



**BIATHLON BRANŞI SPORCULARINA
UYGULANAN DENGİ ANTRENMANLARININ
ATIŞ PERFORMANSI VE TUR SÜRELERİ
ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

Mine KILIÇ
Yüksek Lisans Tezi
Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Buket SEVİNDİK AKTAŞ

2025
Her hakkı saklıdır.



**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BİATHLON BRANŞI SPORCULARINA
UYGULANAN DENGİ ANTRENMANLARININ
ATİŞ PERFORMANSI VE TUR SÜRELERİ
ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

Mine KILIÇ

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Buket SEVİNDİK AKTAŞ

Anabilim Dalı: Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı

Erzurum

2025

Her hakkı saklıdır

İÇİNDEKİLER

Sayfa

BEYANNAME	I
TEŞEKKÜR.....	II
ÖZET	III
ABSTRACT	IV
TABLolar DİZİNİ	V
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	VIII
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Araştırmanın Amacı.....	2
1.2. Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi	2
1.2.1. Araştırmanın kurumsal katkısı.....	2
1.2.2. Araştırmanın uygulama katkısı	2
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Biathlon	4
2.1.1. Biathlon sporunun tarihçesi	4
2.1.2. Modern biathlon'un temel özellikleri	5
2.1.3. Biathlon kayak performansının gereklilikleri	6
2.1.4. Biathlon kayak performansının belirleyicileri.....	6
2.2. Biathlon Sporunda Duruş ve Denge Kontrolü.....	8
2.3. Biathlon Branşında Atış Performansı	8
2.3.1. Biathlon branşında yatarak ve ayakta atış performansı	9
2.3.2. Hedef mekanizması boyutları ve atış mesafeleri	10
2.3.2. Hedeflerin çalışma prensibi.....	11
2.4. Biathlon Branşında Kalp Atım Hızı	11
3. YÖNTEM.....	13
3.1. Araştırmanın Tipi.....	13
3.2. Araştırmanın Evren ve Örneklemi	13
3.2.1. Dahil edilme ve hariç tutulma kriterleri	13
3.3. Veri Toplama Araçları.....	13
3.3.1. Denge Parametreleri	14
3.3.2. Atış performansı parametrelerinin değerlendirilmesi	15

3.3.3. Fizyolojik parametreler	16
3.4. Uygulama Süreci.....	17
3.5. Araştırmanın Değişkenleri	18
3.6. Araştırmanın Etik İlkeleri.....	18
3.7. Verilerin Analizi	18
4. BULGULAR	20
5. TARTIŞMA	42
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	57
KAYNAKLAR.....	59
EKLER.....	67
Ek-1. Etik Kurul Kararı	67



BEYANNAME

Bu tez çalışmasının Erzurum Teknik Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Hazırlama ve Yazım Kılavuzu standartlarına uygun olarak hazırlanarak yazıldığını; tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçların akademik ve etik kurallara bağlı kalınarak sunulduğunu; bu tezin özgün bir bilimsel araştırma olduğunu; tezde yer alan ve bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen tüm bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve kullanılan kaynakların kaynaklar listesinde yer aldığını; tezin çalışılması ve yazımı aşamalarında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

23/12/2025

İmzası

Mine KILIÇ

TEŞEKKÜR

Bu çalışma süresince ve hayatımın her aşamasında yanımda olan, bana rehberlik eden, bilgisi ve deneyimiyle yol gösteren, anlayışı ve sabrı ile her zaman destek olan değerli danışman hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Buket Sevindik Aktaş'a özverili katkılarından dolayı çok teşekkür ederim.

Bu sürecin ve sporculuğumun her anında yanımda olan ve desteğini hissettiren bu günlere gelmemde çok emeği olan antrenörüm Süleyman YILDIRIM'a; ölçümler sırasında emeği geçen Fırat ÖZTEKİN ve Serhat AKTAŞ'a; özellikle analiz ve değerlendirme süreçlerinde büyük katkı sağlayan Arş. Gör. Salih ÇABUK'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca araştırmamızın başarılı bir şekilde tamamlanmasına katkı sağlayan, biathlon branşı sporcularına bir teşekkürü borç bilirim. Son olarak, hayatımın her anında yanımda olan, sevgileri ve destekleriyle bana güç veren canım aileme, özellikle emeği ve inancıyla arkamda duran babam ile sabrı, sevgisi ve dualarıyla her daim yanımda olan anneme en derin şükranlarımı sunarım.

Bu çalışmanın tez verilerinin alınmasında sağlamış olduğu her türlü destekten dolayı Atatürk Üniversitesi Spor Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne teşekkürü borç sunarım.

Spora başladığım ilk günden bu yana gelişimime büyük katkı sağlayan ve beni Türk kayağına kazandıran Kardelen Kayak Tenis ve Dağcılık Spor Kulübü'ne, Türkiye Kayak Federasyonu Başkanlığı'na en içten teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım.

Bu tezimi, bilimin rehberliğinde ülkemizin ilerlemesine katkıda bulunmak için özveriyle çalışan tüm araştırmacılara; spora değer katan antrenörlere, sporculara ve spor bilimcilerine saygı ve şükranla ithaf ediyorum.

23/12/2025

İmza

Mine KILIÇ

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Biathlon Branşı Sporcularına Uygulanan Denge Antrenmanlarının Atış Performansı ve Tur Süreleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi

Amaç: Bu araştırmanın amacı, biathlon branşı sporcularına uygulanan denge antrenmanlarının atış performansı, denge parametreleri, fizyolojik göstergeler ve yarışma performansına ilişkin değişkenler üzerindeki etkilerini incelemektir.

Yöntem: Araştırmada, yarı deneysel desen kullanılmıştır. Çalışmaya, Türkiye Biathlon Milli Takımı'nda veya bölgesel düzeyde yarışmalara katılan, en az 5 yıldır düzenli olarak biathlon antrenmanı yapan 20 sporcu (deney=10, kontrol=10) çalışmaya dahil edilmiştir. Deney grubuna 8 hafta boyunca haftada 3 gün denge antrenmanları uygulanırken, kontrol grubu yalnızca rutin antrenmanlarını sürdürmüştür. Müdahale öncesi gruplar arasındaki farkı incelemek için Bağımsız Örneklem T-Testi, bağımlı değişkenler üzerindeki grup ve zaman etkilerini değerlendirmek için ise iki yönlü karışık desenli tekrarlı ANOVA (Grup=2 × Zaman=2) kullanılmıştır.

Bulgular: Araştırma sonucunda deney grubunda hem yatarak hem de ayakta atış isabet oranlarında anlamlı artışlar saptanmıştır. Yatarak atış isabeti için grup etkisi ($F(1,18)=26,375$; $p<0,001$; $\eta^2=0,594$), zaman etkisi ($F(1,18)=146,815$; $p<0,001$; $\eta^2=0,891$) ve grup × zaman etkileşimi ($F(1,18)=57,778$; $p<0,001$; $\eta^2=0,762$) anlamlı bulunmuştur. Ayakta atış isabetinde de benzer şekilde grup etkisi ($F(1,18)=16,142$; $p=0,001$; $\eta^2=0,473$), zaman etkisi ($F(1,18)=94,379$; $p<0,001$; $\eta^2=0,840$) ve grup × zaman etkileşimi ($F(1,18)=28,428$; $p<0,001$; $\eta^2=0,612$) anlamlıdır. Statik ve dinamik denge parametrelerinde deney grubunda anlamlı gelişmeler ($p<0,05$) gözlenirken, kontrol grubunda değişim görülmemiştir. Tur sürelerinde yalnızca ilk turda grup etkisi anlamlı bulunmuştur ($F(1,18)=6,315$; $p=0,022$). Buna karşın, kalp atış hızı ve kan laktat değerlerinde anlamlı bir farklılık saptanmamıştır.

Sonuç: Denge antrenmanlarının biathlon sporcularında atış performansı ve denge becerilerini geliştirmede etkili olduğunu, ancak tur süreleri ve fizyolojik parametrelerde sınırlı etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, denge çalışmalarının atış performansına yönelik antrenman dizaynında tamamlayıcı bir unsur olarak ele alınabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Biathlon, postüral kontrol, denge eğitimi, atış isabeti, spor performansı

ABSTRACT

MS. Thesis

Investigation of the Effects of Balance Training Applied to Biathlon Athletes on Throwing Performance and Lap Times

Aim: The aim of this research is to examine the effects of balance training applied to biathlon athletes on shooting performance, balance parameters, physiological indicators and variables related to competition performance.

Methods: The study employed a quasi-experimental design. Twenty athletes (experimental = 10, control = 10) who had participated in the Turkish Biathlon National Team or regional competitions and had been training regularly in biathlon for at least five years were included in the study. The experimental group received balance training three days a week for eight weeks, while the control group continued their routine training. An Independent Samples T-Test was used to examine the difference between the pre-intervention groups, and a two-way mixed-design repeated-measures ANOVA (Group = 2 $\times$ Time = 2) was used to assess the effects of group and time on the dependent variables.

