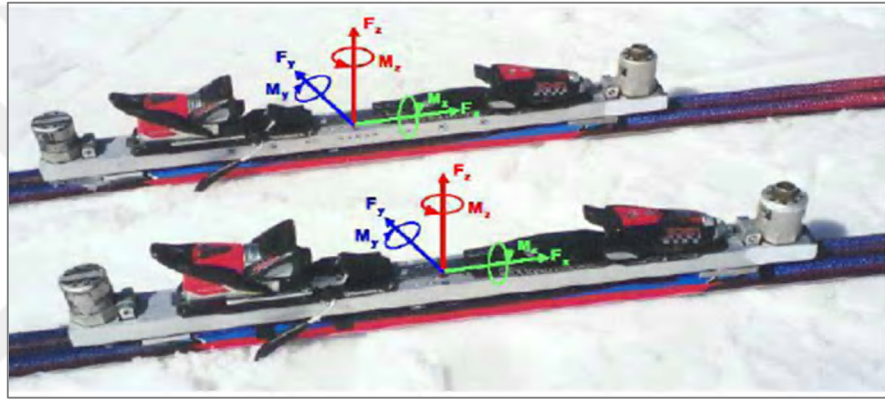
Şekil 8. Wunderly et al (75), kayak üzerine yerleştirdiği kuvvet plakası sistemi.

Önceki çalışmalarda, çoğu araştırmacı kinetik ölçümler için kayak ve bağlama arasındaki arayüzü kullanmışlardır. Müller (49), ayağın önü, topuğun medial ve lateral kısmının altında kuvvet sensörleri kullanarak dikey basınçları ölçmek için bir test kayağı geliştirmiştir (25). Müller (76) başka bir çalışmada, ayağın medial ve lateral kısımlarının yanı sıra topuktaki bağımsız kuvvetleri ölçmek için her bir kayakta dört gerinim ölçer kullanmıştır. Dikey yükün ölçülmesi için kayakların bükülmesinin muhtemel etkisi ile ilgili olarak, Wimmer and Holzner (77) dikey reaksiyon kuvvetini ölçen iki farklı cihaz geliştirmişlerdir. Birincisi, kayaklar ve bağlama arasına, ikincisi bağlama ve botun arasında yerleştirilmiştir (69).



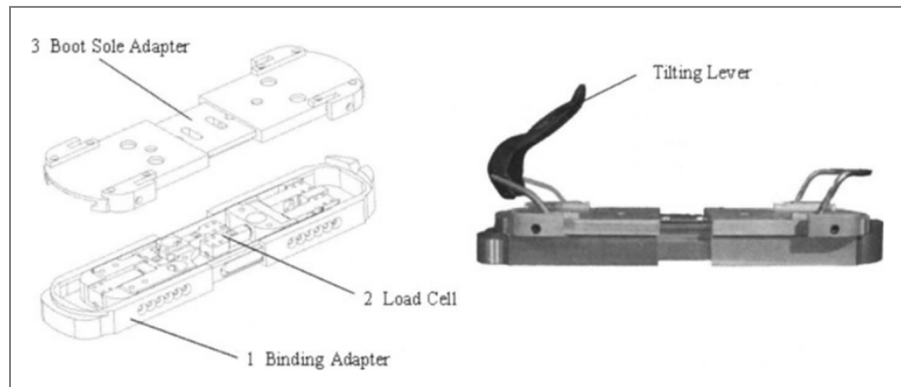
Şekil 9. Wimmer and Holzner (77) tasarladığı, a) Kayak botuna uyarlanmış adaptör barları, b) Taban ve sensör plakası (25).

Nigg et al (78) ile Schwameder et al (79), iki gerinim ölçer silindiri ile donatılmış bir alüminyum plaka ile donatılmış kayaklar kullanılarak bağlama pozisyonunun etkisi analiz edilmiştir (69). Başka bir araştırmada kayak üzerindeki platform yerine yerleştirilmiş cihaz, kayakçıyı normal pozisyona göre 6 mm yükselttiği tespit edilmiştir (80). Aynı dönemde, Kieffmann et al (81), cihazın genel sistemi modifiye etmeden kayak botu ile bağlama arasında bir arayüz olarak sabitlenebileceği ilginç bir kuvvet platformu geliştirmiştir. Grup, geniş ve kısa carving dönüşleri sırasında iç ve dış bacak üzerindeki yükü analiz etmiştir. Veriler cihazdan bluetooth aracılığıyla bir Kişisel Dijital Asistan'a (PDA) kablosuz olarak aktarılmıştır.



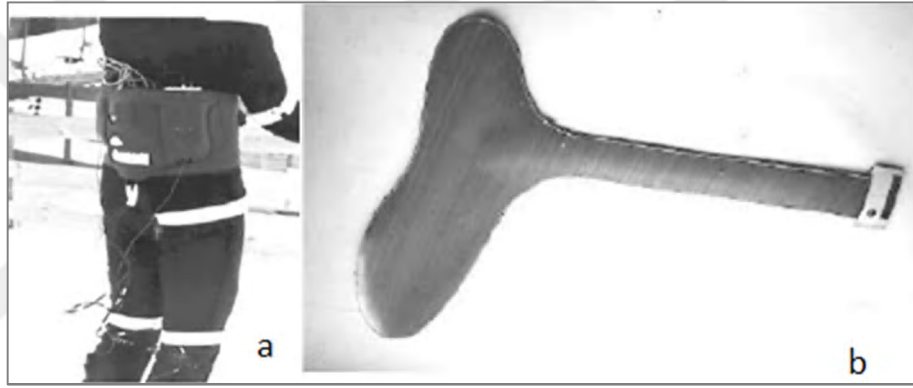
Şekil 10. Schwameder et al (79), tasarladığı bağlama ile kayak arasına yerleştirilen kuvvet platformu

Klous et al (82) hem kayak hem de snowboard için kinetik ölçümleri doğrulamak için metodolojik bir çalışma yürütmüşlerdir. 3D kinetik verileri toplamak için, bağlama platformu ile bağlama arasına monte edilmiş 100 Hz'de dinamik değişiklikleri ölçebilen piezoelektrik kristaller içeren mobil kuvvet plakaları kullanmışlardır (83).



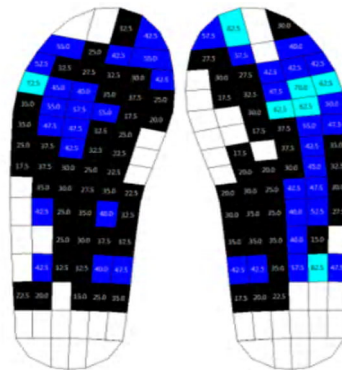
Şekil 11. Bağlama altına yerleştirilmiş dinamometre (81).

Kinetik ölçüm için başka bir seçenek, özellikle iç ayakkabı ile ayak ve kayak ayakkabısı arasındaki arayüzlerdir. Özellikle bu tip basınca duyarlı tabanlık sistemleri oldukça yaygındır (84) ve inceliklerinden ve sporcuların hareketlerini en az seviyede kısıtlamasından dolayı tercih edilmektedirler (25). Önceden, katılımcıların cildine bağlı ölçüm matları kullanılmış ve yaklaşık 8 kg ağırlığında veri depolama üniteleri taşınmıştır. Son zamanlarda ise basınca duyarlı ölçüm ekipmanları geliştirilmiş ve veri kaydediciler sadece 0.5 kg ağırlığına kadar indirgenmiştir (25). Önceki bazı çalışmalar elit kayakçılarda bu yeni ölçümlerin uygulanabilirliğini doğrulamak için bot içindeki basınç dağılımını ölçtüler. Bunlar, zor koşullar altında bile güvenilirlik/tekrarlanabilirlik açısından en uygun hidrosel teknoloji kullanılarak geliştirilmiştir (85, 86).



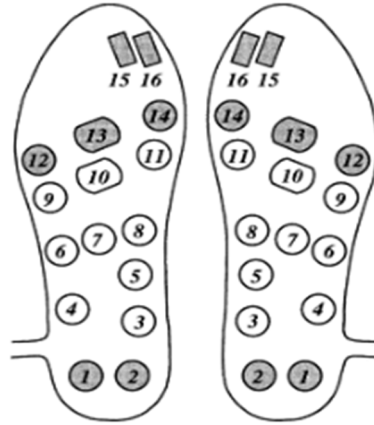
Şekil 12. a) Bel bölgesine sabitlenmiş veri kaydedici, b) Basınç tabanlılığı (51).

Schaff et al (87), 16 sensörlü normal Parotec (Paromed) tabanlık, swingbeep olarak adlandırılan tek bir sensör sistemi ve son derece sofistike ölçüm çorapları gibi çeşitli ölçüm sistemlerini kullanmışlardır (25). 99 sensörlü ve 50 Hz'lik bir frekans sıklığı olan Novel Pedar tabanlık, kayak eğitmenleri tarafından yapılan farklı dönüşleri araştırmak için Lafontaine et al (88) tarafından kullanılmıştır.



Şekil 13. Novel pedar basınç tabanlılığı grafiksel arayüzü (89).

Ayakkabı içine yerleştirilebilen ölçüm sistemleri biyomekanik analiz için kayak yarışmalarında da kullanılmıştır. Raschner et al (50), geleneksel dönüşlerle karşılaştırıldığında carving dönüşlerini analiz etmek için 50 Hz frekansında 99 sensör kapasiteli tabanlılık kullanmışlardır. Spitzenpfeil et al (90), alp disiplini kayak yarışındaki mekanik yükü ve güvenlik ve malzeme kaygılarının sonuçlarını incelediler. Parotec tabanlılık 2000 N'ye kadar olan zemin reaksiyon kuvvetlerini hesaplamak için kullanılmıştır. Ne yazık ki, ölçüm ekipmanı hakkında başka teknik detaylar verilmemiştir (25). Bu tür bir ölçüm cihazını (Paromed) kullanan ilk çalışma, kayakla atlamada kuvvet dağılımını izlemek için 16 basınç sensörü kullanan Virmavirta and Komi (91) olmuştur. Tüm katılımcılar için çalışma sırasında dengeli bir plantar basınç dağılımı gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, Müller and Schwameder'e (43) göre, Paromed ölçüm cihazı, o zamandaki Pedar tabanlıklarına kıyasla dikkate değer ölçüde daha yüksek bir örnekleme oranı ile karakterize edilmiştir. Ancak temsili verileri üretmek için çok hassas bir şekilde ayarlanması gerekiyordu.

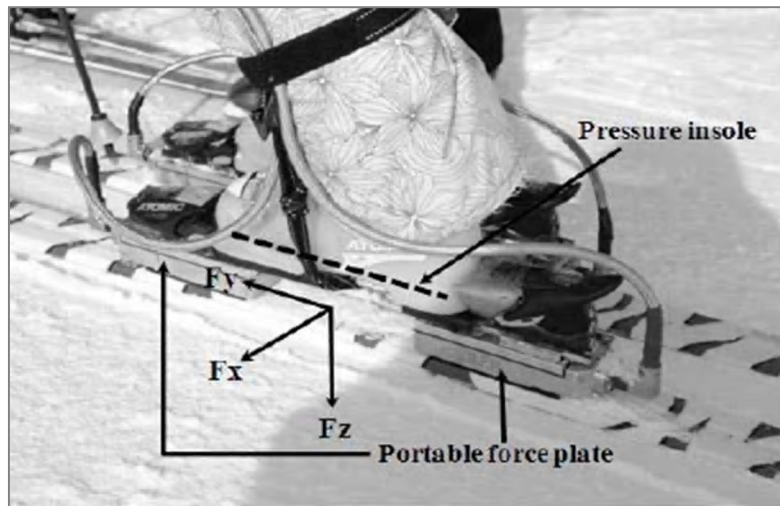


Şekil 14. Virmavirta et al (92), çalışmasında kullandığı paromed basınç tabanlıkları sensörlerin yerleşim şeması

Brodie et al (93), kayak yarışları sırasında plantar basınçlarını belirlemek için yeni geliştirilen Fusion Motion Capture'a (FMC) entegre bir tarama sistemi kullanmışlardır. Yazarlar, bu teknolojinin yüksek diz torklarını azaltmak veya önleyici eğitim programlarına yardımcı olmak için olası duruş değişiklikleri seçeneklerini sunabileceğini bildirmiştir (25). Krueger et al (94), alp disiplini kenar açısı ve zemin reaksiyon kuvvetlerinin belirlenmesi de dahil olmak üzere bir test prosedürünü doğrulamak için Parotec tabanlıklarını kullanmışlardır. Tabanlıklar 150 Hz'de veri toplayan 24 sensör içeriyordu ve maksimum ölçüm hatası yaklaşık %20 olarak

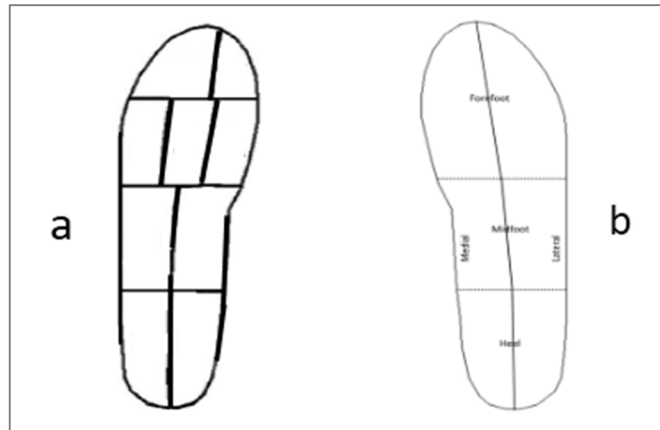
belirlenmiştir (95). Brodie et al (93) ve Brodie (96) bir FMC hareket yakalama sisteminin geliştirilmesinde zemin reaksiyon kuvvetlerini ve kar sürtünmesini tahmin etmek için Footscan basınç tabanlıkları (RS-scan Lab Ltd, Ipswich, İngiltere) kullanmıştır. Sistemin doğruluğu konusunda bazı tereddütler yaşanmıştır, çünkü denemenin başlangıcı ile sonu arasında yüksek bir sapma ölçülmüştür (69).

Daha önce de görüldüğü gibi, kuvvetleri belirlemek için basınç tabanlıkları, kuvvet platformları veya video tabanlı ters dinamiklerin kullanıldığı yöntemler karşılaştırılmıştır (97). Kuvvet platformunun dikey bileşenini karşılaştırarak, yazarlar, basınç tabanlıklarının ortalama 150 N hata verdiğini tespit etmişlerdir. Stricker et al (98) plantar basınç tabanlıkları ve kuvvet plakası arasındaki karşılaştırmaları daha da ayırtılmıştır. Plantar basınç tabanlıkları, dikey kuvveti, ortalama olarak dış kayak için %21 ve iç kayak için %54 daha düşük tahmin etmiş ve maksimum sapmaların ise dış kayak için %55, iç kayak için %86 düzeyinde oluştuğunu bildirmiştir (98). Bu değerler, dikey uygulamalı kuvvetlerin 200 N'den düşük olduğu zaman, geçiş fazı sırasında elde edilmiştir (99). Nakazato et al (100) alp kayağında zemin reaksiyon kuvvetlerini belirlemek için taşınabilir kuvvet platformu ile plantar basınç tabanlıklarını karşılaştırmışlardır. Bunun için en yaygın piezoelektrik sensörler kullanan Kistler (Winterthur, İsviçre) portatif kuvvet sistemini ve Novel Pedar plantar basınç tabanlıklarını kullanmışlardır (Şekil 15).



Şekil 15. Kuvvet platformu ve plantar basınç tabanlığının birlikte kullanıldığı bir çalışmada basınç sistemlerinin görünümü (100).

Vaverka et al (101) ise 26° eğimde yarış hızında simetrik carving dönüşlerinin başlama ve dönüş safhalarında uygulanan zemin reaksiyon kuvvetlerini karşılaştırmışlardır. Gilgien et al (102), diferansiyel küresel navigasyon sistemi kullanarak 26° eğimde, kapı mesafeleri 27 m uzunluğunda ve 8 m genişliğinde olan bir pistte World Cup (WC) ve Euro Cup (EC) sporcularının dış kuvvetleri hesaplanmıştır. Gilgien et al (103) yaptıkları diğer bir çalışmada ise alp disiplini WC sporcularında dönüş mekaniği, atlama ve kayakçı hızının, farklı disiplinlerde yaralanma riski ile ilişkisini araştırmışlardır ve diferansiyel navigasyon sistemini kullanarak zemin reaksiyon kuvvetlerini hesaplamışlardır. Yu et al (5) IMU sensörleri kullanarak profesyonel alp disiplini sporcularının dönüşlerini analiz ettiği çalışmalarında kayak ayakkabısı içine yerleştirilebilen basınç sensörleri kullanarak ağırlık değişimi hakkında bilgi toplamışlardır. Falda-Buscalot et al (15), büyük slalom dönüşlerinde farklı eğimlerin (26° ve 11°) sporcuların ayak pozisyonuna ve dönüş safhalarına etkisini araştırdıkları çalışmalarında kayak ayakkabısı içine yerleştirilebilen taşınabilir basınç cihazı kullanmışlardır. Bu çalışmada sporcuların uyguladıkları plantar basıncı iki düzlem üzerinden değerlendirmiş ve yorumlamışlardır. Basınç bölgelerini frontal düzlemde ön-orta-topuk, sagittal düzlemde ise medial ve lateral olarak belirlenmiştir. Mao et al (104) ise Tai-chi egzersizinde tek bacak duruşunda süre ve plantar basınç dağılımı için yapılan araştırmada 9 bölgeden veri elde etmiştir (Şekil 16).



Şekil 16. Bazı çalışmalardaki plantar basınç bölgeleri. **a)** Mao et al (104), **b)** Falda-Buscalot et al (15).

2.5. Dönüş Fazları

Alp kayaklarında dönüşler yapılırken söz konusu olan mekanizmaların analiz edilmesi, önerilen sonuçların okuyucu tarafından doğru anlaşılmasını sağlamak için bir dönüş yapısının kapsamlı tanımının oluşturulması gerektirir. Gerçekten de, belirli bir sonucun hangi bölümüyle ilgili olduğunu bilmeden, verileri yorumlamak ve diğer çalışmalarla karşılaştırmak imkansızdır. Daha önce birkaç yaklaşım önerilmiştir ve burada listelenecektir (69). Förg-Rob and Nachbauer (105) ilk olarak zemin tepki kuvvet ölçümlerine dayanan bir yapı önermişlerdir. Bir dönüş iki ana faza; bir dönüş öncesi ve dönme fazına bölünmüştür. Her biri de kendi içerisinde ikiye ayrılmıştır. Bunlar;

1. Bir sonraki dış kayak üzerindeki ağırlığın arttığı bir ağırlık transferi aşaması.
2. Bir sonraki dış kayak üzerindeki ağırlığın azaldığı bir ağırlık boşaltma(unweighting) aşaması.
3. Yeni dış kayağın iç kısmındaki ağırlığın arttığı bir kenar ayarlama aşaması.
4. Dönüş yarıçapının kayakların kenarları tarafından kontrol edildiği bir dönüş (steering) aşaması (69).

Müller et al (106) kayakçı hareketlerine dayanan bir yapı kullanmıştır. Bir dönüş döngüsü bir başlama ve iki dönüş fazına ayrılmıştır. Başlangıç aşaması şu şekilde açıklanmıştır:

1. Dizleri ve kalçaları bükerek veya düzleştirerek kayakların ağırlıksız hale getirilmesi.
2. Üst kenardan alt kenara doğru kenar değişimi.
3. Dönüş başlangıcı, rotasyonu kullanarak yeni yöne kayağın getirilmesi.
4. Derapaj (yan kayma) kullanarak hız kontrolü (69).

Dönüş fazı, düşey doğrultudan önce ve sonra olacak şekilde bölümlere ayrıldı ve şöyle tarif edilmiştir:

1. Dönüş, kayaklar boyunca basınç dağılımı, kenar açısının değişimi ve vücut rotasyonlarının değişimi ile kontrol edilir.
2. Farklı içe doğru eğim açısı ve kayaklar arasındaki mesafe ile denge kontrolü
3. Farklı kayak pozisyonu ve yan kayma yaparak hız kontrolü (69).

LeMaster (107), dönüşler arasındaki farkları vurgulamıştır. Temel dönüşler, bir başlama, bir kontrol, bir tamamlama ve bir geçiş fazı olmak üzere dört fazdan

oluşmaktadır. Dönuřler doğrudan birbirini izlediğinde, çapraz geçiş fazı kaybolur ve tamamlanma ve başlatma fazları bir geçiş fazına karışır. Son olarak, Supej et al (108), bir dönuşün başlangıcını, transverse düzlem üzerinde kayakların yörüngesinin ağırlık merkezini geçtiğı an olarak belirtmiştir (69).



3. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı'nda Doktora Tezi olarak Bilimsel Araştırma Proje Birimi tarafından TDK-2016-6776 no'lu proje ile desteklenerek 2016-2018 yılları içinde gerçekleştirildi. Projeye başlamadan önce Erciyes Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 25/11/2015 tarih ve 2015/487 karar numaralı etik kurul izni ve bütün gönüllülere projeye ilgili bilgilendirme yapılarak "bilgilendirilmiş gönüllü olur formu" onayı alındı.

3.1. Gönüllülerin Seçimi

Çalışmamıza, 18 yaşından büyük, herhangi bir sağlık problemi bulunmayan ve büyük slalom FIS puanı 100'ün altında olan sporcular dahil edilmiştir. Kayak Milli Takımı'nda bu kritere uygun 4 sporcu olduğu, ancak verilerin alındığı dönemde 1 sporcunun medikal problemi olduğu için, çalışmaya biri olimpiik olmak üzere toplam 3 elit alp kayakçısı katılmıştır.

3.2. Veri Toplama Araçları

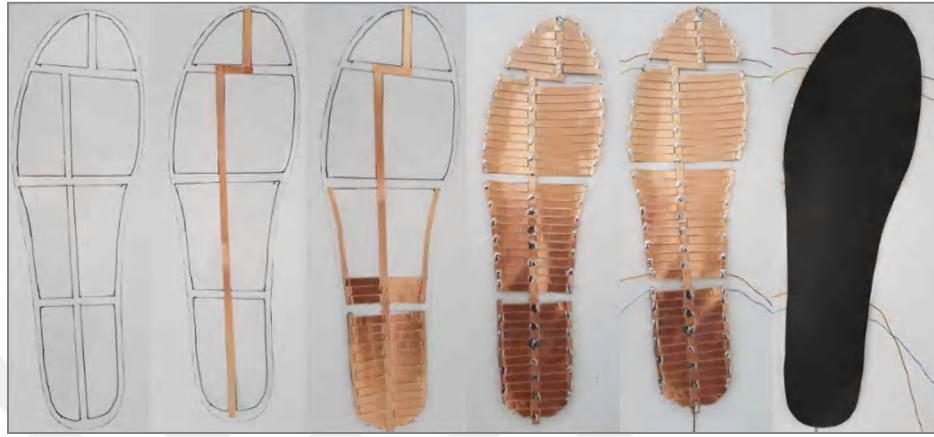
3.2.1. Boy ve Vücut Ağırlığı Ölçümleri

Gönüllülerin vücut ağırlığı (VA) çıplak ayak, şort ve tişörtlü iken 0.1 kilogram (kg) hassasiyete sahip elektronik tartı ile kg cinsinden, boy ölçümü ise 0.1 santimetre (cm) hassasiyete sahip mezura ile çıplak ayaklı olacak şekilde cm cinsinden ölçülmüştür. Aynı zamanda basınç tabanlıklarına uygulanacak N/Kg değerlerini belirleyebilmek için sporcuların performansları sergilerken üzerinde bulunan kıyafet ve yarış malzemeleri ile (yarış tulumu, kask, eldiven, gözlük, baton v.s) birlikte ekipmanlı vücut ağırlığı (EVA) ölçülmüştür.

3.2.2. Basınç Ölçümü

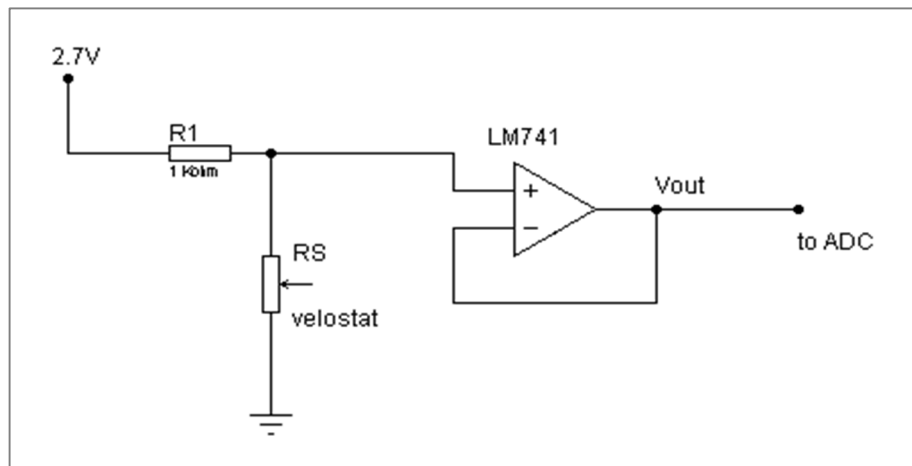
Sporcuların uyguladığı basınç değerlerini belirleyebilmek için laboratuvarımızda geliştirilen ayakkabı içerisine yerleştirilebilen portatif basınç algılayıcı tabanlılık sistemi

kullanılmıştır. Sistem, basınç algılayıcı tabanlıklar ve veri kaydedici olmak üzere iki ana unsurdan oluşmaktadır. Algılayıcı tabanlıklar piezoresistif bir malzeme olan Velostat ile, ayak tabanını 8 bölgeye ayırarak her bölgeye etki eden basınç miktarını ayrı ayrı ölçebilecek şekilde yapılmıştır (Şekil 17).



Şekil 17. Algılayıcı tabanlıkların yapım aşamaları.

Algılayıcı tabanlıkların her bir algılama bölgesi üzerine kuvvet uygulandıkça değişen bir dirençle sahip olduğu için 1Kohm sabit dirençle birlikte bir voltaj bölücü devre oluşturulmuş ve çıkış empedansını düşürmek için LM741 opamp ile bir voltaj izleme devresi üzerinden STM32 işlemcili bir gömülü sistemin analog dijital çevirici portunda bağlanmıştır (Şekil 18).



Şekil 18. Voltaj bölücü devrenin şeması.

Laboratuvarımızda geliştirdiğimiz yazılım sayesinde STM32 işlemcili gömülü sistem 12 bit analog-dijital çevrim gerçekleştirerek her bir kanalın verilerini 1 Hz ile 500 Hz arasında ayarlanabilir hızda örnekleyerek bir microSD karta kaydetmesi sağlanmıştır.

Zaman senkronizasyonunu sağlayabilmek için parkura kurulan fotosellerle kayıt sistemi NRF905 kablosuz haberleşme kartı kullanarak sağlanmış ve her fotoselden geçiş bilgisi de ilgili dosyaya kaydedilmiştir.



Şekil 19. Kayak ayakkabısına yerleştirilen basınç tabanlıklardan gelen kabloların kayak ayakkabısı üzerindeki bağlantı noktası ve yerleşimi

Basınç tabanlıkları, kayak ayakkabılarının içinde bulunan iç ayakkabı (astar kısmı) ile dış ayakkabı (plastik kısmı) arasına yerleştirilmiştir. Veri toplamak için her iki kayak ayakkabısı içerisinden gelen kabloları sporcuya rahatsızlık vermeyecek şekilde yarış tulumunun içerisinden geçirilerek sırt bölgesindeki veri kaydediciye bağlanmış ve sabitlenmiştir (Şekil 19 ve Şekil 20). Veriler N/Kg olarak hesaplanıp not edilmiştir.



Şekil 20. Sporcuların sırtına sabitlenmiş veri kaydedici

3.2.3. Çalışmada Kullanılan Kayak Ekipmanları

Sporcuların ölçümler esnasında kullandığı kayak ekipmanları (Kayak, ayak ayakkabısı ve baton) avantaj veya dezavantaj oluşturmaması için değiştirilmemiştir. Kullanılan kayağın bakımları önceden yapılmış olup her iniş ardından kontrol edilmiştir. Diğer malzemeler (yarış tulumu, eldiven v.s) ise sporcuların yarışmalarda kullandığı kendi ekipmanlarıdır ve ölçüm boyunca bunları kullanmışlardır. Kullanılan kayak ekipmanlarının teknik özellikleri;

Kayak: FIS büyük slalom yarış kurallarına uygun 193 cm uzunluğa ve 30 m dönüş çapına sahip Head marka yarış kayağı kullanılmıştır.



Şekil 21. Ölçümlerde kullanılan FIS standartlarına uygun yarış kayağı.

Kayak Ayakkabısı: FIS büyük slalom yarış kurallarına uygun 130 Flex sertliğe sahip Dalbello marka yarış ayakkabısı kullanılmıştır.



Şekil 22. Çalışmada kullanılan kayak ayakkabısı

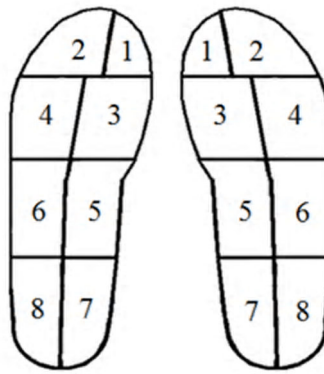
Baton: FIS standartlarına uygun Komperdall marka 130 cm yarış batonu kullanılmıştır.



Şekil 23. Çalışmada kullanılan yarış batonu

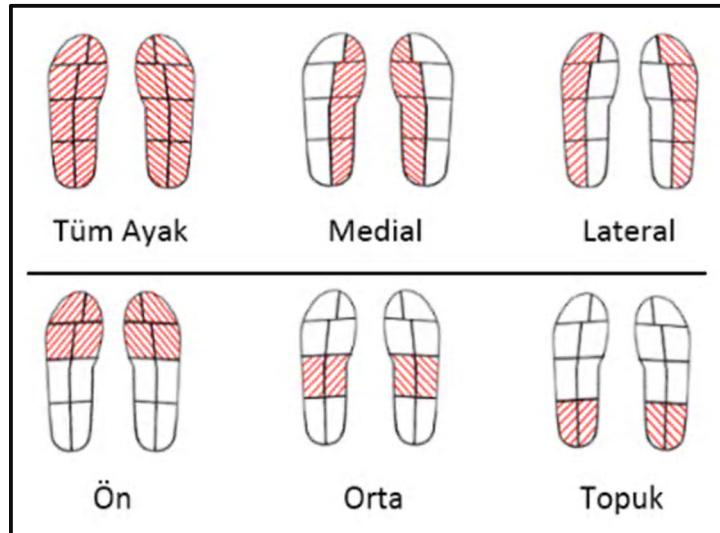
3.3. Basınç Ölçümünde Bölgelerinin Ayrılması

Çalışmada kullanılan plantar basınç tabanlığı şeklindeki gibi farklı bölümlere ayrılmıştır.



Şekil 24. Basınç tabanlığı bölgeleri; 1- Baş parmak, 2- Diğer parmaklar, 3- Metatarsal iç, 4- Metatarsal dış, 5- Orta iç, 6- Orta dış, 7- Topuk iç, 8- Topuk dış

İlk 4 bölge ön, 5 ve 6 numaralı bölge orta, 7 ve 8 numaralı bölge topuk, 1, 3, 5 ve 7 numaralı bölge medial, 2, 4, 6 ve 8 numaralı bölge ise lateral olarak adlandırılmıştır (Şekil 25).



Şekil 25. Ölçüm için belirlenmiş basınç bölgeleri.

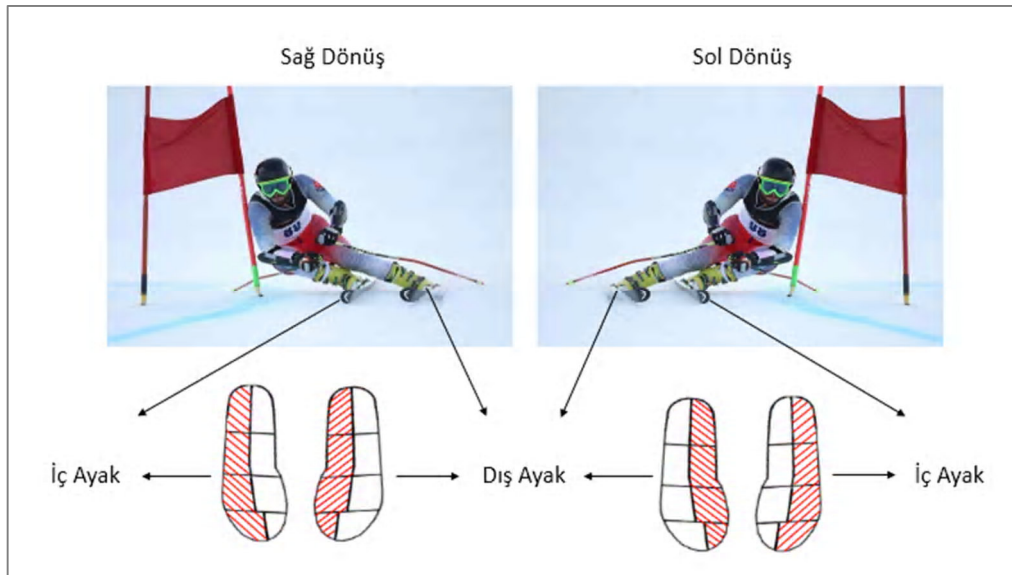
Basınç tabanlıklarının ayrılmış bölgeleri, iç ve dış ayakta aşağıdaki gibi eşleştirilmiştir.

İç Ayak

Dış Ayak

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| 1. İç Tüm Ayak (İTA) | - Dış Tüm Ayak (DTA) |
| 2. İç Ayak Medial (İM) | - Dış Ayak Lateral (DL) |
| 3. İç Ayak Lateral (İL) | - Dış Ayak Medial (DM) |
| 4. İç Ayak Ön (İÖN) | - Dış Ayak Ön (DÖN) |
| 5. İç Ayak Orta (İOR) | - Dış Ayak Orta (DOR) |
| 6. İç Ayak Topuk (İT) | - Dış Ayak Topuk (DT) |

Carving dönüşü esnasında kayaklar, ayaklar ve dizler paralel hareket ettiği için her dönüşte yerle temas halindeki bölgeler ve yerle temas halinde olmayan bölgeler birbirleriyle eşleştirilmiştir. Yani iç ve dış ayağın medial ve lateral bölgeleri çapraz şekilde eşleştirilmiştir (Şekil 26).

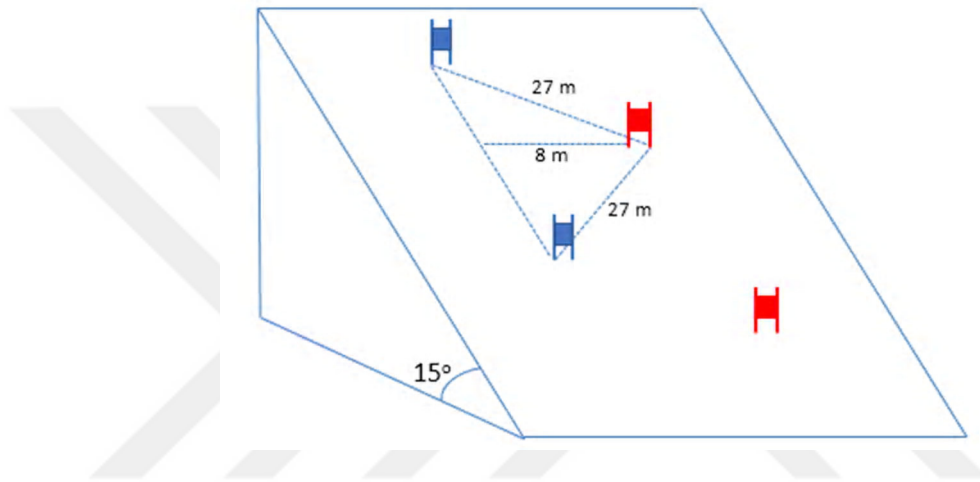


Şekil 26. Çapraz şekilde eşleştirilmiş bölgeler.

3.4. Deney Protokolü ve Verilerin Alınması

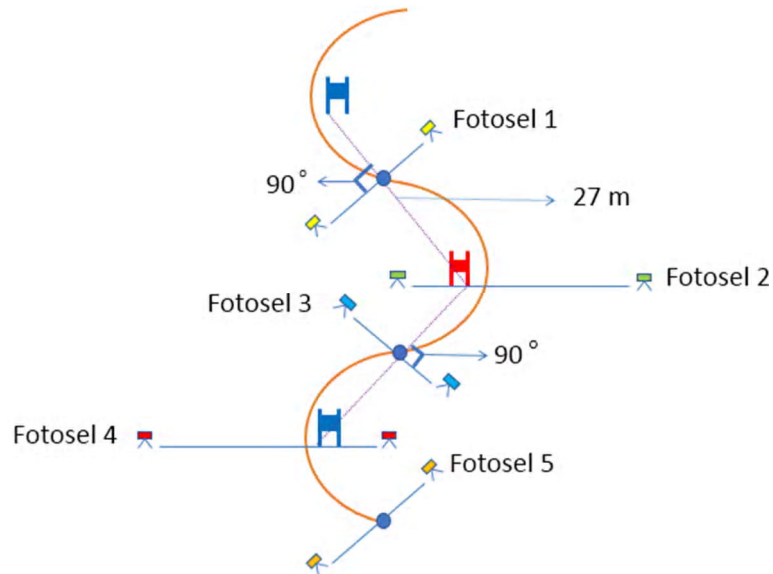
Ölçümler, Palandöken Kayak Merkezinde, FIS onayı bulunan uluslararası yarışmaların düzenlendiği büyük slalom pistinde gerçekleştirilmiştir. Pist, $\sim 15^\circ$ (alt bölüm) ile $\sim 30^\circ$

(üst bölüm) arasında bir eğime sahiptir ve protokolün uygulandığı alan içerisinde herhangi bir tepe veya arazi bozukluğu bulunmamaktadır. Tüm ölçümler iyi hava koşullarında, ezilmiş ve carving dönüşü etkilemeyecek derecede sert zeminde ve iyi bir şekilde derepaj (yan kayma) yapılmış pistte gerçekleştirilmiştir. Kapı kurulumu $\sim 30^\circ$ eğimden başlamış ve $\sim 15^\circ$ eğimde tamamlanmıştır. Ölçümler ise pistin $\sim 15^\circ$ lik sabit eğime sahip bölümünde alınmıştır. Kapılar, manuel kapı metresi kullanılarak 27 m (8m genişlik) aralıklarla her iki dönüş için simetrik bir şekilde kurulmuştur (Şekil 27).



Şekil 27. Pist görünümü ve dönüş kapılarının kurulumu.

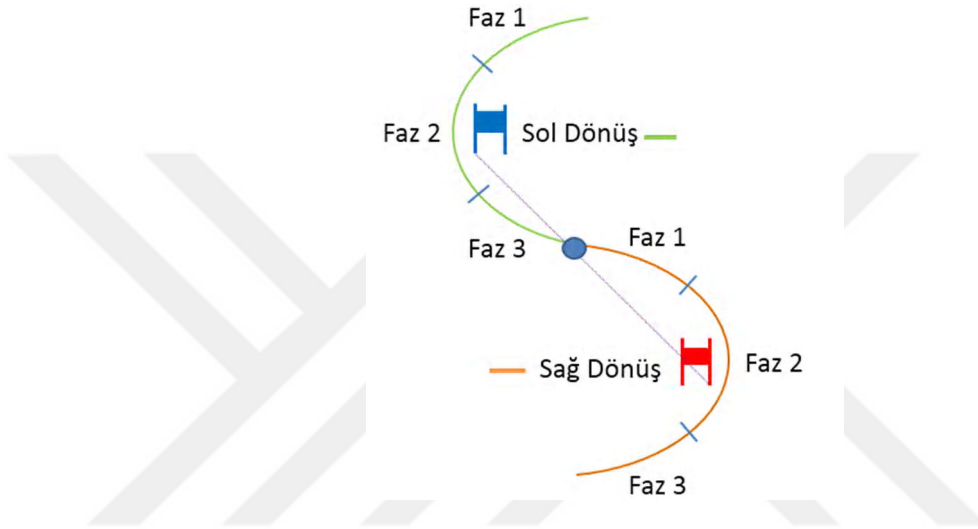
Pistte yorgunluk etkisinin az düzeyde olması için toplam 10 kapı kurulmuştur. Ölçümler, sporcuların uygun tekniği (carving dönüş) yapabilmesi için yeterli hıza ulaştıktan sonraki ardışık dönüşlerde uygulanmıştır (Şekil 28).



Şekil 28. Basınç ölçümü protokolü şeması.

Sporculardan kapı geçişlerinde carving dönüş yapmaları istendi. Kayakların carving dönüşten ayrılması veya yan kayma olması halinde ölçümler tekrar edildi. Çalışmada her iki dönüş de kendi içerisinde 3 faza ayrılmıştır. Bunlar;

- Faz 1- Dönüşün Başlatılması
- Faz 2- Dönüş
- Faz 3- Dönüşün Tamamlanması (Şekil 29).



Şekil 29. Dönüşlerdeki fazların ayrılması.