Results: As a result of the research, significant increases were found in shooting accuracy rates both while prone and while standing in the experimental group. For shooting accuracy while prone, group effect ($F(1,18)=26.375$; $p<0.001$; $\eta^2=0.594$), time effect ($F(1,18)=146.815$; $p<0.001$; $\eta^2=0.891$) and group $\times$ time interaction ($F(1,18)=57.778$; $p<0.001$; $\eta^2=0.762$) were found to be significant. Similarly, in standing shooting accuracy, group effect ($F(1,18)=16.142$; $p=0.001$; $\eta^2=0.473$), time effect ($F(1,18)=94.379$; $p<0.001$; $\eta^2=0.840$) and group $\times$ time interaction ($F(1,18)=28.428$; $p<0.001$; $\eta^2=0.612$) were significant. While significant improvements ($p<0.05$) were observed in the static and dynamic balance parameters in the experimental group, no change was observed in the control group. In terms of lap times, group effect was found to be significant only in the first lap ($F(1,18)=6.315$; $p=0.022$). On the other hand, no significant differences were detected in heart rate and blood lactate values.

Conclusion: Balance training has been shown to be effective in improving shooting performance and balance skills in biathlon athletes, but has limited effects on lap times and physiological parameters. Therefore, it is thought that balance exercises can be considered as a complementary element in training design for shooting performance.

Keywords: Biathlon, postural control, balance training, shooting accuracy, sport performance

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 3.1. Biathlon Sporcularına Uygulanan 8 Haftalık Denge Antrenman Programı	17
Tablo 4.1. Katılımcıların Müdahale Programı Öncesi Tanımlayıcı Özellikleri Ve Gruplar Arası Farkların Karşılaştırılması	20
Tablo 4.2. Müdahale Programı Öncesi Ve Sonrası Tur 1 (s) İçin 2 Yönlü Tekrarlı ANOVA Testi Sonuçları	21
Tablo 4.3. Müdahale Programı Öncesi Ve Sonrası Tur 1 (s) İçin Çoklu Karşılaştırma Sonuçları	21
Tablo 4.4. Müdahale programı öncesi ve sonrası tur 2 (s) için 2 yönlü tekrarlı ANOVA testi sonuçları	22
Tablo 4.5. Müdahale Programı Öncesi Ve Sonrası Tur 2 (s) İçin Çoklu Karşılaştırma Sonuçları	22
Tablo 4.6. Müdahale Programı Öncesi Ve Sonrası Yatarak Atış İsabeti İçin 2 Yönlü Tekrarlı ANOVA Testi Sonuçları	23
Tablo 4.7. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Yatarak Atış İsabeti İçin Çoklu Karşılaştırma Sonuçları	23
Tablo 4.8. Müdahale Programı Öncesi Ve Sonrası Ayakta Atış İsabeti İçin 2 Yönlü Tekrarlı ANOVA Testi Sonuçları	24
Tablo 4.9. Müdahale Programı Öncesi Ve Sonrası Ayakta Atış İsabeti İçin Çoklu Karşılaştırma Sonuçları	24
Tablo 4.10. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Yatarak Nabız İçin 2 Yönlü Tekrarlı ANOVA Testi Sonuçları	25
Tablo 4.11. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Yatarak Nabız İçin Çoklu Karşılaştırma Sonuçları	25
Tablo 4.12. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Ayakta Nabız İçin 2 Yönlü Tekrarlı ANOVA Testi Sonuçları	25
Tablo 4.13. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Ayakta Nabız İçin Çoklu Karşılaştırma Sonuçları	26
Tablo 4.14. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Yatarak Süre İçin 2 Yönlü Tekrarlı ANOVA Testi Sonuçları	26
Tablo 4.15. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Yatarak Süre İçin Çoklu Karşılaştırma Sonuçları	27

Tablo 4.16. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Ayakta Süre İçin 2 Yönlü	
Tekrarlı ANOVA Testi Sonuçları	27
Tablo 4.17. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Ayakta Süre İçin Çoklu	
Karşılaştırma Sonuçları	28
Tablo 4.18. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Final Süre İçin 2 Yönlü	
Tekrarlı ANOVA Testi Sonuçları	28
Tablo 4.19. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Final Süre İçin Çoklu	
Karşılaştırma Sonuçları	29
Tablo 4.20. Müdahale Programı Öncesi Ve Sonrası Dinamik Denge Sağ İçin 2	
Yönlü Tekrarlı ANOVA Testi Sonuçları	29
Tablo 4.21. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Dinamik Denge Sağ İçin	
Çoklu Karşılaştırma Sonuçları	30
Tablo 4.22. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Dinamik Denge Sol İçin 2	
Yönlü Tekrarlı ANOVA Testi Sonuçları	30
Tablo 4.23. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Dinamik Denge Sol İçin	
Çoklu Karşılaştırma Sonuçları	31
Tablo 4.24. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Dinamik Denge Çift İçin 2	
Yönlü Tekrarlı ANOVA Testi Sonuçları	31
Tablo 4.25. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Dinamik Denge Çift İçin	
Çoklu Karşılaştırma Sonuçları	32
Tablo 4.26. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Statik Denge Sağ İçin 2 Yönlü	
Tekrarlı ANOVA Testi Sonuçları	32
Tablo 4.27. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Statik Denge Sağ İçin Çoklu	
Karşılaştırma Sonuçları	33
Tablo 4.28. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Statik Denge Sol İçin 2 Yönlü	
Tekrarlı ANOVA Testi Sonuçları	33
Tablo 4.29. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Statik Denge Sol İçin Çoklu	
Karşılaştırma Sonuçları	34
Tablo 4.30. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Statik Denge Çift İçin 2 Yönlü	
Tekrarlı ANOVA Testi Sonuçları	34
Tablo 4.31. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Statik Denge Çift İçin Çoklu	
Karşılaştırma Sonuçları	35

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Biathlon Sporcularının Ayakta ve Yatarak Atış Performansı.....	10
Şekil 2.2. Biathlon branşında kullanılan standart hedef mekanizması ve puanlama sistemi (IBU, 2025)	10
Şekil 2.3. Biathlon branşında kullanılan standart hedef mekanizması ve puanlama sistemi (IBU, 2025).	10
Şekil 2.4. Biathlon atış poligonları (IBU, 2025).	11
Şekil 3.1. Denge Performansı.....	15
Şekil 3.2. Atış Performansının Değerlendirilmesi (IBU, 2025).....	16
Şekil 3.3. Denge ve Atış Performansı	16
Şekil 4.1. Deney (DG) ve Kontrol (KG) Gruplarının Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Tur Süreleri, Atış İsabet Oranları ve Nabız Değerleri	36
Şekil 4.2. Deney (DG) ve kontrol (KG) Gruplarının Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Yatarak, Ayakta ve Final Süreleri İle Dinamik Denge Parametrelerinin (Sağ, sol ve Çift Destek) karşılaştırılması	38
Şekil 4.3. Deney (DG) ve Kontrol (KG) Gruplarının Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Statik Denge Parametrelerinin (Sağ, Sol ve Çift Destek) Karşılaştırılması.....	40

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
%	Yüzde
%95GA	%95 güven aralığı
%Δ	Yüzdelik değişim
Σ	Sigma
Cm	Santimetre
D	Cohen'in d katsayısı
km	Kilometre
m	Metre
N	Newton
°	Derece
W	Watt
E	Epsilon
η^2	Eta-kare
η_p^2	Kısmi eta-kare

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
DG	Deney grubu
HR	Kalp atım hızı
HRmax	Maksimum kalp atım hızı
IBU	Uluslararası Biatlhon Birliği
KG	Kontrol grubu
VO ₂ max	Maksimum oksijen tüketimi
VO ₂ peak	Zirve oksijen tüketimi

1. GİRİŞ

Kış sporlarının çok bileşenli ve yüksek performans gerektiren dallarından biri olan biathlon, kayakla koşu ile tüfekli atışı birleştiren özel bir branştır. Sporcular yarış boyunca yoğun kardiyovasküler ve kas-iskelet sistemi yüklenmeleri altında hem yüksek hızda kayak yapabilmekte hem de kısa süreler içinde hassasiyet gerektiren atışlar gerçekleştirmektedir. Bu durum, biathlon performansının yalnızca aerobik kapasite ve kayak hızına değil, aynı zamanda denge, postural kontrol ve odaklanma becerilerine de bağlı olduğunu göstermektedir (Sattlecker ve ark., 2014; Vickers & Williams, 2007).