Basınç ölçüm cihazı, protokol öncesinde fotosellerle senkronize edilmiştir. Fotoseller pistin $\sim 15^\circ$ 'lik eğimle sabit olduğu bölümde ardışık iki dönüş kapısı (8. ve 9. dönüşler) arasına yerleştirilmiştir. Sporcular, piste kurulmuş kapılar arasından büyük slalom kurallarına uygun bir şekilde geçerken veri kaydı, 7 ile 8. kapı arasında ilk fotosel geçişiyle başlamış ve 9 ile 10. kapı arasındaki son fotosel geçişiyle sonlanmıştır. Veriler cihaza kaydedilmiş ve her inişin ardından bilgisayara aktarılmıştır. Ham veriler, rotadaki pürüzlülük veya doğal kayak titreşimlerinin neden olduğu birkaç sivri uçlu olduğundan, sıfır açılı low pass dijital filtre uygulanmıştır (eşik, 10 Hz) ve tüm fazlarda ortalama değerler olarak sunulmuştur.

3.5. Verilerin Analizi

Verilerin analizi için SPSS 22 paket program kullanılmıştır. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro-Wilk testi ile bakılmış ve verilerin normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Fazlar arasındaki farklılıkların belirlenmesi için parametrik test olan Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) ve Post-Hoc incelemesi Tukey HSD testi kullanılarak yapılmıştır. Sporcuların eşleştirilmiş bölgelere uyguladıkları basınç

karşılaştırmaları parametrik testlerden Bağımsız Örneklerde (Student) T Testi uygulanarak yapılmıştır. Anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak kabul edilmiştir.



4. BULGULAR

Tablo 1. Gönüllülerin tanımlayıcı bilgileri

n=3	$\bar{X}$	SS	Min	Maks
Yaş (Yıl)	19,33	1,53	18	21
Boy (cm)	178,43	2,97	175,30	181,20
VA (Kg)	75,07	2,35	73,20	77,70
EVA (Kg)	79,30	2,21	77,60	81,80

$\bar{X}$: Ortalama, **SS**: Standart Sapma, **Min**: Minimum, **Maks**: Maksimum, **VA**: Vücut Ağırlığı, **EVA**: Ekipmanlı Vücut Ağırlığı

Tablo 1’de gönüllülerin tanımlayıcı bilgilerinden yaş, boy, VA ve ölçüm esnasındaki EVA değerleri yer almaktadır. Gönüllülerin yaş ortalaması $19,33 \pm 1,53$ yıl, boy ortalaması $178,43 \pm 2,97$ cm, VA ortalaması $75,07 \pm 2,35$ kg, EVA ortalaması ise $79,30 \pm 2,21$ kg olarak tespit edilmiştir.

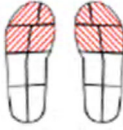
Tablo 2. Gönüllülerin sol dönüşte iç ve dış ayağın tüm ayak, medial ve lateral bölgelerine uyguladıkları basınç değerleri ve bunların fazlar arasındaki karşılaştırmaları.

Sol Dönüş		İç Ayak			Dış Ayak		
Bölgeler	Fazlar	$\bar{X} \pm SS$ (N/Kg)	F	p	$\bar{X} \pm SS$ (N/Kg)	F	p
Tüm Ayak 	F1	3,94 ± 1,27	,130	,878	5,32 ± 1,60^a	6,513	,004*
	F2	4,09 ± 0,86			6,87 ± 0,74^b		
	F3	3,90 ± 0,76			5,81 ± 0,63		
Medial 	F1	1,90 ± 0,70	,092	,912	2,60 ± 0,86^a	6,082	,006*
	F2	1,96 ± 0,51			3,52 ± 0,48^b		
	F3	1,86 ± 0,43			2,83 ± 0,62^{a,c}		
Lateral 	F1	2,04 ± 0,60	,168	,846	2,72 ± 0,79^a	4,263	,023*
	F2	2,13 ± 0,39			3,36 ± 0,42^b		
	F3	2,04 ± 0,40			2,98 ± 0,26		

a, b, c: Her bölgede aynı sütun içerisinde farklı harfleri taşıyan değerler arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır (*p<0,05). **F1:** Faz 1, **F2:** Faz 2, **F3:** Faz 3

Tablo 2’de araştırmaya katılan gönüllülerin sol dönüş fazlarında iç ve dış ayağın sagittal düzlemdeki bölgelerine ve tüm ayağa uyguladıkları basınç değerlerinin ortalamaları yer almaktadır. Bu sonuçlara göre, gönüllülerin sol dönüş esnasında dış ayağın tüm ayak (F= 6,513, p<0,05), medial (F= 6,082, p<0,05) ve lateral (F= 4,263, p<0,05) bölgelerine F1, F2 ve F3 esnasında uyguladıkları basınç değerlerinin ortalamaları arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Anlamlı farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için yapılan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre ise dış ayağın tüm ayak ve lateral bölgelerinde F1-F2 arasında, medial bölgede F1-F2 ve F2-F3 arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir (p<0,05). Diğer değerler arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir (p>0,05).

Tablo 3. Gönüllülerin sol dönüşte iç ve dış ayağın ön, orta ve topuk bölgelerine uyguladıkları basınç değerleri ve bunların fazlar arasındaki karşılaştırmaları.

Sol Dönüş		İç Ayak			Dış Ayak		
Bölgeler	Fazlar	$\bar{X} \pm SS$ (N/Kg)	F	p	$\bar{X} \pm SS$ (N/Kg)	F	p
Ön 	F1	1,65 ± 0,51	,017	,983	2,43 ± 0,69^a	5,705	,007*
	F2	1,68 ± 0,38			3,09 ± 0,40^b		
	F3	1,65 ± 0,44			2,48 ± 0,47^{a,c}		
Orta 	F1	0,74 ± 0,20	,173	,842	1,40 ± 0,46^a	6,469	,004*
	F2	0,78 ± 0,10			1,89 ± 0,29^b		
	F3	0,76 ± 0,11			1,66 ± 0,20		
Topuk 	F1	1,55 ± 0,59	,283	,756	1,49 ± 0,53^a	3,324	,048*
	F2	1,64 ± 0,45			1,90 ± 0,31^b		
	F3	1,49 ± 0,40			1,68 ± 0,27		

a, b, c: Her bölgede aynı sütun içerisinde farklı harfleri taşıyan değerler arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır (* p<0,05). **F1:** Faz 1, **F2:** Faz 2, **F3:** Faz 3

Tablo 3'te araştırmaya katılan gönüllülerin sol dönüş fazlarında iç ve dış ayağın frontal düzlemdeki bölgelerine uyguladıkları basınç değerlerinin ortalamaları yer almaktadır. Bu sonuçlara göre, gönüllülerin sol dönüş esnasında dış ayak ön (F=5,705, p<0,05), orta (F=6,469, p<0,05) ve topuk (F=3,324, p<0,05) bölgelerine F1, F2 ve F3 esnasında uyguladıkları basınç değerlerinin ortalamaları arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Anlamlı farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için yapılan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre ise dış ayak ön bölgesinde F1-F2 ve F2-F3 arasında, orta ve topuk bölgelerinde ise F1-F2 arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir (p<0,05). Diğer değerler arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir (p>0,05).

Tablo 4. Gönüllülerin sağ dönüşte iç ve dış ayağın tüm ayak, medial ve lateral bölgelerine uyguladıkları basınç değerleri ve bunların fazlar arasındaki karşılaştırmaları.

Sağ Dönüş		Dış Ayak			İç Ayak		
Bölgeler	Fazlar	$\bar{X} \pm SS$ (N/Kg)	F	p	$\bar{X} \pm SS$ (N/Kg)	F	p
Tüm Ayak 	F1	4,19 ± 1,21^a	6,037	,006*	4,45 ± 1,12^a	4,489	,019*
	F2	5,41 ± 0,45^b			5,32 ± 0,57^b		
	F3	5,33 ± 1,07^{b,c}			5,26 ± 0,58^{b,c}		
Medial 	F1	2,22 ± 0,71^a	7,942	,002*	2,03 ± 0,64	3,102	,058
	F2	3,05 ± 0,31^b			2,46 ± 0,45		
	F3	3,03 ± 0,65^{b,c}			2,51 ± 0,43		
Lateral 	F1	1,97 ± 0,54	3,100	,058	2,41 ± 0,60^a	3,628	,038*
	F2	2,37 ± 0,18			2,86 ± 0,29^b		
	F3	2,30 ± 0,46			2,75 ± 0,30		

a, b, c: Her bölgede aynı sütun içerisinde farklı harfleri taşıyan değerler arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır (* p<0,05). **F1:** Faz 1, **F2:** Faz 2, **F3:** Faz 3

Tablo 4'te araştırmaya katılan gönüllülerin sağ dönüş fazlarında iç ve dış ayağın sagittal düzlemdeki bölgelere ve tüm ayağa uyguladıkları basınç değerleri yer almaktadır. Bu sonuçlara göre, gönüllülerin sağ dönüş esnasında dış ayağın tüm ayak (F=6,037, p<0,05) ve medial (F=7,942, p<0,05) bölgelerinde, iç ayağın tüm ayak (F=4,489, p<0,05) ve lateral (F=3,628, p<0,05) bölgelerine F1, F2 ve F3 esnasında uyguladıkları basınç değerlerinin ortalamaları arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Anlamlı farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için yapılan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre ise dış ayakta tüm ayak ve medial bölgelerinde F1-F2 ve F1-F3 arasında, iç ayak tüm ayak bölgesinde F1-F2 ve F1-F3 arasında, iç ayak lateral bölgede F1-F2 arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir (p<0,05). Diğer değerler arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir (p>0,05).

Tablo 5. Gönüllülerin sağ dönüşte iç ve dış ayağın ön, orta ve topuk bölgelerine uyguladıkları basınç değerleri ve bunların fazlar arasındaki karşılaştırmaları.

Sağ Dönüş		Dış Ayak			İç Ayak		
Bölgeler	Fazlar	$\bar{X} \pm SS$ (N/Kg)	F	p	$\bar{X} \pm SS$ (N/Kg)	F	p
Ön 	F1	1,89 ± 0,62^a	20,828	,000*	1,77 ± 0,48	,391	,679
	F2	2,91 ± 0,30^b			1,96 ± 0,43		
	F3	2,89 ± 0,33^{b,c}			1,89 ± 0,61		
Orta 	F1	0,70 ± 0,23^a	3,713	,035*	1,30 ± 0,36^a	3,620	,038*
	F2	0,90 ± 0,15			1,52 ± 0,18		
	F3	0,93 ± 0,28^b			1,55 ± 0,15^b		
Topuk 	F1	1,60 ± 0,48	,087	,917	1,37 ± 0,44^a	7,060	,003*
	F2	1,61 ± 0,38			1,85 ± 0,32^b		
	F3	1,52 ± 0,78			1,82 ± 0,26^{b,c}		

a, b, c: Her bölgede aynı sütun içerisinde farklı harfleri taşıyan değerler arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır (* p<0,05). **F1:** Faz 1, **F2:** Faz 2, **F3:** Faz 3

Tablo 5'te araştırmaya katılan gönüllülerin sağ dönüş fazlarında iç ve dış ayağın frontal düzlemdeki bölgelerine uyguladıkları basınç değerlerinin ortalamaları yer almaktadır. Bu sonuçlara göre, gönüllülerin sağ dönüş esnasında dış ayağın ön (F=20,828, p<0,05) ve orta (F= 3,713, p<0,05) bölgelerinde, iç ayağın orta (F= 3,620, p<0,05) ve topuk (F= 7,060, p<0,05) bölgelerinde F1, F2 ve F3 esnasında uyguladıkları basınç değerlerinin ortalamaları arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Anlamlı farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için yapılan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre ise dış ayağın ön bölgesinde F1-F2 ve F1-F3 arasında, orta bölgede F1-F3 arasında, iç ayağın orta bölgesinde F1-F3 arasında, topuk bölgesinde F1-F2 ve F1-F3 arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir (p<0,05). Diğer değerler arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir (p>0,05).

Tablo 6. Gönüllülerin sol dönüş F1 esnasında eşleştirilmiş bölgelere uyguladıkları basınç değerlerinin karşılaştırmaları

Sol Dönüş F1		$\bar{X} \pm SS$ (N/Kg)	%	t	p
DTA		5,32 ± 1,60	57%	2,350	,029*
İTA		3,94 ± 1,27	43%		
DM		2,60 ± 0,86	56%	1,858	,078
İL		2,04 ± 0,60	44%		
DL		2,72 ± 0,79	59%	2,710	,013*
İM		1,90 ± 0,70	41%		
DÖN		2,43 ± 0,69	60%	3,171	,005*
İÖN		1,65 ± 0,51	40%		
DOR		1,40 ± 0,46	65%	4,525	,000*
İOR		0,74 ± 0,20	35%		
DT		1,49 ± 0,53	49%	-,233	,818
İT		1,55 ± 0,59	51%		

DTA: Dış tüm ayak, **İTA:** İç tüm ayak, **DM:** Dış ayak medial, **İL:** İç ayak lateral, **DL:** Dış ayak lateral, **İM:** İç ayak medial, **DÖN:** Dış ayak ön, **İÖN:** İç ayak ön, **DOR:** Dış ayak orta, **İOR:** İç ayak orta, **DT:** Dış ayak topuk, **İT:** İç ayak topuk, * p<0,05

Tablo 6’da araştırmaya katılan gönüllülerin sol dönüş esnasında F1’de iç ve dış ayakta eşleştirilmiş bölgelere uyguladıkları basınç değerlerinin ortalamaları yer almaktadır. Bu sonuçlara göre, sol dönüş F1 esnasında DTA-İTA (t= 2,350, p<0,05), DL-İM (t= 2,710, p<0,05), DÖN-İÖN (t= 3,171, p<0,05), DOR-İOR (t= 4,525, p<0,05) değerleri arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Diğer bölgelerde anlamlı farklılık tespit edilmemiştir (p>0,05).

Tablo 7. Gönüllülerin sol dönüş F2 esnasında eşleştirilmiş bölgelere uyguladıkları basınç değerlerinin karşılaştırmaları

Sol Dönüş F2		$\bar{X} \pm SS$ (N/Kg)	%	t	p
DTA		6,87 ± 0,74	63%	8,530	,000*
İTA		4,09 ± 0,86	37%		
DM		3,52 ± 0,48	62%	7,723	,001*
İL		2,13 ± 0,39	38%		
DL		3,36 ± 0,42	63%	7,394	,000*
İM		1,96 ± 0,51	37%		
DÖN		3,09 ± 0,40	65%	8,907	,000*
İÖN		1,68 ± 0,38	35%		
DOR		1,89 ± 0,29	71%	12,752	,000*
İOR		0,78 ± 0,10	29%		
DT		1,90 ± 0,31	54%	1,675	,110
İT		1,64 ± 0,45	46%		

DTA: Dış tüm ayak, **İTA:** İç tüm ayak, **DM:** Dış ayak medial, **İL:** İç ayak lateral, **DL:** Dış ayak lateral, **İM:** İç ayak medial, **DÖN:** Dış ayak ön, **İÖN:** İç ayak ön, **DOR:** Dış ayak orta, **İOR:** İç ayak orta, **DT:** Dış ayak topuk, **İT:** İç ayak topuk, * p<0,05

Tablo 7’de araştırmaya katılan gönüllülerin sol dönüş esnasında F2’de iç ve dış ayakta eşleştirilmiş bölgelere uyguladıkları basınç değerlerinin ortalamaları yer almaktadır. Bu sonuçlara göre, sol dönüş F2 esnasında DTA-İTA (t=8,530, p<0,05), DM-İL (t=7,723, p<0,05), DL-İM (t=7,394, p<0,05), DÖN-İÖN (t=8,907, p<0,05), DOR-İOR (t=12,752, p<0,05) değerleri arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Diğer bölgelerde anlamlı farklılık tespit edilmemiştir (p>0,05).

Tablo 8. Gönüllülerin sol dönüş F3 esnasında eşleştirilmiş bölgelere uyguladıkları basınç değerlerinin karşılaştırmaları

Sol Dönüş F3		$\bar{X} \pm SS$ (N/Kg)	%	t	p
DTA		5,81 $\pm$ 0,63	60%	6,705	,000*
İTA		3,90 $\pm$ 0,76	40%		
DM		2,83 $\pm$ 0,62	58%	3,755	,001*
İL		2,04 $\pm$ 0,40	42%		
DL		2,98 $\pm$ 0,26	62%	7,675	,000*
İM		1,86 $\pm$ 0,43	38%		
DÖN		2,48 $\pm$ 0,47	60%	4,425	,000*
İÖN		1,65 $\pm$ 0,44	40%		
DOR		1,66 $\pm$ 0,20	69%	13,653	,000*
İOR		0,76 $\pm$ 0,11	31%		
DT		1,68 $\pm$ 0,27	53%	1,331	,199
İT		1,49 $\pm$ 0,40	47%		

Not: **DTA:** Dış tüm ayak, **İTA:** İç tüm ayak, **DM:** Dış ayak medial, **İL:** İç ayak lateral, **DL:** Dış ayak lateral, **İM:** İç ayak medial, **DÖN:** Dış ayak ön, **İÖN:** İç ayak ön, **DOR:** Dış ayak orta, **İOR:** İç ayak orta, **DT:** Dış ayak topuk, **İT:** İç ayak topuk, * p<0,05

Tablo 8’de araştırmaya katılan gönüllülerin sol dönüş esnasında F3’te iç ve dış ayakta eşleştirilmiş bölgelere uyguladıkları basınç değerlerinin ortalamaları yer almaktadır. Bu sonuçlara göre, sol dönüş F3 esnasında DTA-İTA (t=6,705, p<0,05), DM-İL (t=3,755, p<0,05), DL-İM (t=7,675, p<0,05), DÖN-İÖN (t=4,425, p<0,05), DOR-İOR (t=13,653, p<0,05) değerleri arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Diğer bölgelerde anlamlı farklılık tespit edilmemiştir (p>0,05).

Tablo 9. Gönüllülerin sağ dönüş F1 esnasında eşleştirilmiş bölgelere uyguladıkları basınç değerlerinin karşılaştırmaları

Sağ Dönüş F1		$\bar{X} \pm SS$ (N/Kg)	%	t	p
İTA		4,45 ± 1,12	52%	,544	,592
DTA		4,19 ± 1,21	48%		
İM		2,03 ± 0,64	51%	,282	,781
DL		1,97 ± 0,54	49%		
İL		2,41 ± 0,60	52%	,709	,486
DM		2,22 ± 0,71	48%		
İÖN		1,77 ± 0,48	48%	-,516	,611
DÖN		1,89 ± 0,62	52%		
İOR		1,30 ± 0,36	65%	4,854	,000*
DOR		0,70 ± 0,23	35%		
İT		1,37 ± 0,44	46%	-1,199	,243
DT		1,60 ± 0,48	54%		

DTA: Dış tüm ayak, **İTA:** İç tüm ayak, **DM:** Dış ayak medial, **İL:** İç ayak lateral, **DL:** Dış ayak lateral, **İM:** İç ayak medial, **DÖN:** Dış ayak ön, **İÖN:** İç ayak ön, **DOR:** Dış ayak orta, **İOR:** İç ayak orta, **DT:** Dış ayak topuk, **İT:** İç ayak topuk, * p<0,05

Tablo 9’da araştırmaya katılan gönüllülerin sağ dönüş esnasında F1’de iç ve dış ayakta eşleştirilmiş bölgelere uyguladıkları basınç değerlerinin ortalamaları sonuçları yer almaktadır. Bu sonuçlara göre, sağ dönüş F1 esnasında sadece İOR-DOR (t=4,854, p<0,05) değerleri arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Diğer bölgelerde anlamlı farklılık tespit edilmemiştir (p>0,05).

Tablo 10. Gönüllülerin sağ dönüş F2 esnasında eşleştirilmiş bölgelere uyguladıkları basınç değerlerinin karşılaştırmaları

Sağ Dönüş F2		$\bar{X} \pm SS$ (N/Kg)	%	t	p
İTA		5,32 ± 0,57	50%	-,446	,660
DTA		5,41 ± 0,45	50%		
İM		2,46 ± 0,45	51%	,676	,509
DL		2,37 ± 0,18	49%		
İL		2,86 ± 0,29	48%	-1,518	,143
DM		3,05 ± 0,31	52%		
İÖN		1,96 ± 0,43	40%	-6,332	,000*
DÖN		2,91 ± 0,30	60%		
İOR		1,52 ± 0,18	63%	9,106	,000*
DOR		0,90 ± 0,15	37%		
İT		1,85 ± 0,32	53%	1,691	,105
DT		1,61 ± 0,38	47%		

DTA: Dış tüm ayak, **İTA:** İç tüm ayak, **DM:** Dış ayak medial, **İL:** İç ayak lateral, **DL:** Dış ayak lateral, **İM:** İç ayak medial, **DÖN:** Dış ayak ön, **İÖN:** İç ayak ön, **DOR:** Dış ayak orta, **İOR:** İç ayak orta, **DT:** Dış ayak topuk, **İT:** İç ayak topuk, * p<0,05

Tablo 10’da araştırmaya katılan gönüllülerin sağ dönüş esnasında F2’de iç ve dış ayakta eşleştirilmiş bölgelere uyguladıkları basınç değerlerinin ortalamaları sonuçları yer almaktadır. Bu sonuçlara göre, sağ dönüş F2 esnasında sadece İÖN-DÖN (t= -6,332 p<0,05) ve İOR-DOR (t= 9,106 p<0,05) değerleri arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Diğer bölgelerde anlamlı farklılık tespit edilmemiştir (p>0,05).