Denge ve stabiliteyi geliştirmeye yönelik çalışmaların yalnızca teknik performansı değil, aynı zamanda yaralanma riskini azaltmada da etkili olduğu bildirilmektedir (Lauersen ve ark., 2014). Bu bağlamda biathlon sporcularına yönelik denge antrenmanlarının, hem atış doğruluğunu artırması hem de sporcunun genel performansını desteklemesi beklenmektedir. Yapılan çalışmalar, özellikle yorgunluk koşullarında atış doğruluğunun sporcunun postural stabilite düzeyiyle yakından ilişkili olduğunu ortaya koymuştur (Hoffman ve Street, 1992). Biathlon sporcularının yüksek kalp atım hızına rağmen atış isabetini koruyabilmeleri, motor kontrol ve denge kapasitesine bağlıdır (Niilo ve ark., 1999). Bu bağlamda, denge ve stabilite antrenmanlarının biathlon branşında kritik bir rol oynayabileceği düşünülmektedir.

Biathlon performansının en kritik bileşenlerinden biri de atış isabet oranıdır. Özellikle yorgunluk altında yapılan atışlarda sporcunun postural stabiliteyi koruyabilmesi, tüfek salınımını minimumda tutabilmesi ve tetikleme kontrolünü doğru zamanda gerçekleştirebilmesi, yarışın genel sonucunu doğrudan etkilemektedir. Literatürde postural kontrolün ve denge yetisinin, hem yatarak hem de ayakta atış performansında belirleyici bir rol oynadığı vurgulanmaktadır (Sattlecker ve ark., 2014; Vickers & Williams, 2007). Buna ek olarak, denge antrenmanlarının motor kontrolü geliştirdiği, nöromüsküler koordinasyonu artırdığı ve sporcunun teknik stabilitesini güçlendirdiği farklı araştırmalarda rapor edilmiştir (Behm & Chaouachi, 2011).

1.1. Araştırmanın Amacı

Bu alışma, biathlon branşı sporcularına uygulanan denge antrenmanlarının atış performansı üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla planlanmıştır. Araştırmanın zgn yn, deneysel bir müdahale programı aracılığıyla hem yatarak hem de ayakta atış isabetine etkilerin değerlendirilmesi ve elde edilen bulguların denge parametreleri ile ilişkilendirilmesidir. Çalışmadan elde edilen sonuçların, antrenman planlamasında denge egzersizlerinin önemini vurgulayarak, biathlon sporcularının performans gelişimine katkı sağlaması beklenmektedir.

1.2. Araştırmanın nemi ve Gerekçesi

Biathlon, sporcuların hem yüksek tempolu kayak performansı sergilemesini hem de kısa sürede yüksek isabet oranıyla atış yapabilmesini gerektiren özel bir branştır. Bu zellik, biathlonun yalnızca fiziksel dayanıklılığa değil, aynı zamanda denge, postural kontrol ve motor koordinasyona da dayalı olduğunu göstermektedir. Özellikle yorgunluk altında yapılan atışlarda isabet oranının korunabilmesi, sporcunun postural stabilitesini sürdürmesine bağlıdır. Bu nedenle denge ve stabiliteye yönelik antrenmanların, biathlon performansının ayrılmaz bir parçası olduğu düşünülmektedir.

1.2.1. Araştırmanın kurumsal katkısı

Bu araştırma, denge ve atış performansı arasındaki ilişkiyi sistematik olarak inceleyerek literatüre özgün bir katkı sunmaktadır. Çalışma, denge antrenmanlarının yalnızca genel motor kontrol üzerinde değil, aynı zamanda branşa özgü teknik performans üzerinde de etkili olabileceğini göstermeyi amaçlamaktadır. Böylece, denge antrenmanlarının spor bilimlerinde hangi mekanizmalarla performans gelişimine katkı sunduğuna dair kuramsal bir ereve oluşturulacaktır.

1.2.2. Araştırmanın uygulama katkısı

Bu çalışmadan elde edilecek bulguların, antrenörler ve sporcular için uygulamaya dönük önemli sonuçlar doğurması beklenmektedir. Özellikle biathlon sporcularının antrenman planlamalarında denge çalışmalarına daha fazla yer verilmesi, atış isabet oranlarının artırılmasına ve yarış performanslarının geliştirilmesine katkı sağlayabilir. Ayrıca, uygulanan denge antrenmanlarının farklı pozisyonlardaki (yatarak ve ayakta) atış performansına etkileri ortaya konularak,

antrenman süreçlerinin daha bilimsel temellere dayalı şekilde yapılandırılmasına yardımcı olacaktır.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Biathlon

Biathlon branşı, kayaklı koşu paten stilini ve tüfek atışını birleştiren olimpik bir daldır. Yarışma alanında yoğun şekilde kayak kaydından sonra atış poligonlarının bulunduğu yere gelen sporcular her atış poligonunda yatarak veya ayakta durarak nişan alıp hedefe atış etmektedirler. Zihinsel baskı altında atış yaparken önemli fizyolojik gereksinimlerin yanı sıra ince motor becerilerin kontrolünü de gerektirir. Kayaklı koşu paten stili uygulaması biçiminin çoğu biathlon için de geçerli olsa da, tüfeği taşımak ve stres altında ateş etmek bu disiplini benzersiz kılmaktadır (Laaksonen ve ark., 2018). Biathlon sporunda üst düzey fiziksel, fizyolojik ve psikolojik gelişim gerekmektedir. Yarışma zamanı farklılık gösteren bir branştır. Yarışma süresi 25 dakika ile 1 saatin üzerinde olabilmektedir (Budak ve ark., 2023). 1960 yılından bu yana Olimpiyat Oyunlarında düzenli olarak yapılmaktadır. 1978'de atış standartlaştırıldı (0,22 inçlik mühimmat ve küçük kalibreli tüfekler) ve hedef mesafesi 50 m'ye düşürüldü. 1980'lerde kadınların da katılmasına izin verildi ve kadın sporcular ilk kez 1992 Albertville Kış Olimpiyatları'nda biathlon oyunlarına katıldı (Laaksonen ve ark., 2018).

2.1.1. Biathlon sporunun tarihçesi

Biathlon, kayaklı koşu ve tüfekte atış disiplinlerini bir arada içeren ve askeri kökenlere dayanan bir spor dalıdır. Kış koşullarında askerî devriyelerin hem uzun mesafe kayak yapabilmesi hem de silah kullanabilmesi gerekliliği, bu sporun temelini oluşturmuştur. İlk kez 18. yüzyılda İskandinav ülkelerinde askerî antrenman olarak uygulanan biathlon, daha sonra sivil yarışmalara dönüşerek modern spor kimliği kazanmıştır (Gottschalk, 2025). Biathlon, 1960 Squaw Valley Kış Olimpiyatları'nda resmî olarak Olimpiyat programına dahil edilmiştir. İlk yıllarda sporcular yüksek güçlü tüfekler kullanmış ve atış mesafesi 100 ile 250 metre arasında değişmiştir. Ancak 1978 yılında kurallar standartlaştırılmış, 0.22 inç çapında mühimmat ve küçük kalibreli tüfekler kullanılmaya başlanmış, hedef mesafesi ise 50 metreye sabitlenmiştir. 1980'li yıllarda kâğıt hedeflerin yerini metal hedefler almış ve bu dönemde kadın sporcuların da yarışmalara katılımına izin verilmiştir. Kadın biathlon branşı, 1992 Albertville Kış Olimpiyatları ile birlikte resmi olarak Olimpiyat programında yer almıştır (Lerho, 2024).

Günümüzde biathlon, bireysel (individual), sprint, takip (pursuit), toplu çıkış (mass start), bayrak yarışı (relay) ve karışık bayrak yarışı (mixed relay) gibi farklı formatlarda düzenlenmektedir. Özellikle karışık bayrak yarışı, hem kadın hem de erkek sporcuların aynı takımda yer aldığı ilk Olimpik disiplinlerden biri olarak dikkat çekmektedir (Laaksonen, ve ark., 2018).

2.1.2. Modern biathlon'un temel özellikleri

Biathlon yarışmalarının gerçekleştirildiği arenada, sporcuların toplam bitiş süreleri, kayak zamanı (hız), atış doğruluğu ve atış hızına bağlı olarak belirlenmektedir. Günümüzde biathlon, altı farklı yarış formatında düzenlenmektedir:

- **Sprint:** Kadınlar için 7,5 km, erkekler için 10 km. Atış pozisyonları: yatarak (P) ve ayakta (S).
- **Takip (Pursuit):** Kadınlar için 10 km, erkekler için 12,5 km. Atış sırası: P + P + S + S.
- **Toplu Çıkış (Mass Start):** Kadınlar için 12,5 km, erkekler için 15 km. Atış sırası: P + P + S + S.
- **Bireysel (Individual):** Kadınlar için 15 km, erkekler için 20 km. Atış sırası: P + S + P + S.
- **Bayrak Yarışı (Relay):** Kadınlar için 4×6 km, erkekler için $4 \times 7,5$ km. Her sporcu için $4 \times (P + S)$.
- **Karışık Bayrak Yarışı (Mixed Relay):** Kadınlar için 2×6 km + erkekler için $2 \times 7,5$ km. Toplamda $4 \times (P + S)$.