Tablo 11. Gönüllülerin sağ dönüş F3 esnasında eşleştirilmiş bölgelere uyguladıkları basınç değerlerinin karşılaştırmaları

Sağ Dönüş F3		$\bar{X} \pm SS$ (N/Kg)	%	t	p
İTA		5,26 ± 0,58	50%	-,214	,832
DTA		5,33 ± 1,07	50%		
İM		2,51 ± 0,43	52%	1,146	,264
DL		2,30 ± 0,46	48%		
İL		2,75 ± 0,30	48%	-1,380	,187
DM		3,03 ± 0,65	52%		
İÖN		1,89 ± 0,61	40%	-4,986	,000*
DÖN		2,89 ± 0,33	60%		
İOR		1,55 ± 0,15	63%	6,830	,000*
DOR		0,93 ± 0,28	37%		
İT		1,82 ± 0,26	54%	1,255	,231
DT		1,52 ± 0,78	46%		

DTA: Dış tüm ayak, **İTA:** İç tüm ayak, **DM:** Dış ayak medial, **İL:** İç ayak lateral, **DL:** Dış ayak lateral, **İM:** İç ayak medial, **DÖN:** Dış ayak ön, **İÖN:** İç ayak ön, **DOR:** Dış ayak orta, **İOR:** İç ayak orta, **DT:** Dış ayak topuk, **İT:** İç ayak topuk, * p<0,05

Tablo 11’de araştırmaya katılan gönüllülerin sağ dönüş esnasında F3’te iç ve dış ayakta eşleştirilmiş bölgelere uyguladıkları basınç değerlerinin ortalamaları yer almaktadır. Bu sonuçlara göre, sağ dönüş F3 esnasında sadece İÖN-DÖN (t= -4,986 p<0,05) ve İOR-DOR (t= 6,830 p<0,05) değerleri arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Diğer bölgelerde anlamlı farklılık tespit edilmemiştir (p>0,05).

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Biyomekanik parametreler egzersiz sırasında fizyolojik yanıt üzerinde önemli bir etki yapmaktadır (109). Alp kayağı, dinamik ve statik kas çalışmasının bir karışımı ile karakterize edilen bir aktivitedir (43, 110-112). Araştırmacılar, ulusal ve uluslararası başarıya sahip kayakçıların tekniksel ve taktiksel yeteneklerini karakterize edebilmek adına kayak performansını etkileyen fiziksel mekanizmaların araştırılması için çeşitli çalışmalar yapmışlardır. Bunlar, kayaklar ve kar arasındaki sürtünme (113), vücut duruşunun hava sürtünmesi üzerindeki etkisi (114), yarış tekniğinin zemin tepki kuvvetleri (GRF) üzerindeki etkisi (115), kayakçı hareketlerinin geçiş fazı (gliding) zamanları üzerindeki uygulama noktasını değiştirmedeki etkisi (116) ve iki nokta arasında maksimum kayakçı hızına ulaşmak için optimal tepe şeklinin belirlenmesi gibi (117) araştırmaları kapsamaktadır. Bununla birlikte, alp kayağı araştırmalarındaki bu gelişmelere rağmen, elit sporcunun performansını destekleyen biyomekanik ve fonksiyonel parametreler hala tam olarak anlaşılamamıştır (118).

Aslında, elit alp kayak yarışçıları performansları üzerinde en büyük etkiyi yapan biyomekanik faktörlerin belirlenmesi, bu konuyu incelemek için kullanılan çok çeşitli yaklaşımların ışığında önemli bir sorundur (8). Sonuçlarda sunulduğu gibi, dönüş, bölüm ve pist sürelerine ek olarak (20, 62, 119-121), birkaç araştırmacı, daha hızlı ve daha yavaş elit kayakçıları karşılaştırma girişimlerinde anlık performansı kullanmıştır (10, 12, 20, 122, 123). Bu performans parametrelerini etkileyen faktörleri anlamak ve bu doğrultuda sporcuların kazanmasını sağlayacak küçük farklılıkları belirleyebilmek için bazı kinetik ve kinematik parametrelerin açıklanması gerekmektedir.

Nesnelerin hareketini tanımlayan kinematik, kayakta birçok uygulama alanına sahiptir. Kinematik veri ediniminin temel amacı, kayak sırasında hareket özelliklerinin tanımlanması ve performansla ilgili kinematik parametrelerin belirlenmesidir (43). Kinetik ise hareket etmeyi, özellikle üretilen kuvvetleri ve etkileşimlerini

tanımlamaktadır (25). Kayakçılar geniş alanlarda yüksek hızda hareket ederek, momentumlarını nispeten yüksek oranlarda ayarlamaktadırlar (10, 20, 124, 125). Hebert-Losier et al (8), kayakçıların momentumunu (yani yörüngenin yönü ve yörünge boyunca hızını) yöneten temel mekanizmaları anlamak için kayakçılara etki eden dış kuvvetler belirlenmesi gerektiğini belirtmiştir (12, 20, 121, 122). Hebert-Losier et al (8), kayak yarışmalarının performansını etkilemeye yönelik çalışmaların, postür (10, 114, 126, 127), sürtünme kuvvetleri ve zemin reaksiyon kuvvetleri (GRF) (10, 62), kayakların veya kütle merkezinin izleri (9, 10, 20, 62, 121, 122), dönme tekniği ve dönüş çapı (10, 20, 62, 121), önceki dönüş performansı (10, 12, 62, 122) ve bireysel özellikler (119, 122) olduğunu bildirmiştir. Kinetik bir bakış açısından kayakçıya etki eden en önemli dış kuvvetlerden birisi de GRF'dir (43, 99, 128). Bununla birlikte, GRF'nin, kayakçıların becerisi (129), eğim dikliği (130), pist kurulumu (125), kayak tekniği (100) veya kayakçının vücut pozisyonu (116) gibi diğer faktörlerden de etkilenmesi muhtemeldir (15).

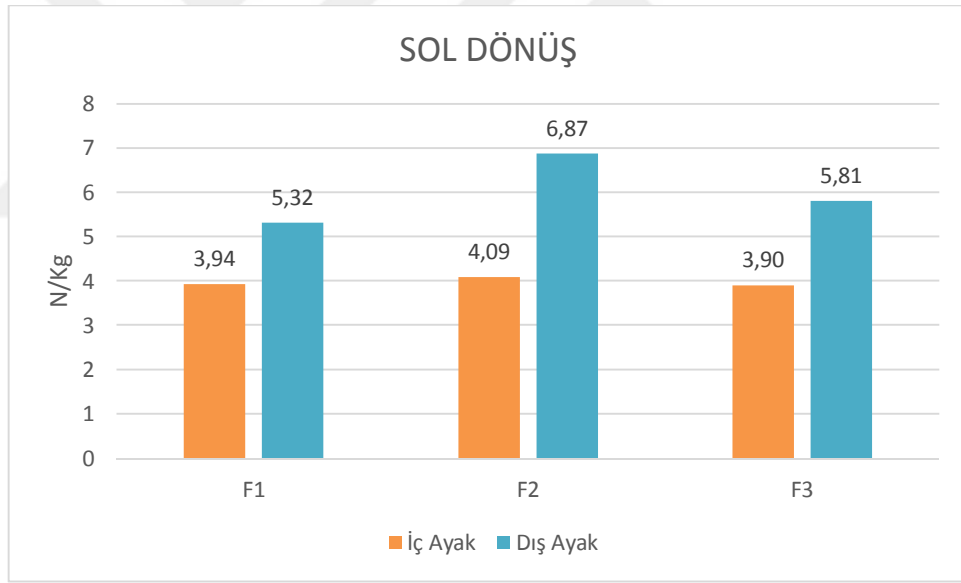
Bir yarış parkuru farklı bölümlerden oluşmaktadır. Çıkış bölümü, dik eğim, düz eğim, dönüşlerin kolay olduğu (her iki kapı arasındaki yatay açının küçük olması) ve keskin dönüşlerin olduğu (her iki kapı arasındaki yatay açının büyük olması) bölümlerde sporcuların davranışları farklılaşmaktadır. Bir yarış parkurunun kısa bölümlerindeki performansın belirlenmesi hayati önem taşır, çünkü nispeten kısa bölümlerde büyük zaman kayıpları meydana gelebilir (119). Dolayısıyla bu bölümlerde yapılacak küçük bir hata sporcunun yarışmayı kaybetmesine neden olabilir. Kazanmayı etkileyen küçük farklar nedeniyle alp kayağının performansını etkileyen faktörleri derinden anlama ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır (8). Yapılan bu çalışmanın amacı ise elit alp kayakçılarının, ardışık iki büyük slalom dönüşünün farklı fazlarında, her iki ayağa uyguladıkları basıncı belirleyerek, dönüş performansını etkileyen biyomekanik faktörlerin açıklanabilmesidir.

5.1. Dönüş Fazlarında Bölgelere Uygulanan Basıncı Değerlerinin Karşılaştırılması

Bu çalışmada sporcuların ardışık iki büyük slalom dönüşü esnasında uyguladıkları basınç değerleri farklı aşamalarda (fazlarda) incelenmiştir. Sporcuların bir dönüş içerisinde ve bu dönüşün farklı fazlarında, ayağın belirlenen bölgelerine uyguladıkları basınç davranışları hakkında bilgi toplayabilmek ve bu fazlar arasındaki farklılıkları

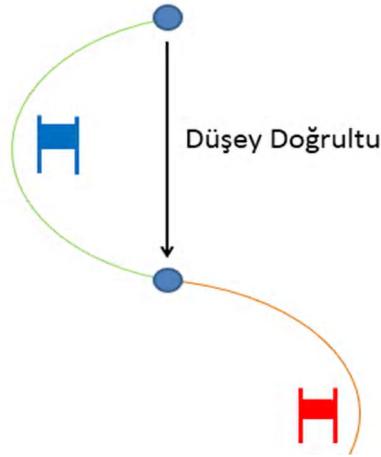
belirlemek için yapılan bu çalışmada, sol ve sağ dönüşler esnasında farklı bölgelere uygulanan basınç değerleri ayrı ayrı incelenmiştir.

Tablo 2’de, gönüllülerin sol dönüşleri esnasında iç ve dış ayağın tüm ayak, sagittal düzlemdeki medial ve lateral bölgelerine tüm fazlarda uygulanan basınç değerleri ve bunların istatistiksel karşılaştırmaları görülmektedir. Bu tablo incelendiğinde gönüllülerin dış ayakta tüm ayak, medial ve lateral bölgelerinde farklı fazlarda uyguladıkları basınç değerleri arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bu farklılıklar tüm ayak ve lateral bölgelerinde F1-F2 arasında, medial bölgede ise F1-F2 ve F2-F3 arasında olduğu tespit edilmiştir. İç ayakta hiçbir bölgede anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Sol dönüş esnasında en yüksek basınç F2 esnasında 6,87 N/kg ile dış ayağa, en düşük basınç ise F3 esnasında 3,90 N/Kg ile iç ayağa uygulanmıştır.



Grafik 1. Sol dönüş fazlarında iç ve dış ayağa uygulanan basınç dağılımı

Gönüllüler sol dönüş esnasında tüm fazlarda dış ayağa daha fazla basınç uyguladığı gözükmemektedir. Ancak anlamlı farklılık sadece dış ayak üzerinde gerçekleşmiştir. Özellikle dış ayak F1 ve F2 arasında oluşan bu farklılık sporcuların dönüşün başlangıcında ve ortasında farklı hareket ettiklerini göstermektedir. Dönüşün başlangıç safhası sırasında merkezci kuvvetler ve bir dönüşün tamamlanması üzerinde oldukça büyük bir etki yaptığı bilinmektedir (118). Sporcular düşey doğrultuyu (şekil 30) geçtikten sonra, kütle merkezi pozisyonu dönüşün sonuna kadar sürekli olarak azaltılır (Şekil 31) (131).



Şekil 30. Kayakta düşey doğrultu.

Dönüşün başlangıç aşamasından önce, bir kayaktan diğerine ağırlık aktarmak için kütle merkezinin (yukarı-boşaltma) belirgin bir yukarı doğru hareketi gereklidir (131). Bu geçiş fazı evresidir ve bu evrede basınç dağılımı her iki ayak için de eşitlenmektedir. Bir önceki dönüşün tamamlanmasının ardından geçiş fazı evresinde ağırlık aktarımı başlamakta ve yeni dönüşün 2. fazı tamamlanıncaya (yani kapıyı geçene) kadar ağırlık aktarımı devam etmektedir. Yani dönüş ilerledikçe, dış ayağa uygulanan ortalama basınç F2'nin sonuna kadar artmaktadır (43, 69). Yapılan çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Gönüllüler dönüşün başlangıcında F1 esnasında dış ayağa 5,32 N/kg basınç uygularken, F2 esnasında bu rakam 6,87 N/kg basınca kadar yükselmiştir. Ancak aynı durum iç ayakta benzer şekilde gerçekleşmemiş ve iç ayağa uygulanan basınç F1 esnasında 3,94 N/kg iken, F2 esnasında buna yakın bir değer olan 4,09 N/kg basınç uygulamışlardır.

Başka bir bulgu ise sagittal düzlemde gönüllüler F1 esnasında sayısal manada daha çok dış ayağın lateral bölgesine basınç uyguladığı ancak F2 esnasında daha çok medial bölgeye uyguladığı ve F3 esnasında tekrar lateral bölgeye uyguladığı tespit edilmiştir. Geçiş fazı evresinde kayakların tabanı yerle tam olarak temas eder ve F1 esnasında dönüş tarafına doğru kayak (kenar) açıları (yer ile arasında) bir artış meydana gelmektedir. Geçiş fazı evresinde kenar değişiminden F1 sonuna kadar ağırlık merkezi sabitlenmediği ve daha çok iç tarafta olduğu için lateral bölgede oluşan basınç daha fazla olmaktadır. Ancak F2 esnasında ağırlık merkezi daha stabil bir duruma gelmektedir ve sporcular bu fazda yerle temas eden bölgelere daha fazla basınç uygulamaktadırlar. Bu da F2 esnasında özellikle dış ayağın medial bölgesine uygulanan

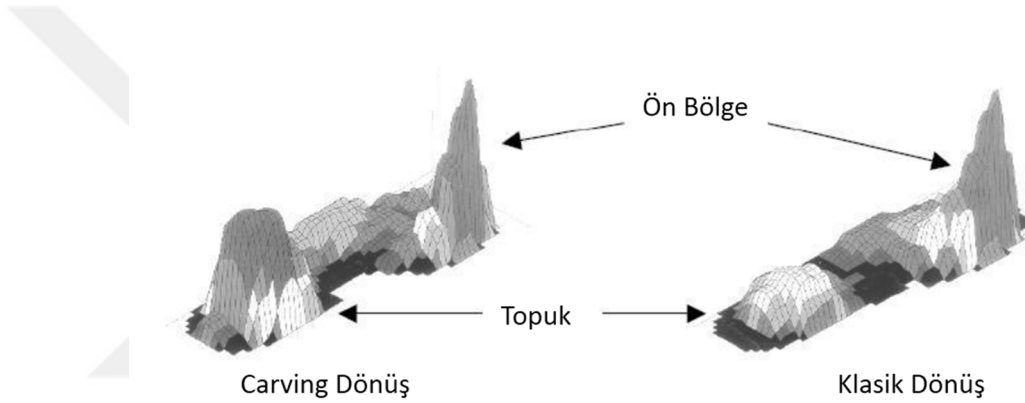
yüksek basıncın nedeni olarak görülebilir. F3'te ise gönüllüler bir sonraki dönüş veya kenar değişimine hazırlandığı için kayak (kenar) açılarında (yer ile arasında) bir azalma meydana gelmektedir ve dolayısıyla bu fazda yüksek basınç tekrar lateral bölgeye doğru kaymaktadır.



Şekil 31. Büyük slalom dönüşü (132).

Tablo 3'te, gönüllülerin sol dönüş esnasında iç ve dış ayağın frontal düzlemdeki ön, orta ve topuk bölgelerine tüm fazlarda uygulanan basınç değerleri ve istatistiksel karşılaştırmaları görülmektedir. Bu tablo incelendiğinde gönüllülerin dış ayakta ön, orta ve topuk bölgelerine farklı fazlarda uyguladıkları basınç değerleri arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Bu farklılıklar ön bölgede F1-F2 ve F2-F3 arasında, orta ve topuk bölgelerinde ise F1-F2 arasında olduğu tespit edilmiştir. İç ayakta hiçbir bölgede anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p > 0,05$). Sol dönüş esnasında frontal düzlemde en yüksek basınç F2 esnasında 3,09 N/Kg ile dış ayak ön bölgeye ve en düşük basınç ise F1 esnasında 0,74 N/Kg ile iç ayak orta bölgeye uygulanmıştır. Frontal düzlemde oluşan farklılıkların tümü dış ayakta gerçekleşmiştir. Bu düzlemde gönüllüler sol dönüşün tüm fazlarında daha çok ön bölgeye basınç uygulamışlardır. Ön bölgeye uygulanan ortalama basınç F1 ile F3'te oldukça benzerdir ancak aynı fazlarda orta ve topuk bölgeleri incelenecek olursa gönüllülerin F3 esnasında F1'e göre daha fazla basınç uyguladıkları gözükmemektedir. Yani dönüş ilerledikçe basıncın ön bölgeden topuk bölgesine doğru hareket ettiği söylenebilir.

Bir kayakçının kayak eksenini boyunca (anterior-posterior) konumunun herhangi bir şekilde kayması, kayak altındaki genel basınç dağılımını ve dolayısıyla kayak ve kar arasındaki temas noktalarındaki gerçek basıncı etkiler (116). Bu dönüşün frontal düzleminde, basınç dağılımında bir kaymanın meydana gelmesi ve bu dönüş fazlarında basıncın ön bölgeden topuk bölgesine doğru hareket etmesi beklenmektedir. Buna paralel olarak Raschner et al (50) carving ve klasik dönüşleri karşılaştırdığı çalışmada, sporcuların, carving dönüşlerde kapıdan sonraki bölümde geriye doğru yaslandığı ve bir sonraki dönüşün başlama evresinde ileriye doğru bir hareket tespit etmiştir.

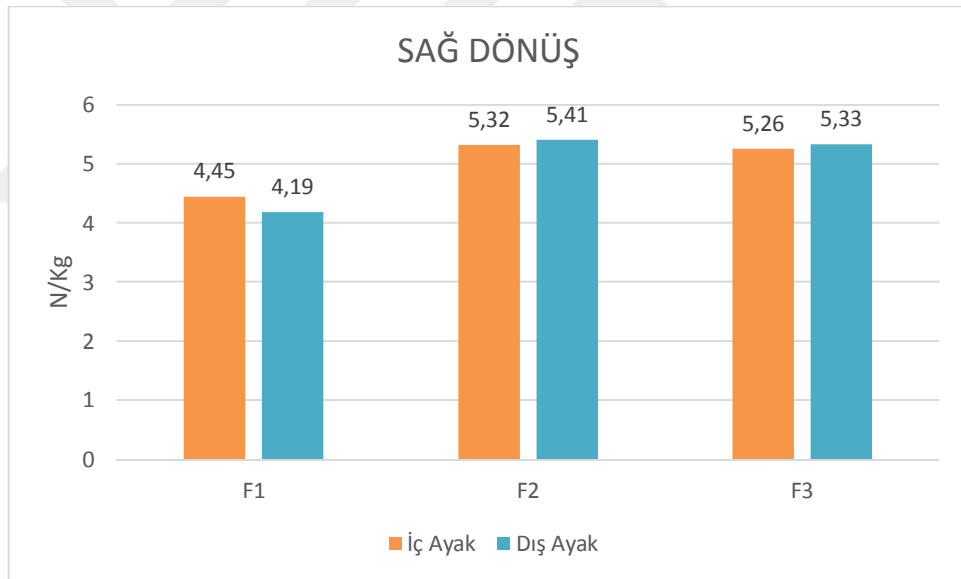


Şekil 32. Raschner et al (50) çalışmalarında belirlediği, sağ dönüş esnasında klasik ve carving tekniğinde dış ayağa uygulanan basınç dağılımı (25).