Yarışlar sırasında, sporcu her atış alanına girdiğinde 50 m uzaklıktaki 5 hedefe beş atış yapar. Atış pozisyonu yarış formatına göre yatarak veya ayakta olabilir. Hedeflerin çapı 11,5 cm olup, yatarak atışta isabet alanı 4,5 cm, ayakta atışta ise 11,5 cm'dir. Bireysel yarışlarda (erkeklerde 20 km, kadınlarda 15 km) her kaçırılan atış için sporcuya 1 dakikalık zaman cezası uygulanır. Diğer tüm yarış formatlarında, kaçırılan her atış için sporcu yaklaşık 25 saniye süren 150 m'lik ceza turunu tamamlamak zorundadır. Bayrak yarışlarında ise sporcuların her atış istasyonunda 3 ek atış hakkı bulunmaktadır (Laaksonen, Finkenzeller ve ark., 2018; Siekmann ve Soek, 1998).

2.1.3. Biathlon kayak performansının gereklilikleri

Biathlon yarışlarında kayak süresi, sprint yarışlarında yaklaşık 15 dakika iken bireysel yarışlarda yaklaşık 45 dakikaya kadar çıkmaktadır. Bu süre boyunca sporcuların kalp atım hızı (HR), maksimum kalp atım hızının (HRmax) yaklaşık %90'ı seviyesindedir. Atış alanına yaklaşırken bu değer biraz düşmekte, atış sırasında ise yatarak atışta yaklaşık %70'e, ayakta atışta ise yaklaşık %60'a inmektedir (Hoffman & Street, 1992). 1980'lerde paten tekniğinin (skating technique) biathlon yarışlarına dâhil edilmesinden bu yana, biathlon kayak hızları tıpkı kros kayağı hızları gibi artış göstermiştir. Günümüzde biathlon kayak hızı, 2001/2002 sezonuna kıyasla yaklaşık %7 daha hızlıdır (Sandbakk & Holmberg, 2014). Dünya Kupası sprint yarışmalarında en iyi 10 biathletin ortalama kayak hızları erkeklerde 7,2 m/s, kadınlarda ise 6,3 m/s olarak kaydedilmiştir (Luchsinger, ve ark., 2018). Bu ortalamalar, yarışmanın yapıldığı yer ve müsabaka sırasındaki hava koşulları gibi çeşitli faktörlerden etkilenmektedir. Nitekim yarış süresi; rakımda her 1000 metrelik artış için %2, eğimde her %1'lik artış için %5, rüzgâr hızında her 1 m/s artış için %1–2 ve sıkıştırılmış kardan daha yumuşak kara geçildiğinde %2–4 oranında uzamaktadır (Skattebo & Losnegard, 2018). Ortalama hızlardaki artışlar, kros kayakçılarındaki olduğu gibi antrenman programlarındaki değişikliklerden (örneğin üst vücut kuvveti ve dayanıklılığı, hız ve teknik üzerine yapılan çalışmalar) kaynaklanabileceği gibi, kayaklarda ve wax malzemelerinde sağlanan gelişmelerden, parkur/kar zemini ve kayak hazırlığındaki iyileştirmelerden de ileri geldiği düşünülmektedir (Losnegard ve ark., 2011; Sandbakk ve ark., 2013; Sandbakk ve ark., 2011). Kayak hızındaki bu artışlar, aynı zamanda etkili bir biathlon kayağı için gerekli fizyolojik ve biyomekanik talepleri de değiştirebilir.

2.1.4. Biathlon kayak performansının belirleyicileri

Bir biathlon yarışı, yarışın türüne bağlı olarak her biri 5–8 dakika süren 3 veya 5 yüksek yoğunluklu kayak etabından oluşmaktadır. Bu etaplar, atış için hazırlık ve atış süresini kapsayan yaklaşık 25–30 saniyelik kısa aralarla birbirinden ayrılmaktadır. Bu nedenle biathlon, dayanıklılık sporu olarak sınıflandırılmakta ve aerobik enerji metabolizmasının genel performans üzerindeki etkisi önemli bir rol oynamaktadır (Joyner & Coyle, 2008). Genel olarak dayanıklılık performansı, aerobik ve anaerobik faktörlerin yanı sıra egzersiz ekonomisi ve/veya genel

mekanik verimliliğe bağlıdır. 56 km'lik klasik kros kayağı yarışının hem periferik hem de merkezi yorgunluğa yol açtığı öne sürülürken, daha kısa mesafeli bir yarışta (örneğin simüle edilmiş sprint yarışında) yorgunluğun yalnızca periferik düzeyde ortaya çıkabileceği belirtilmiştir. Dolayısıyla, biathlon yarışlarında hem periferik hem de merkezi yorgunluğun deneyimlenmesi ve bunun hem kayak performansını hem de atış doğruluğunu etkilemesi mümkündür (Boccia ve ark., 2017). Biathlon kayağı üzerine yapılan çalışmalardan birinde, Rundell ve Bacharach, 20 km'lik yarış sırasında zirve oksijen tüketiminin (VO_{2peak}) erkek sporcular için kayak süresi ile ilişkili olduğunu, ancak kadınlarda böyle bir ilişki bulunmadığını göstermiştir (Rundell & Bacharach, 1995). Başka bir araştırmada Rundell, maksimum oksijen tüketimi (VO_{2max}) ile laktat eşiğinin, kadın biathletlerin tekerlekli kayak performansı ile orta düzeyde ilişkili olduğunu bildirmiştir. Benzer sonuçlar, hem kadın hem de erkek kros kayakçıları da rapor edilmiştir; ayrıca bu sporcular için genel mekanik verimliliğin performans ile ilişkili olduğu belirtilmiştir (Carlsson ve ark., 2016; Mahood ve ark., 2001; Sandbakk ve ark., 2013). Üst ve alt ekstremit kas kuvveti, biathlonda hem kayak performansını hem de atış stabilitesini doğrudan etkiler. Kayaklı koşuda alt ekstremit kas dayanıklılığı öne çıkarken, tüfekle atış sırasında gövde ve üst ekstremit stabilitesi başarı için önemlidir. Özellikle üst vücut kuvveti ve dayanıklılığı, paten tekniğinin etkin uygulanmasında belirleyici bir rol oynamaktadır (Hegge ve ark., 2016).

Biathlon, sporcuların değişken arazi koşullarında dengelerini korumalarını, kayak teknikleri arasında hızlı geçiş yapmalarını ve koordineli hareket etmelerini gerektirir. Ayrıca atış esnasında sabit bir postür sağlayabilmek için hem statik hem de dinamik dengenin gelişmiş olması önemlidir. Literatürde denge ve koordinasyonun biathlon atış doğruluğu ile ilişkili olduğu belirtilmiştir (Buchecker ve ark., 2013). Biathlon performansının en belirleyici unsurlarından biri atış doğruluğudur. Sprint yarışlarında tek bir hatalı atış dahi sporcunun madalya şansını ortadan kaldırabilir. Atış sırasında nabzın düşürülmesi, nefes kontrolü ve tetik hareketinin zamanlaması başarı için kritik öneme sahiptir (Vickers ve Williams, 2007). Yatarak atışlarda hedef alanı 4,5 cm iken ayakta atışlarda 11,5 cm olması, özellikle yorgunluk ve kalp atım hızının kontrolünün önemini ortaya koymaktadır (Riedl, 2021).

2.2. Biathlon Sporunda Duruş ve Denge Kontrolü

Biathlon sporunda atış performansı, yalnızca teknik beceri ve konsantrasyon ile değil, aynı zamanda postüral duruş ve denge kontrolü ile de yakından ilişkilidir. Özellikle ayakta atış pozisyonunda vücut salınımının minimum düzeyde tutulması, tüfek stabilitesi ve atış isabet oranı üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Araştırmalar, elit düzeydeki sporcuların elit olmayanlara kıyasla daha az gövde ve tüfek salınımı sergilediklerini ve bu durumun performans farklılığını ortaya koyduğunu göstermektedir (Sattlecker ve ark., 2014). Postüral denge, atış sırasında doğru nefes kontrolü ve tetik zamanlamasıyla birlikte sporcunun başarılı bir şekilde isabet sağlamasını kolaylaştırır. Ayrıca, yüksek yoğunluklu kayak bölümlerinden sonra oluşan yorgunluk, denge kontrolünü olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle denge antrenmanları, hem genç hem de deneyimsiz biathletler için önemli bir gelişim alanı olarak önerilmektedir (Era ve ark., 1996). Literatürde, biyomekanik geri bildirim (biofeedback) uygulamalarının sporcuların postüral stabilitesini artırabileceği, bu sayede tüfek stabilitesinin ve atış doğruluğunun daha da iyileştirilebileceği belirtilmektedir (Niilo ve ark., 2004). Dolayısıyla, biathlon sporcularının hem statik hem de dinamik dengeyi geliştirmeye yönelik özel antrenman programlarına dahil edilmesi, yarış performansına doğrudan katkı sağlayabilecek bir unsur olarak değerlendirilmektedir.

2.3. Biathlon Branşında Atış Performansı

Biathlon, yüksek aerobik dayanıklılık gerektiren kayaklı koşu ile ince motor kontrolün ön planda olduğu tüfekle atışı bir araya getiren karmaşık bir Olimpik spor dalıdır. Bu nedenle, atış performansı biathlon yarışlarının en kritik bileşenlerinden birini oluşturmaktadır. Sporcular, yatarak ve ayakta olmak üzere iki farklı pozisyonda atış yaparlar. Yatarak atışlarda hedef çapı 4,5 cm iken ayakta atışlarda 11,5 cm'dir. Bu farklılık, özellikle yorgunluk ve postüral stabilite açısından ayakta atışı daha zor hale getirmektedir (Riedl, 2021). Atış başarısını etkileyen temel faktörler arasında kalp atım hızı, nefes kontrolü, postüral stabilite, tetikleme davranışı ve dikkat kontrolü yer almaktadır. Yoğun fiziksel efor sonrasında sporcuların kalp atım hızlarını kısa sürede düşürmeleri ve sabit bir duruş sağlayarak doğru atış yapabilmeleri gerekmektedir. Bu bağlamda, yüksek kalp atım hızının atış doğruluğunu olumsuz etkileyebildiği; ancak elit sporcuların geliştirdikleri motor

stratejiler sayesinde yorgunluk koşullarında dahi isabet oranlarını koruyabildikleri bildirilmiştir (Gallicchio ve ark., 2016).

Araştırmalar, elit düzey sporcuların tüfek stabilitesinde ve postüral kontrolde daha az vücut salınımı gösterdiklerini, bunun da yüksek isabet oranlarına doğrudan yansıdığını ortaya koymaktadır (Sattlecker ve ark., 2014). Ayrıca, tetikleme davranışının atış performansının önemli bir yordayıcısı olduğu; zamanlama hatalarının ise yorgunlukla arttığı belirtilmektedir (Niilo Kontinen ve ark., 2004). Bu nedenle, biathlon sporunda atış başarısı yalnızca teknik bir beceri değil, aynı zamanda fizyolojik, psikolojik ve nöromüsküler faktörlerin etkileşimiyle belirlenmektedir. Sonuç olarak biathlonda atış performansı, yarış sonucunu doğrudan etkileyen belirleyici bir unsur olup; bu performansın artırılabilmesi için postüral denge, nefes ve tetik kontrolü, dikkat stratejileri ve psikolojik dayanıklılığın bütüncül şekilde geliştirilmesi gerekmektedir.

2.3.1. Biathlon branşında yatarak ve ayakta atış performansı

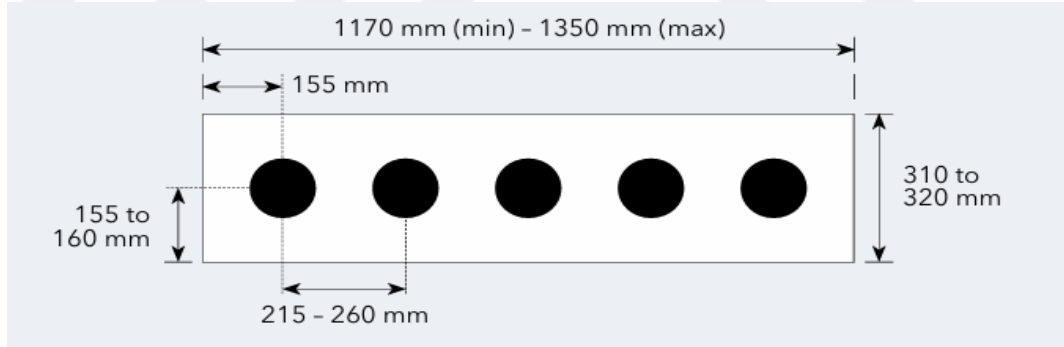
Yatarak atış, daha geniş bir destek yüzeyi sağlaması nedeniyle vücut salınımının ve tüfek hareketinin daha az olduğu bir pozisyonudur. Hedef çapı yalnızca 4,5 cm olduğundan, yüksek doğruluk gerektirir. Yatarak atışta isabet oranlarının genellikle ayakta atıştan daha yüksek olduğu bildirilmektedir. Bununla birlikte, düşük hedef boyutu ve nefes kontrolünün hassas gerekliliği, bu pozisyonu teknik açıdan zorlaştırmaktadır. Araştırmalar, yatarak atışta tüfek stabilitesinin ve tetikleme davranışının atış performansı ile orta düzeyde ilişkili olduğunu göstermiştir (Sattlecker ve ark., 2014).

Ayakta atış, 11,5 cm'lik hedef çapına sahip olmakla birlikte, postüral stabilitenin sağlanması açısından yatarak atışa göre daha zordur. Daha dar destek yüzeyi ve vücudun dik konumda olması, tüfek ve gövde salınımını artırmaktadır. Bu nedenle ayakta atış, sporcular arasında daha fazla performans farklılaşmasına neden olan bir pozisyonudur. Özellikle yorgunluk sonrası ayakta atış doğruluğu, yarışların sonucunu belirleyici bir faktör haline gelmektedir (Gallicchio ve ark., 2016).

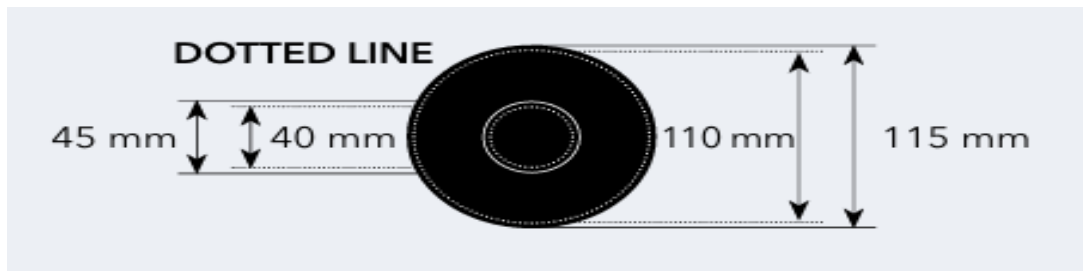


Şekil 2.1. Biathlon Sporcularının Ayakta ve Yatarak Atış Performansı

2.3.2. Hedef mekanizması boyutları ve atış mesafeleri



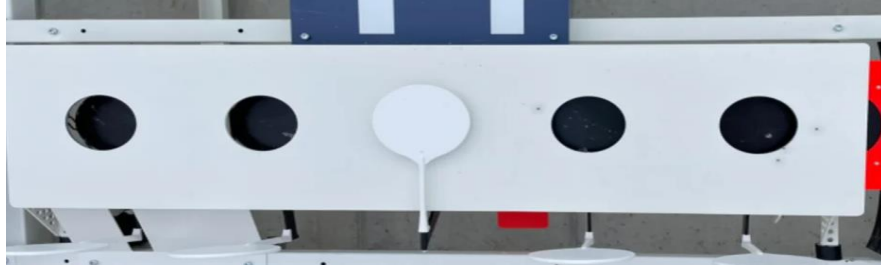
Şekil 2.2. Biathlon Branşında Kullanılan Standart Hedef Mekanizması ve Puanlama Sistemi (IBU, 2025)



Şekil 2.3. Biathlon Branşında Kullanılan Standart Hedef Mekanizması ve Puanlama Sistemi (IBU, 2025).

2.3.2. Hedeflerin çalışma prensibi

Biatlon yarışmalarında kullanılan hedefler mekanik sistemlere dayalı olarak çalışmaktadır. Her hedefin merkezine isabet eden atışlar, hedefi düşüren özel bir mekanizmayı harekete geçirmektedir.



Şekil 2.4. Biathlon Atış Poligonları (IBU, 2025).

Başarılı bir atışın ardından, hedef üzerindeki metal plakanın düşmesi yoluyla isabet durumu sporcuya görsel olarak teyit edilmektedir. Atış sonrasında düşen plakalar, yarışma sürecinde zaman kaybının önlenmesi ve yarış akışının kesintisiz sürdürülebilmesi amacıyla otomatik mekanizmalar aracılığıyla kısa sürede yeniden başlangıç konumlarına getirilmektedir.

2.4. Biathlon Branşında Kalp Atım Hızı

Biathlon branşında kalp atım hızı (HR), hem kayak performansının hem de atış başarısının önemli belirleyicilerinden biridir. Kayak etapları sırasında sporcuların kalp atım hızları genellikle maksimum kalp atım hızının (HRmax) %85–95'i arasında seyretmektedir (Hoffman ve Street, 1992). Bu yüksek kardiyovasküler yük, sporcuların aerobik kapasite düzeyini zorlamakta ve yarışın büyük bölümünde dayanıklılığın ön planda olmasına yol açmaktadır. Atış bölümüne yaklaşıldığında kalp atım hızında belirli bir düşüş gözlemlenir. Literatüre göre, sporcular atış istasyonuna girdiklerinde kalp atım hızları yatarak atışta HRmax'ın yaklaşık %70'ine, ayakta atışta ise %60'ına kadar düşmektedir (Laaksonen ve ark., 2018). Bu düşüş, isabetli atış yapabilmek için gerekli olan postüral stabilite ve ince motor kontrolün sağlanmasına yardımcı olduğu düşünülmektedir.