Aslında kayarken “geriye doğru eğilmenin” sürtünmeyi azaltmak için faydalı olduğu alp disiplini yarışmacıları ve antrenörleri arasında yaygın bir inanıştır (116). Ancak Federolf et al (116), vücudun anterior-posterior (AP) doğrultuda, yani ileri yaslanarak ya da geriye doğru yaslanmasında, nötr bir pozisyon ile karşılaştırıldığında iniş sürelerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edememiştir. Dolayısıyla bu inanıştan öte F3 sonrası yapılacak kenar değişiminden nedeni ile basıncın ön bölgeden topuğa doğru hareket ettiği söylenebilir. Bir başka bulgu ise fazlar arasında gönüllülerin sol dönüş esnasında iç ayağında anlamlı farklılıkların olmamasıydı. Falda-Buscaiot (15) farklı eğimlerdeki basınç farklılıklarını araştırdığı çalışmada, eğim arttıkça dış ayak üzerindeki basınç artarken iç ayak üzerindeki basıncın sabit kaldığını tespit etmiştir. Yani bir dönüş üzerinde basıncın etkileneceği en önemli bölümün dış ayak olduğu anlaşılmaktadır. Bu da elde ettiğimiz bulguları destekler niteliktedir. Diğer bölgelerde

de F1 ve F2 arasında anlamlı farklılıkların olmasının nedeni ise gönüllülerin F2 de yüksek basınç uygulamasından kaynaklanmaktadır.

Tablo 4'te, gönüllülerin sağ dönüşleri esnasında iç ve dış ayağın tüm ayak ve sagittal düzlemdeki medial-lateral bölgelerinin tüm fazlarda uygulanan basınç değerleri ve bunların istatistiksel karşılaştırmaları görülmektedir. Bu tablo incelendiğinde gönüllülerin dış ayağın tüm ayak ve medial bölgelerinde, iç ayağın ise tüm ayak ve lateral bölgelerinde farklı fazlarda uyguladıkları basınç değerleri arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bu farklılıklar dış ayakta tüm ayak ve medial bölgelerinde F1-F2 ve F1-F3 arasında, iç ayakta tüm ayak bölgesinde F1-F2 ve F1-F3 arasında, iç ayak lateral bölgesinde ise F1-F2 arasında olduğu tespit edilmiştir. Sağ dönüş esnasında en yüksek basınç Faz 2 esnasında 5,41 N/Kg ile dış ayağa, en düşük basınç ise Faz 1 esnasında 4,19 N/Kg ile yine dış ayağa uygulanmıştır.



Grafik 2. Sağ dönüş fazlarında iç ve dış ayağa uygulanan basınç dağılımı

Ardışık dönüşlerdeki performansın karşılıklı bağımlılığı birkaç maddede işaret edilmiştir (10, 12, 62, 122). Bunlardan biri, herhangi bir dönüş giriş ve çıkış koşullarının, önceki dönüşten çıkış koşullarıyla ve sonraki dönüş giriş ile yakından ilişkili olduğu vurgulanmıştır (10). Eğer bu şartlar sağlanırsa ardışık dönüşlerde mekanik parametrelerin birbirlerine benzer olması beklenmektedir. Spesifik olarak, sağ(dış) ayak basıncı sol dönüşlerde ve tam tersi her sağa dönüş için sol (dış) ayağın basınç oranı daha yüksek olmalıdır. Sol dönüş için sağ (dış) ayağın maksimum ayak basıncı oranını, sağ dönüşte de (sol ayak için) yakalamamız gerekmektedir (5). Ardışık

iki dönüşün incelendiği bu çalışmada sağ dönüş esnasında gönüllülerin uyguladıkları basınç değerleri sol dönüşteki gibi gerçekleşmediği gözükmektedir. İç ve dış ayağın tümüne uygulanan basınç incelendiğinde gönüllülerin tüm fazlarda iç ve dış ayağa benzer basınç uyguladığı ancak 3 fazın ortalamasında iç ayağa daha fazla basınç uyguladığı tespit edilmiştir (Grafik 2). Grafik 2’de görüldüğü gibi F1 ile F2 ve F3 arasında büyük basınç farklılığı gözükmektedir. Dolayısıyla her iki ayakta (tüm ayak) da F1 ile F2 ve F3 arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir.

Sağ dönüş esnasında dış ayağın medial bölgesine uygulanan basınç lateral bölgeden daha yüksektir. Bu bölgede basıncın yüksek olmasının nedeni ise dönüş esnasında dış kayağın iç kenarının yere temas etmesinden ve sporcuların daha keskin dönüş yapabilmesi için diz açısını (medial yönde) artırarak, ayak bileğinin iç kenarını, kayak ayakkabısının iç kenarına yaslamasından dolayı dış ayağın medial bölgesinde basıncın arttığı düşünülmektedir. Aynı durum iç ayakta da benzer şekildedir ve sağ dönüş esnasında sporcuların iç kayağının dış kenarı yerle temas halinde olduğu için lateral bölgeye uygulanan basınç değerleri medial bölgeden daha yüksek olmaktadır. Bu bölgelerde anlamlı farklılıkların oluşmasının nedeni ise sporcuların geçiş fazı evresinde ağırlığı azaltma veya yükselme nedeni ile uygulanan basınç, dönüşün başlangıcında diğer fazlara göre daha azdır (Şekil 33). F2 esnasında uygulanan basınç F1’e göre dış ayak medial bölgede yaklaşık 1,4 kat, iç ayak lateral bölgede ise 1,2 kat arttığı gözükmektedir ve bu durum özellikle F1 ve F2 arasında anlamlı derecede farklılığın oluşmasının en temel nedenidir.



Şekil 33. Giligen et al (133) yaptıkları çalışmada elit alp kayakçısının kapı geçişi (Fotoğraf: Philippe Chevalier).

Tablo 5’te, gönüllülerin sağ dönüş esnasında iç ve dış ayağın frontal düzlemdeki ön, orta ve topuk bölgelerinin tüm fazlarda uygulanan basınç değerleri ve istatistiksel karşılaştırmaları görülmektedir. Bu tablo incelendiğinde gönüllülerin dış ayakta ön ve orta bölgelerinde, iç ayakta ise orta ve topuk bölgelerine farklı fazlarda uyguladıkları basınç değerleri arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bu farklılıklar ön bölgede F1-F2 ve F2-F3 arasında, orta ve topuk bölgelerinde ise F1-F2 arasında olduğu tespit edilmiştir. Sağ dönüş esnasında frontal düzlemde en yüksek basınç Faz 2 esnasında 2,91 N/Kg ile dış ayak ön bölgeye ve en düşük basınç ise Faz 1 esnasında 0,70 N/Kg ile dış ayak orta bölgeye uygulanmıştır.

Gönüllülerin frontal düzlemde, hem iç hem de dış ayağa uyguladıkları basınç değerlerinde anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Sol dönüş incelendiğinde anlamlı farklılık sadece dış ayak üzerinde bulunmaktadır. Bu durum, gönüllülerin sağ dönüş esnasında iç ayağa sol dönüşten farklı bir şekilde basınç uyguladığını göstermektedir. Gönüllülerin sağ dönüş esnasında dış ayak ön bölgeye uyguladığı basınç değerleri iç ayak ön bölgeye uyguladıklarından daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Sporcuların daha çok ön bölgeye basınç uygulaması ise kayağın uygun bir şekilde eğilmesi için gerekli olan (134), botun ön kısmına alt bacak ile yüklenerek öne doğru eğilen bir vücut ile ilişkilidir (135). Bu ayrıca kayaklar ve botlarla ileriye doğru hareket eden bir ağırlık merkezi ile ilgili olmalıdır (17). Falda-Buscaiot et al (15) yaptıkları çalışmada pist eğiminin dönüş sırasında bu AP kaymasını etkilemediğini göstermiştir; dik eğimde dönüş sırasında topuktaki relatif yükü denk olana kadar artmaktadır ya da düz eğim koşulunda ayağın ön kısmındaki relatif yükü aşırı olmaktadır. Yapılan çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Sporcuların dış ayağın ön bölgesine uyguladığı basınç, topuk bölgesine uyguladıkları basıncın neredeyse 2 katı (F2 ve F3’de) olduğu gözükmemektedir. Yani düz eğimde sporcuların daha çok ön bölgeye basınç uygulama eğiliminde olduğunu görülmektedir ve Falda-Buscaiot et al (15) yaptıkları çalışmayı destekler niteliktedir.

Gönüllülerin özellikle iç ayağın orta ve topuk bölgesine dış ayaktan daha fazla basınç uyguladığı gözükmemektedir. Kayakçıların ağırlığının kayakların iç kenarlarına doğru kayması (kenar), genel basınç dağılımını değiştirir. Kayak testleri ve kayak yarışları sırasındaki gözlemler, yüksek hızlarda kayakçıların kayağın iç kenarlarına yüklenme eğiliminde olduğunu göstermektedir. Bu durumun hareket stabilitesine katkıda

bulunduğu, ancak sürtünme için dezavantajlı olduğu varsayılmaktadır (116). Yani sporcuların performanslarını olumsuz yönde etkilediği söylenebilir. Gönüllülerin iç ayak basınç değerleri incelendiğinde ise ön bölgedeki basınç stabil kalırken orta ve topuk bölgelerinde anlamlı derecede artış oluşmuştur. Bu durumda gönüllüler dönüş fazlarında ilerledikçe ağırlık merkezleri topuğa doğru kaymıştır. Gönüllülerin sağ dönüşte daha çok iç ayağa yüklenmesi, dominant ayağı kullanma eğiliminden dolayı gerçekleştiği düşünülebilir. Yu et al (5) yaptıkları çalışmada sol ve sağ dönüşler arasındaki uyumsuzluğu tanımlayan yanal asimetrisinin (Lateral asymmetry), genellikle kayak dönüşlerinin performansını etkileyen bir özellik olarak kabul edildiğini belirtmiştir (136). Dolayısıyla sol ve sağ dönüşler arasında zaman ve istikrar açısından bir fark olabileceğini tahmin edilmektedir. Bu nedenle, sol ve sağ dönüşlerin performansında bir fark veya yanal-asimetri olduğu hipotezi makul olacaktır (5). Çalışmamızdaki bulgular da bu ifadeyi destekler niteliktedir.

5.2. Eşleştirilmiş Bölgelerinin Karşılaştırması

Bu çalışmada, elit alp disiplini sporcularının her dönüş fazında belirlenen ve eşleştirilen bölgelere uyguladıkları basınçların karşılaştırması yapılmıştır. Eşleştirilen bölgelere uygulanan basınç değerleri F1, F2 ve F3'te ayrı ayrı incelenmiştir. Tablo 6 incelendiğinde, gönüllülerin sol dönüş F1 esnasında, her iki ayağın eşleştirilen bölgelerine uyguladıkları basınç ortalamaları arasında DM-İL ve DT-İT bölgeleri haricindeki tüm bölgelerde anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). Sol dönüş F1 esnasında gönüllüler ortalama %57 dış ayağa ve %43 iç ayağa basınç uygulamışlardır. En büyük farklılık DOR-İOR (%65-%35) arasında oluşurken, en düşük farklılık DT-İT (%49-%51) arasında oluşmuştur.

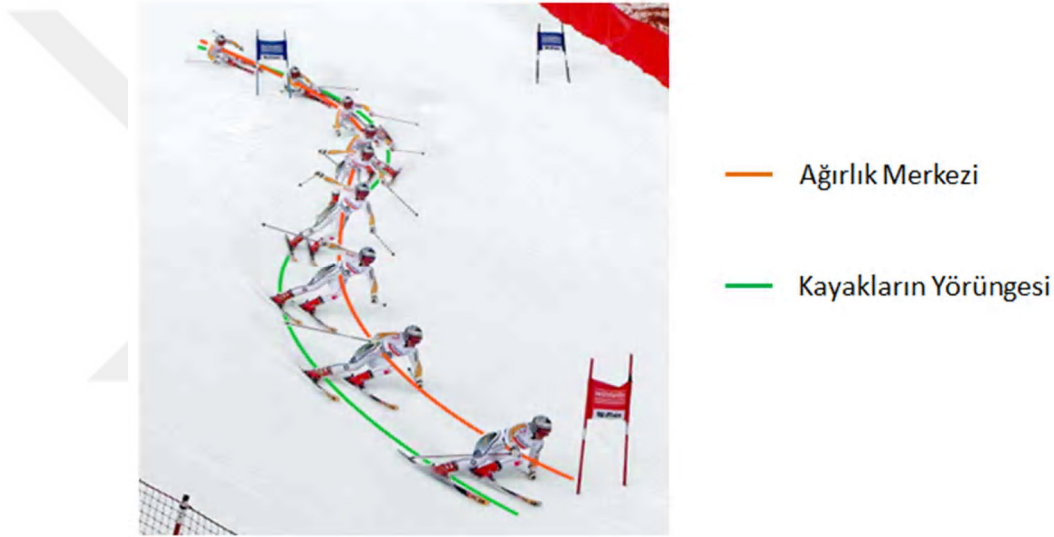
Tablo 6'ya daha detaylı bakılacak olursa, gönüllüler sol dönüş F1 esnasında topuk bölgesi haricinde tüm eşleştirilmiş bölgelerde dış ayağa daha fazla basınç uygulamışlardır. Bu, daha önce yapılan, farklı eğimlerde sporcuların uyguladığı basınç farklılıklarının araştırıldığı (15), basıncın, dış ayakta, ayak tipinden bağımsız olarak iç ayaktan daha fazla olduğunu gösteren (137) veya kuvvet-zaman serilerine dayanan dış ayak için daha yüksek basıncı gösteren önceki çalışmaları desteklemektedir (100). Literatürde de belirtildiği gibi dış ayakla iç ayak arasında anlamlı farklılıkların olması olağandır.

Sagittal düzlemde dış ayağa daha fazla basınç uygulandığı gözükmemektedir. DM üzerine %56 basınç uygulanırken, İL üzerine %44 oranında basınç uygulanmıştır. Ancak DM-İL arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p<0,05$). Literatürde ve deneysel gözlemlerde gösterildiği gibi basınç kayakların yerle temas eden kenarlarına etki eder (116, 138). Bu nedenle, dış ayağın medial yarısına lateral yarısından ve iç ayağın lateral yarısına medial yarısından daha fazla basınç uyguladığı tespit edilmiştir (15). Yapılan çalışmada da benzer sonuçlarla karşılaşılmıştır ve iç ayağın lateral yarısına medial yarısından, dış ayağın medial yarısına lateral yarısından daha fazla basınç uygulandığı tespit edilmiştir. Dış ayakta, dönüşün başlangıç aşamasından kapı geçişine kadar basınç sürekli olarak artmaktadır. Ancak, dönüşün başlatma aşamasında özellikle diz açıları henüz döngüsünü tamamlamadığı ve ağırlık merkezinde bir stabilizasyon olmadığı (diz açılarında yaşanan plato ile oluşur) için sagittal düzlemde basınçlar benzeyebilir. Her ne kadar dış ayağa sayısal manada daha fazla basınç uygulanmış olsa da F1 esnasında anlamlı farklılığın görülmemesi nedeninin bu olduğu düşünülmektedir. Ayrıca yapılan çalışmada DT-İT bölgeye uygulanan basınç oranı iç ayak için %51, dış ayak için %49 olarak bulunmuş ve aralarında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Gönüllüler F1 esnasında frontal düzlemde daha çok ön bölgeye basınç uygulama eğiliminde olduğu için topuk bölgesindeki basınç değerlerinde benzerlik oluşması beklenen bir durumdur.

Tablo 7 incelendiğinde, gönüllülerin sol dönüş F2 esnasında DT-İT bölgesi haricindeki eşleştirilmiş diğer bölgeler arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). Gönüllüler bu fazda %63 dış ayağa ve %37 iç ayağa basınç uygulamışlardır. Eşleştirilen tüm bölgelerde basıncın daha büyük bir bölümü dış ayağa uygulanmıştır. En büyük farklılık DOR-İOR (%71-%29) arasında oluşurken, en düşük farklılık DT-İT (%54-%46) arasında oluşmuştur.

Sporcuların en yüksek basınç uyguladığı safha olan F2 esnasında daha çok dış ayağa basınç uyguladıkları tespit edilmiştir. Klous (83) yaptığı çalışmada dış bacak üzerindeki dikey yükleri vücut ağırlığının ortalama 1,5 katı civarında ve iç bacakta da vücut ağırlığının bir katından daha az olduğunu tespit etmiştir. Müller et al (76) yaptığı çalışmada sert bir zeminde (pistte), dikey kuvvetlerin vücut ağırlığının yaklaşık 1,4 katı olduğunu bulmuşlardır. Yapılan çalışmada ise dikey kuvvetler yaklaşık olarak vücut ağırlığının 1,1 katı, dış ayağa uygulanan kuvvet ise iç ayağın yaklaşık olarak 1,7 katı olduğu tespit edilmiştir. Dönüşün en önemli noktası olan kapı geçişinin bulunduğu F2

safhası, sporcuların en yüksek dış diz açısına ulaştığı (yani ayakların vücuttan en çok uzaklaştığı) ve de dolayısıyla ağırlık merkezinin daha içerde (medial) olduğu bölümdür (Şekil 34). Bu duruma daha detaylı bakıldığında geçiş fazı evresinde yaklaşık 90 derece açıda olan dış diz açısı, Müller and Schwameder (43) tarafından dönüşün ilk fazı (F1) sırasında 90 derece ile 120 derece arasında hızlı bir artış, ardından kapı geçişi (F2) sırasında 120-130 derecelik bir plato oluştuğunu tespit etmiştir. Carving dönüş esnasında diz açısı arttıkça ayaklar merkezkaç kuvvetini telafi etmek ve daha keskin dönüş yapabilmek için vücut ağırlığının merkezinden dışa doğru uzaklaşır ve bu da stabilizasyonun sağlanmasına yardımcı olmaktadır.

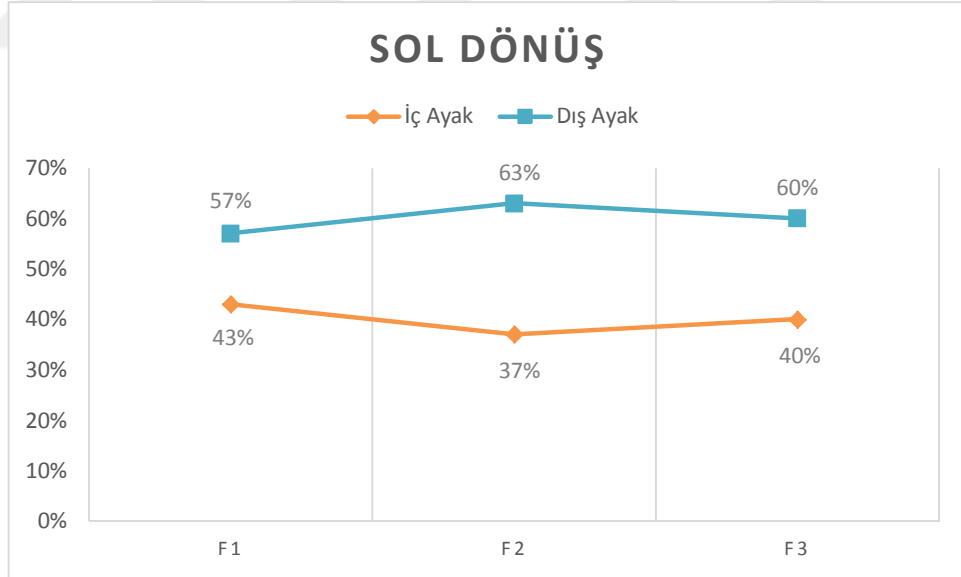


Şekil 34. Ağırlık merkezi ve kayakların yörüngesi (132).

Falda-Buscaiot et al (15) göre dönüş fazları, büyük slalom dönüşlerindeki GRF'nin modifikasyonunda da önemli bir rol oynadığını bildirmiştir. Dış ayağa uygulanan GRF, dönüşün başlangıcından Faz 2'nin sonuna, yani kapıyı geçtikten sonraki bölüme kadar arttığını bildirmiştir (43, 69, 137). Bu çalışmada elde edilen bulgulara bakıldığında, diz açısında gerçekleşen bu artışla birlikte GRF'nin de benzer bir artış yaptığı görülmektedir. Dış diz açısının plato seviyesine ulaştığı bölümde (kapı geçişinin ardından) ise en yüksek GRF'nin oluştuğu gözlemlenmiştir. Yani dönüşlerde GRF'nin diz açısıyla paralel hareket ettiği söylenebilir; diz açısı arttıkça GRF artar, diz açısı azaldıkça GRF azalır. Dolayısıyla dış ayağa daha fazla basınç uygulanması bu nedenlerle de açıklanabilir.

Klous (83)'un yaptığı çalışmada ise medial-lateral (ML) ve AP kuvvetler, dış ve iç bacaklar arasında eşit olarak dağıldığını, ancak dikey kuvvetlerden çok daha küçük olduğunu tespit etmiştir. Yapılan çalışmada ise dış ve iç bacaklar arasında ML kuvvetler benzerlik gösterirken, AP kuvvetler benzerlik göstermemiştir. Bu durumun pist veya dönüş safhalarından kaynaklandığı söylenebilir. DT-İT arasında anlamlı farklılığın tespit edilememesi ise dönüşün en önemli bölümünde(F2) ayakları uygun doğrultuda yönlendirebilmek için basıncın daha fazla ön bölgeye uygulanması gerektiğinden gönüllülerin bu bölümde topuk bölgesine benzer basınç dağılımı(%54 dış, %46 iç) uyguladığı gözükmemektedir.