Kalp atım hızının atış performansı üzerindeki etkileri uzun süredir araştırılmaktadır. Kontinen ve ark. (1998), elit ve elit olmayan atıcılarda tetik çekmeden önce kalp atım hızında azalma gözlemlenmiş ve bu azalmanın dikkat

kontrolüyle ilişkili olabileceğini ileri sürmüştür (Konttinen ve ark., 1998). Helin ve ark. (2010) ise elit sporcuların tetik çekme davranışlarını diyastol fazında (kalbin gevşeme evresi) gerçekleştirdiklerini ve bu dönemde daha yüksek isabet oranı sağladıklarını rapor etmiştir (Helin ve ark., 1987). Buna karşın, genç ve deneyimsiz sporcuların hem diyastolde hem de sistolde tetik çektikleri, ancak diyastoldeki atışların daha başarılı olduğu belirtilmiştir. Yapılan araştırmalar, biathletlerin yalnızca kalp atım hızlarını kontrol etmekle kalmayıp aynı zamanda kalp döngüsünün belirli fazlarında tetikleme stratejileri geliştirdiklerini ortaya koymaktadır. Bu durum, kardiyak aktivite ile atış performansı arasındaki ilişkinin kompleks ve çok boyutlu olduğunu göstermektedir.



3. YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Tipi

Bu araştırmada, nicel araştırma yöntemlerinden yarı deneysel desen kullanılmıştır. Yarı deneysel desen, örneklemin rastgele atanamadığı durumlarda deney ve kontrol grupları oluşturularak müdahale sürecinin yürütüldüğü ve neden–sonuç ilişkilerinin incelendiği bir araştırma yaklaşımıdır (Campbell & Stanley, 2015).

3.2. Araştırmanın Evren ve Örneklemi

Araştırmanın evrenini, biathlon branşında bölgesel ve uluslararası düzeyde müsabakalara katılan, sağlıklı ve deneyimli sporcular oluşturmaktadır. Çalışma grubu, düzenli antrenman yapan, yarış tecrübesine sahip ve aktif olarak sporculuk kariyerini sürdüren bireylerden meydana gelmektedir. Araştırmanın örneklemini, çalışmaya gönüllü olarak katılan toplam 20 biathlon sporcusu oluşturmuştur. Sporcular, deney grubu (n=10) ve kontrol grubu (n=10) olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Deney grubu 5 kadın ve 5 erkek sporcudan, kontrol grubu ise 5 kadın ve 5 erkek sporcudan oluşmaktadır.

3.2.1. Dahil edilme ve hariç tutulma kriterleri

Katılımcı seçiminde belirli ölçütler dikkate alınmıştır. Buna göre, araştırmaya en az beş yıldır düzenli olarak biathlon branşında antrenman yapan, kas-iskelet sistemi sakatlığı bulunmayan ve çalışmaya gönüllü olarak katılmayı kabul eden sporcular dahil edilmiştir. Öte yandan, son altı ay içinde alt ekstremitayı etkileyen sakatlık veya cerrahi müdahale geçirmiş olan, nörolojik ya da dengeyi etkileyebilecek sağlık sorunları bulunan ve araştırma sürecine uyum sağlayamayacak sporcular ise çalışma dışında tutulmuştur. Ek olarak, ölçümden en az 24 saat önce alkol, nikotin ve kafein içeren maddelerin tüketiminden kaçınmaları katılımcılardan talep edilmiştir.

3.3. Veri Toplama Araçları

Araştırmada, biathlon sporcularına uygulanan denge antrenmanlarının etkilerini değerlendirmek amacıyla çeşitli ölçüm araçları kullanılmıştır. Ölçümler, deney ve kontrol gruplarında yer alan sporculara ön test ve son test olmak üzere iki farklı zaman diliminde uygulanmıştır. Böylece, antrenman programının sporcuların

denge, atış performansı ve fizyolojik parametreleri üzerindeki etkileri analiz edilmiştir.

3.3.1. Denge Parametreleri

Sporcuların statik ve dinamik denge performansları, Sportkat 4000 (LLC, Vista, CA, USA) kinestetik denge değerlendirme cihazı ile ölçülmüştür. Hem statik hem de dinamik denge testleri sağ ayak, sol ayak ve çift ayak olmak üzere toplamda 6 farklı şekilde gerçekleştirilmiştir. Araştırmada kullanılan denge testleri standartlaştırılmış bir prosedür izlenerek uygulanmıştır. Bütün testler 30 saniye süreyle gerçekleştirilmiştir. Tek ayak denge ölçümlerinde, katılımcıların diz eklemi yaklaşık 20° ekstansiyon pozisyonunda tutulmuş; çift ayak denge ölçümlerinde ise sporcuların platform üzerinde rahat bir şekilde durmaları sağlanmış ve kollarını omuz hizasında çaprazlamaları istenmiştir. Denge platformu, sisteme bağlı hava basıncı mekanizması yardımıyla zorluk derecesi 3 seviyesinde sabitlenmiştir. Statik denge testinde, katılımcılardan yazılım cihazının ekranında bulunan merkez noktasında mümkün olduğunca sabit kalmaları beklenmiştir. Dinamik denge testinde ise katılımcılar, yazılım cihazında yer alan tenis topunu takip etmişlerdir. Bu kapsamda; sağ ayak ve çift ayak denge testlerinde tenis topu saat yönünde, sol ayak denge testinde ise saat yönünün tersine takip edilmiştir. Her bir test arasında katılımcılara 1 dakikalık dinlenme süresi verilerek ölçümlerin güvenilirliği ve tekrarlanabilirliği sağlanmıştır (Aktaş ve ark., 2023).

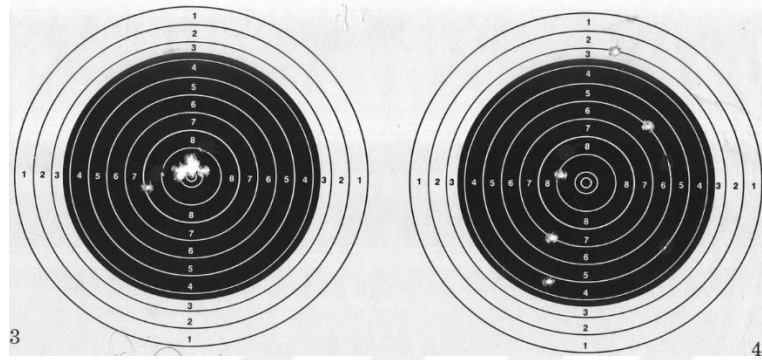


Şekil 3.1. Denge Performansı

3.3.2. Atış performansı parametrelerinin değerlendirilmesi

Biathlon Bu çalışmada sporcuların atış isabet oranları, standart kağıt hedefler üzerinden yapılan puanlamalar yoluyla değerlendirilmiştir. Ölçümler, Biatlon branşına özgü yatarak ve ayakta atış pozisyonlarında ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Her bir pozisyon için katılımcılara beşer adet mermi verilmiş ve toplamda her sporcu 10 atış yapmıştır. Atışlar, Uluslararası Biatlon Birliği (IBU) standartlarına uygun çapta hedef kağıtları kullanılarak, sabit bir mesafeden ve kontrollü çevresel koşullar altında uygulanmıştır. Her atış sonrası kağıt hedefler toplanmış ve isabet eden noktalara göre her bir atışa puan verilmiştir. Puanlama, hedef merkezine göre belirlenmiş olup, merkeze en yakın isabetler en yüksek puanı alacak şekilde derecelendirilmiştir. IBU tarafından önerilen puanlama sistemine göre her bir atış 0–10 puan aralığında değerlendirilmiş ve bir atış serisi için elde edilebilecek maksimum puan 50 olarak kabul edilmiştir. Elde edilen bu puanlar, pozisyona (yatarak ve ayakta) göre ayrı ayrı kaydedilmiş ve bireysel toplam isabet skorları oluşturulmuştur. Yorgunluk uygulaması öncesi ve sonrası gerçekleştirilen atış performansı ölçümleri, bu skorlar üzerinden karşılaştırılmıştır. Böylelikle,

yorgunluğun her iki pozisyondaki atış isabeti üzerindeki etkisi istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Bu yöntem sayesinde hem motor kontrol hem de postüral stabilite üzerindeki olası etkiler dolaylı yoldan değerlendirilmiştir (Hoffman ve Street, 1992; Laaksonen ve ark., 2018).



Şekil 3.2. Atış Performansının Değerlendirilmesi (IBU, 2025).