Tablo 8 incelendiğinde, gönüllülerin sol dönüş F3 esnasında DT-İT bölgesi haricindeki eşleştirilmiş diğer bölgelerde anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bu fazda gönüllüler %60 dış ayağa ve %40 iç ayağa basınç uygulamışlardır. Eşleştirilen tüm bölgelerde basıncın daha büyük bir bölümü dış ayağa uygulanmıştır. En büyük farklılık DOR-İOR (%69-%31) arasında oluşurken, en düşük farklılık DT-İT (%53-%47) arasında oluşmuştur.



Grafik 3. Sol dönüş fazlarında iç ve dış ayağa uygulanan basınç yüzdeleri.

F2'de esnasında dış diz açısında yaşanan platonun ardından bir sonraki dönüş hazırlığı için bu açı tekrar azalmaya başlamaktadır ve bu aşama sonrasında F3 safhası gelmektedir. Bu fazda tüm eşleştirilmiş bölgelerde basıncın büyük bir bölümü önceki fazda olduğu gibi yine dış ayağa uygulanmıştır. Bu safhada sporcular bir sonraki dönüş için ağırlık aktarımını daha kolay yapabilmek ve bir sonraki dönüş çizgisini

yakalayabilmek için yükselmektedirler. Bir sonraki aşama olan geçiş fazına kadar yükselme devam etmektedir (Şekil 35).

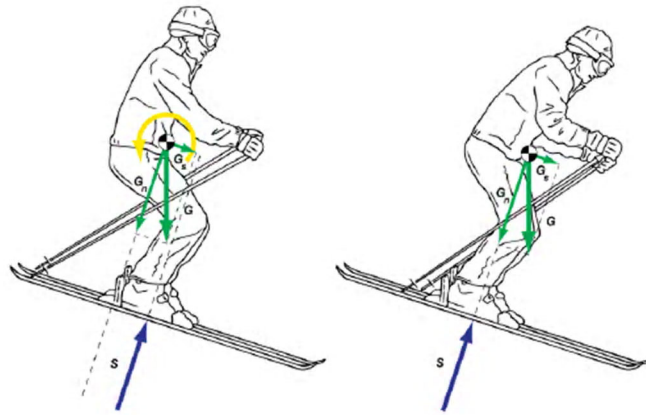


Şekil 35. Büyük slalom dönüşü (139).

Bu durumdan dolayı sporcuların özellikle dış ayağa uyguladıkları basınç değerlerinde azalma meydana gelmektedir. Bu bölümde ağırlık aktarımı için yükselme gerçekleştirilirken sporcuların diz açılarındaki yaşanan değişiklik dolayısıyla ve de geçiş fazı evresine hazırlığı esnasında, ağırlık merkezinin iç bölgeden ortaya ve de geriye doğru kayması beklenmektedir. Ancak eşleştirilen bölgelere bakıldığında bu safhada basıncın büyük bir bölümü dış ayağın lateral ve ön bölümünde bulunmaktadır. Falda-Buscaiot et al (15) yaptıkları çalışmada ise sporcuların dönüşün tamamlanması aşamasında dış ayağa uyguladıkları basıncın düz pistte (11°) daha çok topuk ve lateral bölgeye, dik pistte (28°) ise ön ve lateral bölgeye uygulandığını tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmada elde edilen bulgular, Falda-Buscaiot et al (15)'in düz eğimde tespit ettiği "lateral bölgeye daha fazla basınç uyguladığı" ifadesini desteklemektedir. Ancak sporcuların topuk bölgesi yerine daha fazla ön bölgeye basınç uyguladığı gözükmemektedir. Bunun nedeni olarak yapılan çalışmada ölçümler $\sim 15^\circ$ eğimde gerçekleştiği için sporcuların daha fazla öne doğru hareket etmesinden kaynaklandığı söylenebilir.

Dik pistte ağırlık merkezinin geri kayması telafi edilemeyecek sonuçlar doğurabilir. Bu nedenle dik pistte sporcuların öne doğru ağırlık aktarması beklenmektedir (Şekil 36). Düz pistte ise ağırlık merkezinin geri kayması sporcunun kontrol edebileceği bir durumdur ve geçiş fazı evresi sonrasında ağırlık merkezini tekrar öne taşıyabilmektedir.

Ancak bu durum sporcuların teknik ve taktik anlayışına göre farklılık gösterebilmektedir.



Şekil 36. Kayaklar hareket halindeyken ağırlık merkezinin korunması için üst vücudun öne hareketi (132).

Gönüllülerin bu fazda daha çok ön bölgeye basınç uygulama eğiliminde oldukları için DT-İT bölgesinde anlamlı farklılığın oluşmaması olağan bir durumdur. Gönüllülerin F3'de lateral bölgeye daha fazla basınç uygulaması ise ağırlık aktarımından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yani sporcular bulunduğu dönüşün 3. fazındaki dış kayağı, bir sonraki dönüşte iç kayak olacağı için basıncın aynı ayak içerisinde lateral aktarımı da söz konusu olmaktadır. Bu durumda ayağın dış bölümünde basıncın fazla olmasına neden olmaktadır.

Tablo 9 incelendiğinde, gönüllülerin sağ dönüş F1 esnasında sadece İOR-DOR bölgesinde anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bu fazda gönüllüler %48 dış ayağa ve %52 iç ayağa basınç uygulamışlardır. Eşleştirilen bölgelerde sadece ön ve topuk bölgelerinde daha fazla dış ayağa basınç uygulanmıştır. En büyük farklılık İOR-DOR (%35-%65) arasında oluşurken, en düşük farklılık İM-DL (%51-%49) arasında oluşmuştur.

Sağ dönüş F1'de hem iç hem de dış ayaklar üzerinde, mevcut dönüşün başlangıç aşamasında basınç düşük olduğunda eşit olarak dağılmıştır. Bu bulgular Falda-Buscaiot et al (15) yaptıkları çalışmayı destekler niteliktedir. Bu, önceki dönüşteki dış kayaktan, mevcut dönüşün dış kayağına yapılan ağırlık transferi ile açıklanabilir. Sol dönüş F1 esnasında sporcular ağırlık aktarımını daha erken oluştururken F1 esnasında dış ayakla iç ayak arasında anlamlı farklılık tespit edilmişti. Ancak sağ dönüş esnasında bu

farklılığın olmaması sporcuların sol ve sağ dönüşlerde farklı davranışlar sergilediğini göstermektedir.

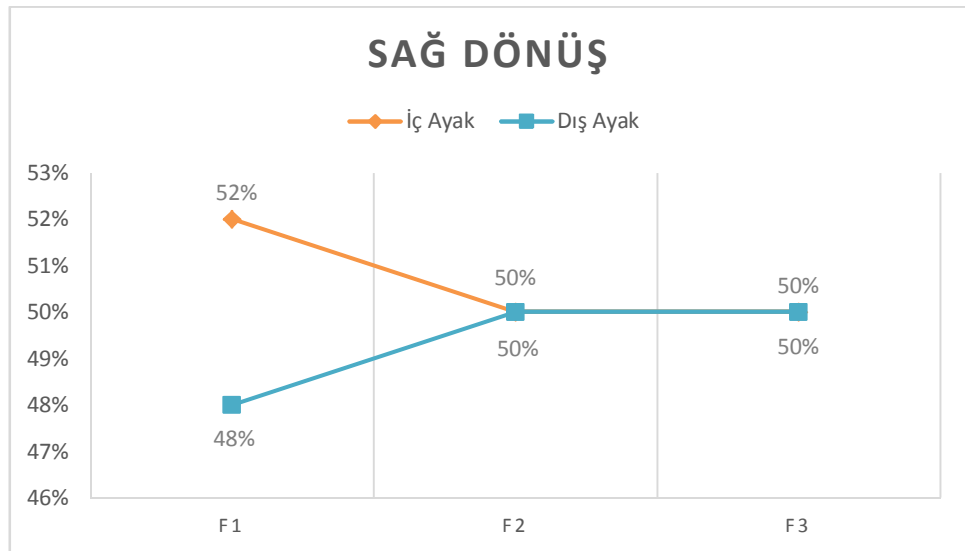
DTA ve İTA basınç değerleri incelendiğinde iç ayağa daha fazla basınç uygulandığı tespit edilmiştir. Aslında, iç ayak üzerinde geniş bir basınç uygulanırsa kayakçılar dönüşün içine ve uzağa doğru yaslanmaları gerekecektir ve dahası zaten açıklanmış olan nedenlerden dolayı, kayakçılar iç bacakta dış kuvvetler tarafından üretilen yüksek torkları tutamayacaktır (15). Ancak dönüşün başlangıç aşamasında oluşan bu durum sporcuların ağırlık aktarımını henüz tamamlamadığı için telafi edilebilecek bir pozisyon ortaya çıkaracaktır. Dolayısıyla sporcular her ne kadar iç bölgeye daha fazla basınç uygulamış olsalar da dönüşte üretilen yüksek torkları F2'nin sonuna kadar telafi edebileceklerdir. Anlamli farklılığın sadece İOR-DOR arasında oluşması ise ayağın anatomik yapısından kaynaklandığı söylenebilir. Bu durum son bölümde tartışılacaktır.

Tablo 10 incelendiğinde, gönüllülerin sağ dönüş F2 esnasında sadece İÖN-DÖN ve İOR-DOR bölgelerinde anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Bu fazda gönüllüler %50 dış ayağa ve % 50 iç ayağa basınç uygulamışlardır. Eşleştirilen bölgelerde sadece İÖN-DÖN ve İL-DM bölgelerinde daha fazla dış ayağa basınç uygulanmıştır. En büyük farklılık İOR-DOR (%63-%37) arasında oluşurken, en düşük farklılık DTA-İTA (%50-%50) arasında oluşmuştur.

Dönüş için, kayakçıların kayaklarını kenara yatırmaları (edge) ve bükmeleri gerekmektedir ve bu da merkezci kuvvet yaratmaktadır. Kayakçılar stabilitelerini korumak için dönme sırasında uygulanan harici kuvvetleri ve torkları kontrol etmesi gerekmektedir. Zemin reaksiyon kuvveti kayakçının ağırlık merkezi ile hizalanmasını kontrol etmek için dış ayağın üzerinde daha yüksek bir GRF gerekli olabilir, bu nedenle kayakçı dönerken dengede kalmasına izin verir (15). Özellikle F2, dönüşün en yüksek harici kuvvetleri ve torklarının olduğu bölüm olduğu için sporcuların bu bölümde daha fazla dış ayağa basınç uygulaması beklenmektedir. Ancak elde edilen veriler incelendiğinde %50 iç ve %50 dış ayağa eşit bir şekilde uygulanmıştır. Kayakçılar her iki kayağa da eşit bir kuvvet uygularsa küçük dönüş çaplarına ulaşamayabilir. Bu nedenle, küçük bir dönüş çapı ile bir carving dönüşünü etkili bir şekilde gerçekleştirmek için bir kayak üzerinde kuvvetli basınç gerekebilir. Bu güçlü basınç ise sadece dış ayak üzerinde gerçekleştirilebilir (15).

F2’de sol dönüşte dış ayak lehine %63-%37 olacak şekilde basınç uygulayan gönüllüler sağ dönüşte benzer bir davranış sergilememişlerdir. Aslında pist koşullarında herhangi bir farklılık bulunmuyorsa sporcuların sol ve sağ dönüşlerde kinetik açıdan simetrik bir performans sergilemesi beklenmektedir. Falda-Buscaiot et al (15) yaptıkları çalışmada elde ettiği bulgular neticesinde bir alp disiplini büyük slalom dönüşü sırasında her iki ayağın farklı rolleri olduğunu vurgulamıştır. Bu çalışmada elde edilen veriler incelendiğinde her ayağın ve her dönüşün farklı rolleri olduğunu göstermektedir. Anlamlı farklılık ise İÖN-DÖN ve İOR-DOR arasında tespit edilmiştir. Sporcuların, bu faz esnasında yönlendirmeyi daha iyi yapabilmeleri ve kayağın bu yönlendirmeyi başlattığı bölümün (kayağın ön kısmının) yere daha iyi tutunabilmesi için ayağın ön kısmına basınç uygulaması gerekmektedir. Bu nedenle, iç ve dış ayağın ön bölgeleri arasında anlamlı farklılık oluşması beklenmektedir.

Tablo 11 incelendiğinde, gönüllülerin sağ dönüş F3 esnasında sadece İÖN-DÖN ve İOR-DOR bölgelerinde anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bu fazda gönüllüler %50 dış ayağa ve %50 iç ayağa basınç uygulamışlardır. Eşleştirilen bölgelerde sadece İÖN-DÖN, İL-DM ve DTA-İTA bölgelerinde daha fazla dış ayağa basınç uygulanmıştır. En büyük farklılık İOR-DOR (%63-%37) arasında oluşurken, en düşük farklılık DTA-İTA (%50-%50) arasında oluşmuştur.



Grafik 4. Sağ dönüş fazlarında iç ve dış ayağa uygulanan basınç yüzdeleri

Sağ dönüş F3’de, F2’ye çok benzer bir basınç dağılımının olduğu gözükmektedir. Tüm bölgelerde uygulanan basıncın benzemesi sporcuların dönüşün tamamlanacağı bölümde bir önceki pozisyonunu devam ettirdiği anlamına da gelebilir. Bir dönüşte

basıncın büyük bir bölümünün dış ayakta olduğu yapılan çalışmalarla da belirtilmiştir (15, 100, 131). Ancak sağ dönüşte, sağ ayağa daha fazla basınç uygulanmış olması, vücut ağırlığının daha fazla iç tarafta kaldığı, bunun sonraki fazlarda da oluşabileceği ve dönüşün performansını etkileyebileceği söylenebilir. Gönüllülerin F2’de iç ayağa daha fazla basınç uygulaması, F3’te benzer şekilde basınç uygulamasına neden olmuştur. Bunun nedeni ise bir önceki fazda oluşan ağırlık merkezi kaymasının kısa bir faz süresinde telafi edilememesidir. Yine benzer şekilde F2’deki gibi F3’te de iç ile dış ayağın eşleştirilmiş ön ve orta bölgeleri arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir.

F2 esnasında sporcuların dış diz açılarındaki bir plato oluştuğu daha önce yapılan çalışmalarda tespit edilmiştir (43). Dış diz açısında yaşanan bu platonun ardından bu açı bir sonraki dönüş hazırlığı için tekrar azalmaya başlamaktadır. GRF’deki en yüksek seviyeye ulaşılan bu aşama sonrasında F3 safhası gelmektedir. Bu safhada sporcular bir sonraki dönüşe ağırlık aktarımını daha kolay yapabilmek ve bir sonraki dönüş çizgisini yakalayabilmek için yükselmektedirler. Bir sonraki aşama olan geçiş fazı bölümüne kadar yükselme devam etmektedir. Bu nedenle, sporcuların özellikle dış ayaklarına uyguladıkları basınç değerlerinde azalma meydana gelmektedir. Yapılan çalışmada da dış ayakta bir azalma tespit edilmiştir ancak bu oldukça düşük bir seviyede kalmıştır. Bu durum sporcuların dönüş çizgisini kaçırıp dönüşü F3 esnasında da devam ettirdiği anlamına gelebilir, ancak yapılan çalışmada bu durum gözlenmemiştir.

İstatistiksel karşılaştırmalara incelendiğinde anlamlı farklılığın en çok İOR-DOR bölgelerinde meydana geldiği görülmektedir. Ayak anatomisine göre ayağın eşleştirilmiş bu bölgenin medial bölümüne denk gelen kısmı bir kemer şeklindedir (Şekil 37) ve dönüş esnasında ayağın anatomik yapısından dolayı bu bölgeye uygulanacak basıncın düşük olması beklenmektedir/olağandır.



Şekil 37. Ayağın anatomik yapısı ve basınç dağılımı (140).

Ancak bu bölgenin lateral kısmına denk gelen bölümünde ise bu kemer daha küçüktür ve uygulanabilecek basınç iç bölgeden daha yüksek olmaktadır. Dolayısıyla dış bölüm lehine oluşan anlamlı farklılığın bu durumdan kaynaklandığı söylenebilir.

Çalışmanın Sınırlılıkları

Bu çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Yaptığımız çalışmada basınç ölçüm tabanlığı, plantar ölçüm cihazlarından farklı olarak iç (astar) ve dış (sert plastik) kayak ayakkabısının arasına yerleştirilmiştir. Basınç tabanlıkları ham plantar basıncı belirlemek için yararlı bir araçtır (15). Bununla birlikte, basınç tabanlıkları ile ölçülen basınç değerlerinin, kuvvet platformları ile yapılan ölçümlerle karşılaştırıldığında, daha küçük değerler elde edildiği tespit edilmiştir (15, 97, 98, 100). Stricker et al (94), bir denek ile yapılan ölçüm sırasında plantar tabanlıkların, kuvvet platformlarının belirlediği güce göre zemin tepkisinin %54 (iç kayak) ve %21 (dış kayak) daha az olduğunu belirtmiştir. Falda-Buscaiot et al (15) plantar basınç tabanlıklarından bile daha küçük değerler ölçtüğünü belirtmiştir ve çalışmamızda da benzer bir sonuç elde edilmiştir. Bunun nedeni ise basınç ölçüm cihazının iç ve dış ayakkabı arasına yerleştirilmesinden ve bacağın ön kısmı üzerinde yükselen sert kayak botlarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Aslında, ayak ve kayak botu arasındaki bazı kuvvetler, kayak botu manşeti (yükselen boğaz kısmı) aracılığıyla uygulanmaktadır (135). Bu nedenle, plantar basınç ölçümleri kesin basınç değerlerini yansıtmayabilir. Ayrıca, basınç tabanlıkları tarafından ölçülemeyen bu kuvvet, aslında ayak bileği fleksiyon açısına bağlı olabilir: basıncın plantar tabanlıkları ile az tahmin edilmesi bir dönüş sırasında değişebilir (15). Ayrıca bu kadar küçük değerler ölçülmesinin nedeni çeşitli faktörlerle de açıklanabilir. Denekler, ülkenin GS dalında en iyi sporcuları oldukları ve uluslararası yarışmalarda (FIS, CIT, NC v.s) düzenli olarak yarıştığı halde, dünya sıralamasında üst sıralarda yer alan sporcular değillerdi. Daha üst sıradaki kayakçıların daha fazla basınç uyguladıkları görülmüştür (129). Son olarak, elde edilen basınç verileri, bir dönüş anında gelen tüm verilerin aritmetik ortalamaları ile sunulurken (15), diğer çalışmalarda genellikle tepe değerleri sunulmuştur (100, 137).

Sonuç

Basınç tabanlıkları, ayağın tabanının altındaki farklı bölgelerde uygulanan basınçları ayırt edebildikleri ve dolayısıyla bir dönüş sırasında normal olarak yüzeylerine uygulanan kuvvetin nasıl evrimleştiğini belirleyebildikleri için seçilmiştir (15). Bu

çalışmada, ardışık iki dönüşün analizi yapılmış ve deneklerin bu dönüşlerde farklı davranışlar sergilediği bulunmuştur. Aynı zamanda her dönüşün kendi içerisinde ayrılmış fazlarında da her iki ayağın farklı rolleri olduğu vurgulanmıştır.

Sol dönüş için;

- İç ayağa uygulanan basınç dönüş boyunca farklı fazlardan etkilenmemiştir.
- Dış ayağa uygulanan basınç hem sagittal düzlemde, hem de frontal düzlemde farklı fazlarda etkilenmiştir. Her iki düzlemde de daha çok F1 ve F2 arasında bu farklılaşmalar oluşmuştur.
- Her 3 fazda da dış ayağa daha fazla basınç uygulanmıştır.
- En yüksek basınç F2 esnasında gerçekleşmiştir. En düşük basınç ise iç ayağın orta kısmına uygulanmıştır.
- Sagittal düzlemde İç ayakta tüm fazlarda lateral bölgeye medial bölgeden daha fazla basınç uygulandığı tespit edilmiştir.
- Sagittal düzlemde dış ayağa sadece F2 esnasında medial bölgesine lateral bölgesinden daha fazla basınç uygulandığı tespit edilmiştir. F1 ve F3 esnasında daha çok lateral bölgeye basınç uygulanmıştır.
- Frontal düzlemde tüm fazlarda iç ve dış ayağın daha çok ön bölgelerine basınç uygulanmıştır.
- Dönüşün başlangıç aşamasından ilerledikçe, özellikle dış ayakta basınç ön bölgeden topuk bölgesine doğru kaydığı tespit edilmiştir.
- Eşleştirilmiş bölgelerde de tüm fazlarda dış ayağın lehine olacak şekilde anlamlı farklılık tespit edilmiştir.
- Tüm fazlarda İT-DT bölgelerinde ve ayrıca F1'de DM-İL arasında farklılık tespit edilmemiştir.

Sağ dönüş için;

- İç ve dış ayağa uygulanan basınç, hem sagittal düzlemde, hem de frontal düzlemde farklı fazlarda etkilenmiştir.
- F1'de iç ayağa daha fazla basınç uygulandığı tespit edilmiştir.
- En yüksek basınç F2 esnasında gerçekleşmiştir.
- Sagittal düzlemde tüm fazlarda iç ayağın lateral bölgesine medial bölgesinden daha fazla basınç uygulandığı tespit edilmiştir.

- Sagittal düzlemde tüm fazlarda dış ayağın medial bölgesine lateral bölgesinden daha fazla basınç uygulandığı tespit edilmiştir.
- Frontal düzlemde tüm fazlarda iç ve dış ayağın daha çok ön bölgelerine basınç uygulanmıştır.
- Frontal düzlemde orta ve topuk bölgelerinde daha çok iç bölgeye basınç uygulanmıştır.
- Dönüş ilerledikçe, özellikle iç ayaktaki basıncın ön bölgeden topuk bölgesine doğru kaydığı tespit edilmiştir.
- Eşleştirilmiş bölgelerde F1'de sadece İOR-DOR, diğer fazlarda da İOR-DOR ve İÖN-DÖN arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir.
- Eşleştirilmiş bölgelerde F1'de daha fazla iç ayağa, diğer fazlarda ise her iki ayağa da eşit basınç uygulandığı tespit edilmiştir.

Sonuç olarak gönüllüler sol dönüş esnasında sağ ayaklarına daha fazla basınç ve en yüksek basıncı Faz 2 esnasında uyguladıkları, basınç dağılımı ise fazlar ilerledikçe önden topuğa doğru hareket ettiği tespit edilmiştir. Sağ dönüş esnasında ise gönüllülerin dış ayağa uyguladıkları basınç sol dönüşteki gibi gerçekleşmediği ve bazı fazlarda iç ayak üzerinde daha fazla basınç uyguladığı tespit edilmiştir. Sporcuların ardışık dönüşlerde simetrik hareket etmesi performanslarını yarışmanın sonuna kadar taşımaları anlamına gelmektedir. Dolayısıyla bu durumda yaşanabilecek farklılaşmalar neticesinde performanslarında negatif sonuçların oluşmasına neden olabilir.

Öneriler;

Bu çalışmada, elit alp disiplini sporcularının ardışık iki büyük slalom dönüşü esnasında uyguladıkları basıncı belirleyerek, dönüş mekaniğinin açıklanabilmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın sınırlılıkları da göz önünde bulundurularak gelecekteki çalışmalara yardımcı olması amacıyla aşağıdaki öneriler sunulmuştur;

- Basınca duyarlı tabanlıklar iç ayakkabı ile dış ayakkabı arasındaki bölümde kullanılmıştır. Bu tabanlıklar iç ayakkabı içerisinde de kullanılabilir.
- Basınca duyarlı tabanlıklar ile kuvvet platformları birlikte kullanılarak aradaki farklılıklar araştırılabilir.

- Bu çalışmada ardışık iki dönüş esnasında uygulanan basınç ölçülmüştür. Tüm pistte ölçümün yapılabilmesi, sporcuların performanslarının daha iyi değerlendirilmesine yardımcı olabilir.
- Bu çalışmada 15° eğimde ölçüm yapılmıştır. Farklı pist eğimlerinde de sporcuların davranışları değerlendirilebilir.
- Bu çalışmadaki ölçümler, doğal kar ile oluşturulmuş sert zeminde yapılmıştır. Gelecekteki çalışmalar yapay kar, buz, yeni yağan (taze) kar, eski kar, doğal ve yapay karın karışımından oluşan zeminlerde gerçekleştirilebilir.
- Basınca duyarlı tabanlıklar diğer yarışma çeşitlerinde (SL, DH, SG) kullanılarak bu yarışmalardaki biyomekanik unsurlar açıklanabilir.
- Uygulanan farklı tekniklerdeki (Paralel dönüş-carving dönüş v.s) basınç farklılıkları araştırılabilir.
- Bu çalışmaya 18 yaş üstü erkek sporcular katılmıştır. Bu ölçümler farklı yaş kategorilerine ya da kadın sporculara uygulanabilir.
- Basınca duyarlı tabanlıklar alp disiplini branşında kullanılmıştır. Bunlar diğer branşlarda da kullanılabilir.
- Bu çalışmaya 100 FIS puanı altındaki sporcular dahil edilmiştir. Gelecekteki çalışmalarda farklı liglerdeki veya seviyedeki sporcuların uyguladıkları basınç değerleri arasındaki farklılıklar araştırılabilir.

6. KAYNAKÇA

1. Ko M, Yeo J, Lee J, Lee U, Jang Y. What makes sports fans interactive? Identifying factors affecting chat interactions in online sports viewing. PloS one 2016;11(4): e0154550.
2. Kwak DH, Kim YK, Hirt ER. Exploring the role of emotions on sport consumers' behavioral and cognitive responses to marketing stimuli. Eur Sport Manag Q 2011;11: 225-50.
3. "Sport Technology" by Chris Hume Dr Ralph Richards. Available online: https://www.clearinghouseforsport.gov.au/knowledge_base/organised_sport/sports_and_sports_organisations/sport_technology (E.T. 02.11.2017).
4. Şimşek E, Şirinkan A, Kıyıcı F. Elit Alp Disiplini Sporcularının Hazırlık Döneminde Yaptıkları Çalışmaların Aerobik ve Anaerobik Kapasiteleri Üzerine Etkilerinin İncelenmesi. Uluslararası Hakemli Akademik Spor Sağlık ve Tıp Bilimleri Dergisi 2013; 9(3): 32-40.
5. Yu G, Jang YJ, Kim J, et al. Potential of IMU sensors in performance analysis of professional alpine skiers. Sensors 2016; 16(4): 463.
6. Ferguson RA. Limitations to performance during alpine skiing. Experimental physiology 2009; 95(3): 404-410.
7. Mossner M, Heinrich D, Schindelwig K, et al. Modeling the ski-snow contact in skiing turns using a hypoplastic vs an elastic force-penetration relation. Scandinavian journal of medicine & science in sports 2014; 24(3): 577-585.
8. Hebert-Losier K, Supej M, Holmberg HC. Biomechanical factors influencing the performance of elite alpine ski racers. Sports medicine 2014; 44(4): 519-533.
9. Supej M. Differential specific mechanical energy as a quality parameter in racing alpine skiing. J Appl Biomech 2008; 24(2): 121-129.

10. Supej M, Kipp R, Holmberg HC. Mechanical parameters as predictors of performance in alpine World Cup slalom racing. *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 2011; 21(6): e72-81.
11. Federolf P, Reid R, Gilgien M, et al. The application of principal component analysis to quantify technique in sports. *Scan J Sci Med Sports* 2012; 24(3): 491-499.
12. Federolf PA. Quantifying instantaneous performance in alpine ski racing. *Journal of sports sciences* 2012; 30(10): 1063–1068.
13. Girard O, Eicher F, Fourchet F, Micallef JP, Millet GP. Effects of the playing surface on plantar pressures and potential injuries in tennis. *British journal of sports medicine* 2007;41(11):733–8.
14. Stöggl T, Müller E, Lindinger S. Biomechanical comparison of the double-push technique and the conventional skate skiing technique in cross-country sprint skiing. *Journal of sports sciences* 2008; 11: 1225-1233.
15. Falda-Buscaiot T, Hintzy F, Rougier P, Lacouture P, Coulmy N. Influence of slope steepness, foot position and turn phase on plantar pressure distribution during giant slalom alpine ski racing. *PloS one* 2017; 12(5): e0176975.
16. Lafontaine D, Lamontagne M, Dupuis D, Diallo B. Plantar pressure distribution measured during alpine ski turns. VI Emed Scientific Meeting, Brisbane, Australia. 1998.
17. Nakazato K, Scheiber P, Müller E. Comparison between the force application point determined by portable force plate system and the center of pressure determined by pressure insole system during alpine skiing. *Sports Engineering* 2013; 16(4): 297-307.
18. Jordan MJ, Aagaard P, Herzog W. Lower limb asymmetry in mechanical muscle function: A comparison between ski racers with and without ACL reconstruction. *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 2015; 25(3): e301-9.
19. Scheiber P, Schwameder H, Müller E. Characteristics of the force application point-a method to identify learning processes in alpine skiing. In: Schwameder H, Strutzenberger G, Fastenbauer V, Lindinger S, Müller E (eds). XXIV international symposium on biomechanics in sports: July 14 - 18; Salzburg- Austria 2006; pp 564-567.

20. Spörri J, Kröll J, Schwameder H, Müller E. Turn characteristics of a top world class athlete in giant slalom: a case study assessing current performance prediction concepts. *Int J Sports Sci Coach* 2012; 7(4): 647–660.
21. The History of Skiing. <https://www.thehideawaysclub.com/de/blog/latest/the-history-of-skiing> (E.T: 13.03.2018)
22. Hunter RE. Skiing injuries. *Am J Sports Med* 1999; 27(3): 381-389.
23. Heller M. *World Ski Atlas*: London, Cavendish 1978.
24. Pfister G. Sport, technology and society: from snow shoes to racing skis. *Sport in Society* 2001; 4(1): 73-98.
25. Kurpiers N. Dynamics of freestyle skiing – equipment development and implications for injury prevention strategies, PhD Thesis, The University of Auckland, Auckland 2010.
26. Soltmann J. Verletzungen im alpinen Skisport unter Berücksichtigung der Entwicklung in der Skitechnologie, PhD Thesis, Technical University of Munich, Munich 2005.
27. Evo Web Site. <https://www.evo.com/outlet/skis/scott-venture> (E.T. 07.11.2018).
28. Spadout (2005). Ski Anatomy. <http://www.spadout.com> (E.T. 07.11.2018).
29. Leki Lenhart GmbH [DE] <https://www.leki.com/uk/product-area/alpine-skiing/poles/?f=35>. (E.T. 07.11.2018).
30. Race Place. <https://the-raceplace.com/products/leki-sl-pole-guards>. (E.T. 06.11.2018).
31. <https://www.demosport.com/products/salomon-nr-c5-snow-ski-bindings-2017>. (E.T. 06.11.2018).
32. Johnson RJ, Ettlinger CF, Shealy JE. Skier Injury Trends. *Skiing Trauma and Safety: Seventh International Symposium*. 1989: 25.
33. Casper P. Sportbox - Freestyle: <http://www.sportbox.de/>; 1996. (E.T. 07.11.2018).
34. Heir S, Dimmen S, Ekeland A. On-slope evaluation of release bindings for World Cup freestyle skiers. In: Johnson RJ, editor. *Skiing trauma and safety*. 13th volume. ASTM 2000, United States: West Conshohocken Pa 1999: p 3-10.
35. Olympic. <https://www.olympic.org/alpine-skiing-equipment-and-history> (E.T. 07.11.2018).
36. Şimşek E. Elit Alp Disiplini Sporcularının Hazırlık Döneminde Yaptıkları Çalışmaların Aerobik ve Anaerobik Kapasiteleri Üzerine Etkilerinin İncelenmesi,

Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum 2012.

37. The International Ski Competition Rules. https://res.cloudinary.com/fis-production/image/upload/v1542266980/fis-prod/ICR_2018_15112018.pdf (E.T.08.08.2018)
38. Specification For Alpine Competition Equipment. https://res.cloudinary.com/fis-production/image/upload/v1544601370/fis-prod/Specifications_for_Alpine_Competiton_Equipment_1.pdf (E.T. 08.08.2108).
39. Demirci İ. 16-19 Yaş Grubu Alp Disiplini Kayakçılara Uygulanan Hazırlık Dönemi Antrenman Programının Hücresel Bağışıklık Ve Hematolojik Değerlere Kronik Etkisi Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Niğde 2010.
40. Event AS-AT. <https://www.olympic.org/pyeongchang-2018/alpine-skiing> (E.T. 07.10.2018)..
41. Reuel F. Neue Moeglichkeiten im Skilauf. Dieck. Gemany: Stuttgart 1930.
42. Brandenberger H. Skimechanik. Rapperswil: Ra-Verlag 1934.
43. Müller E, Schwameder H. Biomechanical aspects of new techniques in alpine skiing and ski-jumping. Journal of sports sciences 2003; 21(9): 679-692.
44. Moeser G. Untersuchung der Belastungsverhaeltnisse bei der alpinen Skitechnik, Unpublished doctoral dissertation, Martin Luther University, Halle-Wittenberg. 1957.
45. Fukuoka T. Zur Biomechanik und Kybernetik des alpine Skilaufs, Untersuchung der Belastungs- und Kniewinkelaenderung bei Wedelbewegungen, Frankfurt am Main: Limpert, 1971.
46. Nigg B, Neukomm PA, Luethy S. Die Belastung des menschlichen Bewegungsapparates beim Schifahren. In Fetz F (Ed.), Zur Biomechanik des Schilaufs. Inn-Verlag. Austria: Innsbruck 1977: 80-89.
47. Kassat G. Schein und Wirklichkeit parallelen Skifahrens, Muenster, Germany: Fitness Contur, 1985.
48. Müller E. Biomechanische Analyse alpiner Skilauftechniken. Innsbruck. 1986.
49. Müller E, Brunner F, Kornexl E, Raschner C. Biomechanische Analyse von Starttechniken im alpinen Skirennlauf. In Fetz F, Müller E (eds), Biomechanik der Sportarten, 2 ed. Stuttgart, Germany 1991: pp 112-123.

50. Raschner C, Schiefermueller C, Zallinger G, et al. Carving turns versus traditional parallel turns - a comparative biomechanical analysis In: Müller E, Schwameder H, Kornexl E, Raschner C (Eds), *Science and Skiing II* 2001.
51. Raschner C, Müller E, Schwameder H. Kinematic and kinetic analysis of slalom turns as a basis for the development of specific training methods to improve strength and endurance. In: Müller E (Ed), *Science and Skiing London / UK*. 1997: pp 251-261.
52. Raschner C, Koesters A, Müller E, et al. Dynamische und kinematische Technikanalyse im Riesenslalom bei Weltklasseskirennläufern. *Spektrum der Sportwissenschaften*. 1999; 11: 57-64.
53. Sasaki T, Tsunoda K, Nishizono H. Video analysis of take-off actions in ski jumping, Paper presented at the XII International Society of Biomechanics Congress, 1989.
54. Read L, Herzog W. External loading at the knee joint for landing movements in alpine skiing. *International Journal of Sport Biomechanics* 1992; 8(1): 62-80.
55. Schaff P, Hauser W. Influence of ski boot construction on knee load – a biomechanical investigation on safety and performance aspects of ski boots, In RJ Johnson, CD Mote Jr, J Celcer (Eds), *Skiing trauma and safety: Ninth International Symposium*, ASTM, Philadelphia, United States 1993: 75-88.
56. Schmolzer B, Muller W. Individual flight styles in ski jumping: results obtained during Olympic Games competitions. *Journal of biomechanics* 2005; 38(5): 1055-65.
57. Federolf P, Rauscher E, Scheiber P, Schwameder H. Does a skier's position on the ski affect the results of gliding tests used to assess ski-snow friction. In: Schwameder H, Strutzenberger G, Fastenbauer V, Lindinger S, Müller E (eds), Paper presented at the XXIV International Symposium on Biomechanics in Sports; July 14-18; Salzburg – Austria 2006.
58. Janura M, Cabell L, Elfmark M, Vaverka F. A 10-year longitudinal study of the in-run position kinematic changes in ski jumping. *Journal of biomechanics* 2006; 39(1): 553.
59. Ohgi Y, Seo K, Hirai N, Murakami M. Aerodynamic Forces acting in Ski Jumping. *Journal of biomechanics* 2007; 40(2): 402.

60. Hraski Z, Hraski M. Influence of the skier's body geometry on the duration of the giant slalom turn. In: Müller E, Lindinger S, Stoegg T (eds), Science and Skiing IV. St. Christoph am Arlberg, Austria 2009: p 252-259.
61. Raschner C. Biomechanische Analyse von Starttechniken im alpinen Skirennlauf. Unpublished unpublished Diplomarbeit 1990.
62. Brodie M, Walmsley A, Page W. Fusion motion capture: a prototype system using inertial measurement units and GPS for the biomechanical analysis of ski racing. Sports Technology 2008; 1(1): 17-28.
63. Shimizu S. Dreidimensionale Bewegungsanalyse im alpinen Skilauf mit dem SELSPOT-System. Leibesübungen - Leibeserziehungen 1983; 37(10): 243-246.
64. Spörri J, Kröll J, Gilgien M, Müller E. Sidecut radius and the mechanics of turning-equipment designed to reduce risk of severe traumatic knee injuries in alpine giant slalom ski racing. British journal of sports medicine 2016;50(1): 14-9.
65. Outwater JO, Woodward MS. Ski Safety and Tibial Forces. ASME paper 66-WA/BHF-14. Burlington, Vermont 1966.
66. Hull ML, Mote CD. Pulse code modulation telemetry in ski injury research. I. Instrumentation. Biotelemetry 1974; (1): 182-192.
67. Hull ML, Mote CD. Pulse code modulation telemetry in ski injury research. II. Preliminary results. Biotelemetry 1975; (2): 276.
68. Hull ML, Mote CD. Analysis of Leg Loading in Snow Skiing. Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control 1978; 100(3): 177-186
69. Meyer F. Biomechanical analysis of alpine skiers performing giant slalom turns. PhD Thesis, University of Lausanne, Lousanne 2012.
70. Karlsson J, Eriksson A, Forsberg A, Kallberg L, Tech P. The physiology of alpine skiing. The physiology of alpine skiing, USA Coaching associations, Park City, Utah 1978.
71. Shimizu S. Reaktionszeit und Belastungsverlauf bei der Tief- und Hochentlastung im alpinen Skilauf. Leibesübungen - Leibeserziehungen 1980; 34(10): 227-229.
72. Shimizu S. Der Belastungsverlauf beim Beugen und Strecken im Skilauf. Leibesübungen - Leibeserziehungen 1981; 35(2): 27-30.
73. Lieu DK, Mote CD. An Electronic Ski Binding Design with Biofeedback. Journal of Mechanical Design 1980; 102(4): 677-682.

74. MacGregor D, Hull ML. A microcomputer controlled snow ski binding system-II. Release decision theories. *Journal of biomechanics*. 1985; 18(4): 267-275.
75. Wunderly GS, Hull ML, Maxwell S. A second generation microcomputer controlled binding system for alpine skiing research. *Journal of biomechanics* 1988; 21(4): 299-318.
76. Müller E. Analysis of the biomechanical characteristics of different swinging techniques in alpine skiing. *Journal of sport sciences* 1994; 12(3): 261-278.
77. Wimmer MA, Holzner R. Constraint forces may influence the measurement of vertical ground reaction force during slalom skiing. In: Müller E, Schwameder H, Kornexl E, Raschner C (eds), *Science and Skiing*, E & FN Spon, London. 1997: pp 208-215.
78. Nigg BM, Schwameder H, Stefanyshyn D, Tscharnner V. The effect of ski binding position on performance and comfort in skiing. In: Müller E, Schwameder H, Raschner C, Lindinger S, Kornexl E (eds), *Science and Skiing II*. Hambourg: Verlag Dr. Kovac 2001: p 3-13.
79. Schwameder H, Nigg BM, Tscharnner V, Stefanyshyn D. The effect of binding position on kinetic variables in alpine skiing. In: Müller E, Schwameder H, Raschner C, Lindinger S, Kornexl E (eds). *Science and Skiing II*. Hambourg: Verlag Dr. Kovac 2001: p 43-53.
80. Vodickova S, Lufinka A, Zubek T. Application of the dynamographic method in alpine skiing. *Human Movement* 2005; 6(1): 19-23.
81. Kiefmann A, Krinninger M, Lindemann U, Senner V, Spitzenpfeil P. A New Six Component Dynamometer for Measuring Ground Reaction Forces in Alpine Skiing. In: Moritz EF, Haake S (eds), *The Engineering of Sport 6*. New York: Springer; 2006: pp 87-92.
82. Klous M, Schwameder H, Müller E. Joint loading on the lower extremities in skiing and snowboarding: methodological procedure. *Journal of biomechanics* 2006; 39(1): 187.
83. Klous M. Three-dimensional joint loading on the lower extremities in alpine skiing and snowboarding, PhD thesis, University of Salzburg, Salzburg; Austria, 2007.
84. Weist R, Eils E, Rosenbaum D. The influence of muscle fatigue on electromyogram and plantar pressure patterns as an explanation for the incidence

- of metatarsal stress fractures. *The American journal of sports medicine* 2004; 32(8): 1893.
- 85.** Schaff P, Hauser W, Schattner R, Kulot M. Pressure Measurements Inside Shoes and Application in Alpine Skiing. In: Bergmann G, Kölbel R, Rohlmann A (eds), *Biomechanics: Basic and Applied Research. Developments in Biomechanics*, vol 3. Springer, Dordrecht 1987: pp 659-66.
 - 86.** Hall BL, Schaff PS, Nelson RC. Dynamic displacement and pressure distribution in alpine ski boots. In: Mote CD, Johnson RJ (Eds). *Skiing Trauma and Safety: Eighth International Symposium*, ASTM, Philadelphia, United States 1991 pp 186-199.
 - 87.** Schaff P, Senner V, Kaiser F. Pressure distribution measurements for the alpine skier - from the biomechanical high tech measurement to its application as Swingbeep-feedback system. In: Müller E, et al (eds), *Science and skiing*. London, United Kingdom: E & FN Spon; 1997: pp 159-172.
 - 88.** Lafontaine D, Lamontagne M, Dupuis D, Diallo B. Analysis of the distribution of pressure under the feet of elite alpine ski instructors. In: Riehle HJ, Vieten MM (eds), *XVI International Symposium on Biomechanics in Sports*; July 21-25; Konstanz, Germany, 1998: pp 485-488.
 - 89.** Angeli J, Meyer D, Keiefer M, et al. A Biomechanical Analysis Of Loading Patterns In Children With Cerebral Palsy Using The Upsee. *AACPDM 72th Annual Meeting*; October 9-13; Cincinnati-Ohio, USA, 2018
 - 90.** Spitzenpfeil P, HA, Waibel KH. Mechanical load and muscular expenditure in alpine ski racing. In: Schwameder H, Strutzenberger G, Fastenbauer V, Lindinger S, Müller E (eds), *XXIV International Symposium on Biomechanics in Sports*; July 14-18; Salzburg – Austria, 2006.
 - 91.** Virravirta M, Komi PV. Plantar pressures during ski jumping take-off. *Journal of Applied Biomechanics* 2000; 16(3): 320-326.
 - 92.** Virravirta M, Perttunen J, Komi PV. EMG activities and plantar pressures during ski jumping take-off on three different sized hills. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2001; 11(2): 141-147.
 - 93.** Brodie M, Walmsley A, Page W. Fusion Motion Capture: The Biomechanics of Alpine Ski Racing. *Journal of biomechanics* 2007; 40(2): 399.