Şekil 3.3. Denge ve Atış Performansı

3.3.3. Fizyolojik parametreler

Sporcuların fizyolojik yüklenmeleri kalp atım hızı (KAH) verileri kullanılarak değerlendirilmiştir. Tüm antrenman ve atış denemeleri süresince sporcuların kalp atım hızları, Polar V 800 Electro marka spor saati ve göğüs bandı (Polar H10 kalp atım sensörü) aracılığıyla sürekli ve eş zamanlı olarak kaydedilmiştir. Aynı anda ayakta ve yatarak atış pozisyonuna ait atış isabet puanları

kayıt altına alınmıştır. Elde edilen kalp atım verilerinden mutlak kalp atım hızı (KAH, atım/dk) değerleri üzerinden hesaplanmıştır.

3.4. Uygulama Süreci

Araştırmaya katılan sporcular rastgele olarak deney grubu ve kontrol grubu olmak üzere iki gruba ayrılmıştır.

Deney Grubu: Haftada 3 gün, 8 hafta boyunca denge antrenmanları uygulanmıştır. Antrenman programı, statik ve dinamik dengeyi geliştirmeye yönelik çeşitli egzersizlerden oluşmuştur. Programda tek ayak duruşları, BOSU topu egzersizleri, proprioseptif çalışmalar, denge tahtası çalışmaları ve dengesiz zeminlerde atış uygulamaları yer almıştır.

Kontrol Grubu: Standart kendi antrenman programına devam etmiş, denge antrenmanlarına katılmamıştır. Tüm katılımcıların ön test ölçümleri araştırmanın başında, son test ölçümleri ise 8 haftalık programın sonunda gerçekleştirilmiştir.

Tablo 3.1. Biathlon Sporcularına Uygulanan 8 Haftalık Denge Antrenman Programı

Hafta	Pazartesi	Çarşamba	Cuma
1. Hafta	Tek ayak duruşları (30 sn)	BOSU topu egzersizleri (3 set)	Proprioseptif egzersizler
2. Hafta	Denge tahtası çalışması (3 set)	Tek ayak duruşları (40 sn)	BOSU topu egzersizleri (3 set)
3. Hafta	Tek ayak duruşları (45 sn)	Proprioseptif egzersizler	Denge tahtası çalışması (4 set)
4. Hafta	BOSU topu egzersizleri (4 set)	Denge tahtası çalışması (4 set)	Tek ayak duruşları (50 sn)
5. Hafta	Proprioseptif egzersizler	BOSU topu egzersizleri (5 set)	Tek ayak duruşları (55 sn)
6. Hafta	Denge tahtası çalışması (5 set)	Proprioseptif egzersizler	BOSU topu egzersizleri (5 set)
7. Hafta	Tek ayak duruşları (1 dk)	Denge tahtası çalışması (6 set)	Proprioseptif egzersizler
8. Hafta	BOSU topu egzersizleri (6 set)	Tek ayak duruşları (1 dk)	Denge tahtası çalışması (6 set)

3.5. Araştırmanın Değişkenleri

Bağımsız değişkenler: Uygulanan denge antrenmanı programı (müdahale), katılımcıların yer aldığı gruplar (deney grubu – kontrol grubu) ve ölçümlerin yapıldığı zaman faktörü (ön test – son test) oluşturmaktadır.

Bağımlı değişkenler: Sporcuların denge parametreleri (statik denge sağ, sol ve çift destek ile dinamik denge sağ, sol ve çift destek), atış performansı parametreleri (yatarak ve ayakta atış isabet oranları, atış süresi ve kayaklı koşu sonrası atış performansı değişimi), fizyolojik parametreler (kalp atış hızı) ile performans parametreleri (tur 1, tur 2 ve final süreleri) oluşturmaktadır.

3.6. Araştırmanın Etik İlkeleri

Bu çalışma, Erzurum Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etik Kurulu'nun 06.03.2025 tarihli, 04 nolu toplantısında alınan 19 sayılı karar doğrultusunda onaylanmış olup, Helsinki Deklarasyonu'nun güncellenmiş ilkelerine uygun etik çerçevede ve gönüllülük esasına dayalı olarak yürütülmüştür. Katılımcıların çalışmaya katılmadan önce yazılı onamları alınmış; deney sürecine dair tüm bilgiler, şeffaf bir şekilde açıklanarak etik sorumluluklar yerine getirilmiştir. Katılımcılara, ölçüm prosedürleri süreçleri hakkında ayrıntılı bilgi verilmiş, çalışmaya istedikleri anda son verme haklarının bulunduğu açıkça belirtilmiştir.

3.7. Verilerin Analizi

Araştırmaya dahil edilen katılımcılardan elde edilen verilerin istatistiksel analizi için Windows 11 altında çalışan Statistical Package for Social Sciences (SPSS) versiyon 22 yazılımı kullanılmıştır. Değişkenlerin normal dağılım şartları Shapiro-Wilk ve histogram grafiği aracılığıyla değerlendirilmiştir. Veriler ortalama±standart sapma ($\bar{X} \pm SS$) olarak sunulmuştur. Müdahale programı başlamadan önce katılımcılardan elde edilen tanımlayıcı istatistikler arasındaki farkı incelemek için Bağımsız Örneklem T-Testi kullanılmıştır. Bağımsız değişkenlerin, müdahale programı başlamadan önce ve müdahale programı sonrasında ölçümleri alınan bağımlı değişkenler üzerindeki etkisini incelemek ve gruplar arasındaki farkları saptamak için iki yönlü karışık desenli tekrarlı ANOVA (Grup= 2 x Zaman= 2) testi kullanılmıştır. Bu test için etki büyüklüğü kısmi eta kare (η_p^2) olarak gösterilmiştir (η_p^2 ; küçük > 0.01, orta $\geq$ 0.06, büyük $\geq$ 0.14).

Küresellik varsayımının uyumu, Mauchly'nin Testiyle değerlendirilmiştir. Eğer küresellik varsayımı karşılanmamışsa ve değişkenlerde Epsilon (ϵ) <0.75 ise, Greenhouse-Geisser düzeltmesi uygulanmıştır. Eğer $\epsilon >0.75$ ise, Huynh-Feldt düzeltmesi tercih edilmiştir. Araştırma gruplarının müdahale programı başlamadan önce ve sonrasındaki değişim, Cohen'in d katsayısı aracılığıyla özetlemiştir. Cohen'in d katsayısının önemliliğini değerlendirmede, Hopkins tarafından önerilen önemsiz (0,00-0,19), küçük (0,20-0,59), orta (0,60-1,19), büyük (1,20-1,99) ve çok büyük ($\geq 2,00$) sıralaması dikkate alınmıştır (Hopkins ve ark., 2009). Tüm bunlara ek olarak, araştırmanın grupları arasındaki ölçüm zamanlarının yüzdelik değişimleri ($\% \Delta$) hesaplanmıştır. Tüm analizlerde yanılma düzeyi $\alpha < 0.05$ olarak kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Bu bölümde, araştırma kapsamında elde edilen veriler üzerinde yapılan testler sonucunda aşağıdaki bulgular elde edilmiş, tablolar ve grafikler halinde açıklamalarıyla birlikte sunulmuştur.

Tablo 4.1. Katılımcıların Müdahale Programı Öncesi Tanımlayıcı Özellikleri ve Gruplar Arası Farkların Karşılaştırılması

Değişken	Grup	n	$\bar{X}$	SS	t	p
Yaş (yıl)	KG	10	18,70	1,70	0,402	0,692
	DG	10	19,10	2,64		
	Σ	20	18,90	2,17		
Vücut Ağırlığı (kg)	KG	10	59,30	7,02	0,467	0,646
	DG	10	57,90	6,37		
	Σ	20	58,60	6,56		
Boy Uzunluğu (cm)	KG	10	167,80	6,443	0,242	0,812
	DG	10	167,10	6,51		
	Σ	20	167,45	6,31		
BKİ (kg/m ²)	KG	10	20,55	1,96	0,468	0,646
	DG	10	20,89	1,20		
	Σ	20	20,72	1,59		

BKİ: Beden kütle indeksi; KG: Kontrol grubu; DG: Deney grubu; Σ : Sigma; n: Örneklem sayısı; $\bar{X}$: Ortalama; SS: Standart sapma.

Tablo 4.1’de araştırmaya katılan katılımcıların tanımlayıcı özellikleri ve gruplar arası farkların karşılaştırılması için yapılan Bağımsız Örneklem T-Testi sonuçları sunulmuştur. Araştırmaya yaş ortalaması $18,90 \pm 2,17$ yıl olan toplamda 20 gönüllü katılmıştır. DG’de bulunan katılımcıların (n=10) yaş ortalaması $19,10 \pm 2,64$ yıl, vücut ağırlığı ortalaması $57,90 \pm 6,37$ kg, boy uzunluğu ortalaması $167,10 \pm 6,51$ cm ve BKİ ortalaması $20,89 \pm 1,20$ kg/m² iken; KG’de yer alan katılımcıların yaş ortalaması $18,70 \pm 1,70$ yıl, vücut ağırlığı ortalaması $59,30 \pm 7,02$ kg, boy uzunluğu ortalaması $167,80 \pm 6,44$ cm ve BKİ ortalaması $20,55 \pm 1,96$ kg/m²’dir. Yapılan Bağımsız Örneklem T-Testi sonuçları yaş (t=0,402, p=0,692), vücut ağırlığı (t=0,467, p=0,646), boy uzunluğu (t=0,242, p=0,812) ve BKİ (t=0,468, p=0,646) değişkenleri bakımından gruplar arasında anlamlı farklılık olmadığını göstermektedir.