94. Krueger A, Edelmann-Nusser J, Spitzenfeil P, et al. A measuring method for combined determination of the edging angle and the ground reaction force in alpine skiing. In: Schwameder H, Strutzenberger G, Fastenbauer V, Lindinger S, Müller E (eds), 24 International Symposium on Biomechanics in Sports; July 14-18; Salzburg – Austria 2006.
95. Spitzenfeil P, Hartmann U, Ebert C. Techniktraining im alpinen Skirennlauf: Der Einsatz von Druckmesssohlen zur Objektivierung der Technikanalyse. In: Jürgen K Minow HJ (eds), Messplatztraining: 5 gemeinsames Symposium der dvs-Sektionen Biomechanik; 19-21 September; Leipzig, Germany 2002.
96. Brodie MAD. Development of fusion motion capture for optimisation of performance in alpine ski racing. PhD Thesis, Massey University, Wellington; New Zealand, 2009.
97. Lüthi A, Federolf P, Fauve M, et al. Determination of forces in carving using three different methods. In: Müller E, Bacharach D, Klika R, Lindinger S, Schwameder H (eds), Science and Skiing III. Oxford: Meyer & Meyer Sport (Uk) 2005: pp 96-106.
98. Stricker G, Scheiber P, Lindenhofer E, Müller E. Determination of forces in alpine skiing and snowboarding: Validation of a mobile data acquisition system. European Journal of Sport Science 2010; 10(1): 31-41.
99. Spitzenfeil P, Huber A, Waibel K. Mechanical load and muscular expenditure in alpine ski racing and implications for safety and material considerations. In: Müller E, Lindinger S, Stöggl T (eds), Science and Skiing IV. Maidenhead: Meyer & Meyer Sport (Uk) 2009: pp 479-486.
100. Nakazato K, Scheiber P, Müller E. A comparison of ground reaction forces determined by portable force-plate and pressure-insole systems in alpine skiing. Journal of Sports Science and Medicine. 2011; 10 (4): 754-762.
101. Vaverka F, Vodickova S, Elfmark M. Kinetic Analysis of Ski Turns Based on Measured Ground Reaction Forces. Journal of Applied Biomechanics. 2012; 28(1): 41-47.
102. Gilgien M, Spörri J, Chardonens J, Kröll J, Müller E. Determination of external forces in alpine skiing using a differential global navigation satellite system. Sensors 2013; 13(8): 9821-9835.

103. Gilgien M, Spörri J, Kröll J, Crivelli P, Müller E. Mechanics of turning and jumping and skier speed are associated with injury risk in men's World Cup alpine skiing: a comparison between the competition disciplines. *British journal of sports medicine* 2014; 48(9): 742-747.
104. Mao DW, Li JX, Hong Y. The duration and plantar pressure distribution during one-leg stance in Tai Chi exercise. *Clinical biomechanics* 2006; 21(6): 640-645.
105. Förg-Rob W, Nachbauer W. The use of spline functions in the smoothing of film data for slalom ski racers. *International journal of sport biomechanics* 1988; 4(2): 166-77.
106. Müller E, Bartlett R, Raschner C, et al. Comparison of ski turn techniques of experienced and intermediate skiers. *Journal of sport science* 1998; 16(6): 545-559.
107. LeMaster R. *The Skier's Edge*. Human Kinetics, Champaign, IL 1999.
108. Supej M, Kugovnik O, Nemec B. Kinematic determination of the beginning of a ski turn. *Kinesiology Slovenica* 2003; 9: 11-17.
109. Martin PE, Morgan DW. Biomechanical considerations for economical walking and running. *Medicine and science in sports and exercise* 1992; 24: 467-474.
110. Nygaard E, Andersen P, Nilsson P, et al. Glycogen depletion pattern and lactate accumulation in leg muscles during recreational downhill skiing. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1978; 38: 261-269.
111. Tesch PE. Aspects on muscle properties and use in competitive alpine skiing. *Medicine and science in sports and exercise*. 1995; 27: 310-314.
112. Kröll J, Wakeling JM, Seifert JG, Müller E. Quadriceps muscle function during recreational alpine skiing. *Medicine and science in sports and exercise* 2010; 42(8): 1545-1556.
113. Colbeck SC. A review of the friction of snow skis. *Journal of sports sciences* 1994;12: 285-295.
114. Barelle C, Ruby A, Tavernier M. Experimental model of the aerodynamic drag coefficient in alpine skiing. *J Appl Biomech* 2004; 20(2): 167-176.
115. Supej M, Kugovnik O, Nemec B. New advances in racing slalom technique. *Kinesiology Slovenica* 2002; 8: 25-9.

116. Federolf P, Scheiber P, Rauscher E, et al. Impact of skier actions on the gliding times in alpine skiing. *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 2008; 18(6): 790-797.
117. Von Hertzen R, Holmlund U, Ranta MA. On the velocity maximization in downhill skiing. *Journal of biomechanics* 1997; 30: 525–529.
118. Spörri J, Kröll J, Schwameder H, et al. Course setting and selected biomechanical variables related to injury risk in alpine ski racing: an explorative case study. *British journal of sports medicine*. 2012; 46(5): 1072-1077.
119. Supej M, Cernigoj M. Relations between different technical and tactical approaches and overall time at men's world cup giant slalom races. *Kinesiol Slov* 2006; 12(2): 59-68.
120. Supej M, Holmberg HC. A new time measurement method using a high-end global navigation satellite system to analyze alpine skiing. *Res Q Exerc Sport* 2011; 82(3): 400-411.
121. Supej M, Saetran L, Oggiano L, et al. Aerodynamic drag is not the major determinant of performance during giant slalom skiing at the elite level. *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 2013; 23(1): e38-47.
122. Lešnik B, Žvan M. The best slalom competitors: kinematic analysis of tracks and velocities. *Kinesiology* 2007; 39(1): 40-48.
123. Krüger A, Edelmann-Nusser J. Application of a full body inertial measurement system in alpine skiing: a comparison with an optical video based system. *J Appl Biomech* 2010; 26: 516-521.
124. Schiestl M, Kaps P, Mossner M, Nachbauer W. Calculation of Friction and Reaction Forces during an Alpine World Cup Downhill Race. In: Moritz EF, Haake S (Eds), *The Engineering of Sport*. 6th ed. Springer: New York, USA 2006: pp 269–274.
125. Reid RA. Kinematic and Kinetic Study of Alpine Skiing Technique in Slalom. PhD Thesis, Norwegian School of Sport Sciences, Oslo, Norway, 2010.
126. Watanabe K, Ohtsuki T. Postural changes and aerodynamic forces in alpine skiing. *Ergonomics*. 1977;20(2):121-31.
127. Luethi SM, Denoth J. The influence of aerodynamic and anthropometric factors on speed in skiing. *Int J Sport Biomech* 1987; 3(4): 345-352.

128. Babel S, Hartmann U, Spitzenfeil P, Mester J. Ground reaction forces in alpine skiing, cross country skiing and ski jumping. In: Müller E, Schwameder H, Kornexl E, Raschner C (eds), *Science and skiing*. London, UK: E & FN Spon, 1997: pp 200-207.
129. Keränen T, Ihalainen S, Hynynen E, Salo T. FIS-ranking and carving turn force production profile. 5th International Congress on Science and Skiing; 14-19th December; Salzburg, Austria 2010.
130. Supej M, Hebert-Loiser K, Holmberg HC. Impact of the steepness of the slope on the biomechanics of World Cup slalom skiers. *Int J Sport Physiol Perform* 2015; 10(3): 361-368.
131. Scheiber P, Seifert J, Müller E. Relationships between biomechanics and physiology in older, recreational alpine skiers. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2012; 22(1): 49-57.
132. LeMaster R. *Ski Technique and Biomechanics*. Class 2, Fall 2010.
133. Gilgien M, Spörri J, Limpach P, Geiger A, Müller E. The effect of different Global Navigation Satellite System methods on positioning accuracy in elite alpine skiing. *Sensors* 2014; 14(10): 18433-18453.
134. Yoneyama T, Kitade M, Osada K. Investigation on the ski-snow interaction in a carved turn based on the actual measurement. *Procedia Eng* 2010;2(2):2901-2906.
135. Kersting UG, Kurpiers N, Hild E, Kiefmann A, Senner V. Comparison of a six degree-of-freedom force sensor and pressure insole measurements in selected skiing manoeuvres, Emed Scientific Meeting, ESM. Providence, RI, USA 2010: 55.
136. Vaverka F, Vodickova S. Laterality of the lower limbs and carving turns. *Biology of Sport* 2010; 27(2): 129-134.
137. Lamontagne M. Plantar pressure distribution and forces measured during slalom and giant slalom turns performed by elite skiers. In: John R. Blackwell, Ross H. Sanders (eds), *19th International Symposium on Biomechanics in Sports*; San Francisco, 2001: pp 211-214.
138. Niessen W, Müller E, Schwameder H, Wimmer MA, Riepler B. Force and moment measurements during alpine skiing depending on height position. In: H.J Riehle, M. M. Veiten (eds), *XVI International Symposium on Biomechanics in Sports*; July 21-25; Konstanz, Germany 1998.

139. Evolution of Skis. <https://gsevolution.wordpress.com/35-meter-ski/>(E.T. 09.08.2018).
140. Ghaida HA, Mottet S, Goujon JM. Foot Modeling and Smart Plantar Pressure Reconstruction from Three Sensors. Open Biomed Eng J 2014; 8: 84-92.



EKLER

Ek 1. Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Kararı Formu

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU (2011 - KA EK-80)							
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU							
ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI		Elit alp disiplini sporcularının dönüşleri esnasında uyguladıkları basıncın performansları üzerine etkilerinin incelenmesi					
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU							
DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	BELGE ADI	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili			
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ			Türkçe ☐	İngilizce ☐	Diğer ☐	
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU			Türkçe ☐	İngilizce ☐	Diğer ☐	
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe ☐	İngilizce ☐	Diğer ☐	
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe ☐	İngilizce ☐	Diğer ☐	
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	BELGE ADI	Açıklama					
	SIGORTA						
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ						
	BİYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU						
	İLAN						
	YILLIK BİLDİRİM						
	SONUÇ RAPORU						
	GÜVENLİK BİLDİRİMLERİ						
KARAR BİLGİLERİ	Karar No : 2015/487		Tarih : 25.11.2015				
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir.						
KLİNİK ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU							
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI		İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamalar Kılavuzu					
ETİK KURUL BAŞKANI UNVANI/ADI/SOYADI		Prof. Dr. Ruhan DÜŞÜNSEL					
Unvanı / Adı Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyeti	Araştırma ile ilişkili		Katılım (*)	İmza
Prof. Dr. Ruhan DÜŞÜNSEL	Çocuk. Sağ ve Hast.	E.Ü. Tıp Fak.	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐		
Prof. Dr. Sami AYDOĞAN	Fizyoloji	E.Ü. Tıp Fak.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐		
Prof. Dr. Karamehmet YILDIZ	Anest. ve Rean.	E.Ü. Tıp Fak.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐		
Prof. Dr. Salih KUK	Tıbbi Parazitoloji	E.Ü. Tıp Fak.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐		
Prof. Dr. Kemal DENİZ	Patoloji	E.Ü. Tıp Fak.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐		
Prof. Dr. Musa KARAKÜKÇÜ	Çocuk. Sağ ve Hast.	E.Ü. Tıp Fak.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐		
Doç. Dr. Aydın ÜNAL	İç Hastalıkları	E.Ü. Tıp Fak.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐		
Doç. Dr. Güven KAHRİMAN	Radyoloji	E.Ü. Tıp Fak.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐		
Doç. Dr. Kemal ÖZYURT	Dermatoloji	Kayseri Eğitim Hast.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐		
Doç. Dr. Emin Murat CANGER	Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi	E.Ü. Diş Hek. Fak.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐		
Yard. Doç. Dr. Zafer SEZER	Farmakoloji	E.Ü. Tıp Fak.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐		
Yard. Doç. Dr. Gökmen ZARARSIZ	Biyoistatistik	E.Ü. Tıp Fak.	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐		
Av. Zafer Tuğrul SARIASLAN	Avukat	Hukuk Müşaviri	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐		
Ecz. Şükran TERZİ	Eczacı	Serbest Eczacı	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐		
Serkan KARACA	Sivil Üye	Öğretmen	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐		
*) Toplantıda Bulunma							
Etik Kurul Başkanının							
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Ruhan DÜŞÜNSEL							
İmza:							
Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır							

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU (2011 - KAEK-80)

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI		Elit alp disiplini sporcularının dönüşleri esnasında uyguladıkları basıncın performansları üzerine etkilerinin incelenmesi		
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU				
ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	ERCIYES ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU		
	AÇIK ADRES	Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı Melikgazi/KAYSERİ		
	TELEFON	0 352 437 49 10 - 11		
	FAKS	0 352 437 52 85		
	E-POSTA	byancar@erciyes.edu.tr		
BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR / SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI / ADI / SOYADI	Doç.Dr. Yahya Polat		
	KOORDİNATÖR SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Antrenman Bilgisi		
	KOORDİNATÖR / SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Erciyes Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu/Kayseri		
	VARSA İDARİ SORUMLU UNVANI/ ADI SOYADI			
	DESTEKLEYİCİ			
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)			
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMCİLÇİSİ			
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1	☐	
		FAZ 2	☐	
		FAZ 3	☐	
FAZ 4		☐		
Gölemsel ilaç çalışması		☐		
Tıbbi cihaz klinik araştırması		☐		
In vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları		☐		
İlaç dışı klinik araştırma		☒		
Diger ise belirtiniz	Doktora Tezi			
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEKMERKEZ ☒	ÇOKMERKEZ ☐	ULUSAL ☒	ULUSLARARASI ☐

Etik Kurul Başkanının
Ünvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Ruhan DÜŞÜNSEL
İmza:

ASLI GİRİDİR
T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
1923
TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞI
Bahri YANCAR
Fakülte Şefi

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmaktadır

Ek 3. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu (BGOF)

Bilgilendirme:

Sayın gönüllü,

Katılacak olduğunuz bu çalışma Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Anabilim Dalı Doktora Programı kapsamında yapılması planlanan “Elit Alp Disiplini Sporcularının Dönüşleri Esnasında Uyguladıkları Basıncın Performansları Üzerine Etkilerinin İncelenmesi” başlıklı doktora tezi için hazırlanmıştır. Araştırmanın 18 ay içinde tamamlanması beklenmektedir. Çalışmada, piste konumlandırılmış kapılar arasında sportif performans sergilenirken kayak botu içerisine yerleştirilmiş basınç ölçüm sensörleri ve ivmelenme cihazı ile veriler alınacaktır. Herhangi bir antrenman programı uygulanmayacaktır. Bu çalışma sizin için bir risk taşımamaktadır. Araştırmamızda veriler tamamen bilimsel amaçlı olarak kullanılacaktır. Çalışmaya katılmayı kabul edip, çalışma süresince gerekçe göstermeden çalışmadan ayrılabilirsiniz.

İlginiz ve yardımlarınız için şimdiden teşekkür ederiz.

Hazırlayan : Emre ŞİMŞEK

Danışman: Doç. Dr. Yahya POLAT

Gönüllü Oluru

Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu’nu okudum, anladım. Çalışmaya katılmayı önce kabul edip, çalışma süresince gerekçe göstermeden çalışmadan ayrılabilceğim tarafıma iletildi. Söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı kabul ediyorum.

Gönüllü:

Adı Soyadı :

Tel:

İmza:

Tarih:

Bilgilendirme Yapan Kişi

Adı Soyadı:

Adres:

Tel:

İmza:

Tarih:

Elit Alp Kayakçılarında Taban Basınç Dağılımlarının İncelenmesi

ORIJINALLIK RAPORU

% 6	% 6	% 2	%
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	earsiv.atauni.edu.tr İnternet Kaynağı	% 2
2	www.erpacongress.com İnternet Kaynağı	% 1
3	www.isfaw.org İnternet Kaynağı	% 1
4	dergisosyalbil.selcuk.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
5	ÖZDEMİR, Soner Mehmet. "Sınıf Öğretmeni Adaylarının Öğretim Sürecine İlişkin Öz-Yeterlik İnançlarının Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi", İletişim Hizmetleri, 2008. Yayın	<% 1
6	iscs-a.org İnternet Kaynağı	<% 1
7	www.asosjournal.com İnternet Kaynağı	<% 1

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı-Soyadı : Emre ŞİMŞEK
Uyruğu : Türkiye Cumhuriyeti (TC)
Doğum Tarihi / Yeri: 14 Haziran 1987 / Bayburt
Tel : +90 352 207 66 66 – 43012
Cep Tel : +90 541 941 69 69
e-mail : emre.smsk@hotmail.com, emresimsek@erciyes.edu.tr
Yazışma Adresi : Erciyes Üni. Spor Bilimleri Fakültesi 38039 Talas/KAYSERİ

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Atatürk Üni. Sağlık Bilimler Enstitüsü	2012
Lisans	Atatürk Üni. K.K.E.F Bed. Eğt. ve Spor Öğr.	2009
Lise	Bayburt Anadolu Lisesi	2005

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görev
2013-Halen	E.Ü Spor Bilimleri Fakültesi	Öğretim Görevlisi

YABANCI DİL

İngilizce – YÖKDİL (77.5)

ANTRENÖRLÜK BELGELERİ

3. Kademe Kıdemli Kayak Antrenörü
1. Kademe Yardımcı Vücut Geliştirme ve Fitness Antrenörü

SPORCULUK BİLGİSİ

Alp Disiplini – Olimpik Sporcu (Soçi Kış Olimpiyat Oyunları-2014)
Alp Disiplini – 149 Kez Millilik
Alp Disiplini – Türkiye Tarihindeki En İyi Yarış Puanı (SL: 17.74 – 2012/2013)
Alp Disiplini – Türkiye Tarihindeki En İyi FIS Puanı (SL: 26.61 – 2012/2013)
Alp Disiplini – Türkiye Tarihindeki En İyi Dünya Sıralaması (SL: 371 – 2013/2014)

YAYINLAR

1. **Şimşek E**, Şirinkan A, Kıyıcı F. Elit Alp Disiplini Sporcularının Hazırlık Döneminde Yaptıkları Çalışmaların Aerobik Ve Anaerobik Kapasiteleri Üzerine Etkilerinin İncelenmesi. Uluslararası Hakemli Akademik Spor Sağlık Ve Tıp Bilimleri Dergisi. 2013;9(3): 32-40
2. **Şimşek E**, Aktuğ ZB, Çelenk Ç, et al. The Evaluation of the Physical Characteristics of Football Players at the Age of 9-15 in Accordance With Age Variables. International Journal of Science Culture and Sport. 2014; SI(1): 460-468
3. Çelenk Ç, Arslan H, Aktuğ ZB, **Şimşek E**. The Comparison Between Static And Dynamic Balance Performances Of Team And Individual Athletes. European Journal of Physical Education and Sport Science. 2018;4(1).