Tablo 4.2. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Tur 1 (s) İçin 2 Yönlü Tekrarlı ANOVA Testi Sonuçları

	<i>F</i>	<i>p</i>	η_p^2
Grup	0,192	0,667	0,011
Zaman	0,331	0,572	0,018
Grup × zaman	12,578	0,002*	0,411

η_p^2 : Kısmi eta kare.

* $p < 0.01$

Müdahale programı öncesi ve sonrası tur 1 (s) için 2 yönlü tekrarlı ANOVA testi sonuçları Tablo 4.2’de sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; grup ($F_{(1,18)} = 0,192$; $p = 0,667$; $\eta_p^2 = 0,011$) ve zaman ($F_{(1,18)} = 0,331$; $p = 0,572$; $\eta_p^2 = 0,018$) ana etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. Öte yandan, grup × zaman ($F_{(1,18)} = 12,578$; $p = 0,002$; $\eta_p^2 = 0,411$) ortak etkileşiminin ise istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.3. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Tur 1 (s) İçin Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Grup	Zaman	$\bar{X}$	SS	%Δ	d
					Tanımlayıcısı
DG	Ön test	645,70	142,82	- 5,56	-0,248
	Son test	609,80*	146,32		<i>küçük</i>
KG	Ön test	628,00	123,30	7,93	0,428
	Son test	677,80	109,19		<i>küçük</i>

*: DG için ön testten istatistiksel olarak $p < 0,001$ düzeyinde farklı.

Müdahale programı öncesi ve sonrası tur 1 (s) için çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.3’te sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; DG’de, müdahale programı sonrası tur 1 değerleri ($609,80 \pm 146,32$), müdahale programı öncesi tur 1 değerlerine ($645,70 \pm 142,82$) kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşüktür ($p < 0,001$, $\% \Delta = -5,56$, $d = -0,248$). KG’de ise müdahale programı sonrası tur 1 değerleriyle ($677,80 \pm 109,19$), müdahale programı öncesi tur 1 değerleri ($628,00 \pm 123,30$) arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark yoktur ($p = 0,066$, $\% \Delta = 7,93$, $d = 0,428$).

Tablo 4.4. Müdahale programı öncesi ve sonrası tur 2 (s) için 2 yönlü tekrarlı ANOVA testi sonuçları

	F	p	η_p^2
Grup	0,753	0,397	0,040
Zaman	0,093	0,764	0,005
Grup $\times$ zaman	0,060	0,809	0,003

η_p^2 : Kısmi eta kare.

Müdahale programı öncesi ve sonrası tur 2 (s) için 2 yönlü tekrarlı ANOVA testi sonuçları Tablo 4.4’de sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; grup ($F_{(1,18)}=0,753$; $p=0,397$; $\eta_p^2=0,040$) ve zaman ($F_{(1,18)}=0,093$; $p=0,764$; $\eta_p^2=0,005$) ana etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. Buna ek olarak, grup $\times$ zaman ($F_{(1,18)}=0,060$; $p=0,809$; $\eta_p^2=0,003$) ortak etkileşiminin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir.

Tablo 4.5. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Tur 2 (s) İçin Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Grup	Zaman	$\bar{X}$	SS	%Δ	d
					Tanımlayıcısı
DG	Ön test	1236,90	147,60	0,19	0,013
	Son test	1239,20	190,67		<i>önemsiz</i>
KG	Ön test	1283,30	171,00	1,64	0,128
	Son test	1304,30	155,71		<i>önemsiz</i>

Müdahale programı öncesi ve sonrası tur 2 (s) için çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.5’te sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; DG’de, müdahale programı sonrası tur 2 değerleriyle ($1239,20 \pm 190,67$) müdahale programı öncesi tur 2 değerleri ($1236,90 \pm 147,60$) arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark yoktur ($p=0,976$, $\% \Delta=0,19$, $d=0,013$). Buna ek olarak, KG’de müdahale programı sonrası tur 2 değerleriyle ($1304,30 \pm 155,71$), müdahale programı öncesi tur 2 değerleri ($1283,30 \pm 171,00$) arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark yoktur ($p=0,357$, $\% \Delta=1,64$, $d=0,128$).

Tablo 4.6. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Yatarak Atış İsabeti İçin 2 Yönlü Tekrarlı ANOVA Testi Sonuçları

	F	p	η_p^2
Grup	26.375	< 0.001*	0.594
Zaman	146.815	< 0.001*	0.891
Grup $\times$ zaman	57.778	< 0.001*	0.762

η_p^2 : Kısmi eta kare.

* $p < 0.001$

Müdahale programı öncesi ve sonrası yatarak atış isabeti için 2 yönlü tekrarlı ANOVA testi sonuçları Tablo 5.6’da sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; grup ($F_{(1,18)} = 26,375$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,594$) ve zaman ($F_{(1,18)} = 146,815$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,891$) ana etkilerinin ve grup $\times$ zaman ($F_{(1,18)} = 57,778$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,762$) ortak etkileşiminin istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.7. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Yatarak Atış İsabeti İçin Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Grup	Zaman	$\bar{X}$	SS	% Δ	d Tanımlayıcısı
DG	Ön test	39,60	3,53	7,58	0,811
	Son test	42,60*	3,86		orta
KG	Ön test	26,50	4,14	49,43	3,353
	Son test	39,60 [‡]	3,66		çok büyük

*: DG için ön testten istatistiksel olarak $p < 0,001$ düzeyinde farklı.

[‡]: KG için ön testten istatistiksel olarak $p < 0,001$ düzeyinde farklı.

Müdahale programı öncesi ve sonrası yatarak atış isabeti için çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.7’te sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; DG’de, müdahale programı sonrası yatarak atış isabeti değerleriyle ($42,60 \pm 3,86$) müdahale programı öncesi yatarak atış isabeti değerleri ($39,60 \pm 3,53$) arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksektir ($p < 0,001$, $\% \Delta = 7,58$, $d = 0,811$). Buna ek olarak, KG’de müdahale programı sonrası yatarak atış isabeti değerleriyle ($39,60 \pm 3,66$), müdahale programı öncesi yatarak atış isabeti değerlerine ($26,50 \pm 4,14$) kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksektir ($p < 0,001$, $\% \Delta = 49,43$, $d = 3,353$).

Tablo 4.8. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Ayakta Atış İsabeti İçin 2 Yönlü Tekrarlı ANOVA Testi Sonuçları

	F	p	η_p^2
Grup	77,308	< 0,001*	0,811
Zaman	62,581	< 0,001*	0,777
Grup $\times$ zaman	22,162	< 0,001*	0,552

η_p^2 : Kısmi eta kare.

* $p < 0,001$

Müdahale programı öncesi ve sonrası ayakta atış isabeti için 2 yönlü tekrarlı ANOVA testi sonuçları Tablo 4.8’de sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; grup ($F_{(1,18)} = 77,308$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,811$) ve zaman ($F_{(1,18)} = 62,581$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,777$) ana etkilerinin ve grup $\times$ zaman ($F_{(1,18)} = 22,162$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,552$) ortak etkileşiminin istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.9. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Ayakta Atış İsabeti İçin Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Grup	Zaman	$\bar{X}$	SS	% Δ	d Tanımlayıcısı
DG	Ön test	34,90	3,00	9,46	1,118
	Son test	38,20*	2,90		orta
KG	Ön test	21,60	3,75	60,19	3,893
	Son test	34,60 [‡]	2,87		çok büyük

*: DG için ön testten istatistiksel olarak $p < 0,05$ düzeyinde farklı.

[‡]: KG için ön testten istatistiksel olarak $p < 0,001$ düzeyinde farklı.

Müdahale programı öncesi ve sonrası ayakta atış isabeti için çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.9’da sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; DG’de, müdahale programı sonrası ayakta atış isabeti değerleri ($38,20 \pm 2,90$) müdahale programı öncesi ayakta atış isabeti değerlerine ($34,90 \pm 3,00$) kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksektir ($p = 0,013$, $\% \Delta = 9,46$, $d = 1,118$). Buna ek olarak, KG’de müdahale programı sonrası ayakta atış isabeti değerleri de ($34,60 \pm 2,87$), müdahale programı öncesi ayakta atış isabeti değerlerine ($21,60 \pm 3,75$) kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksektir ($p < 0,001$, $\% \Delta = 60,19$, $d = 3,893$).

Tablo 4.10. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Yatarak Nabız İçin 2 Yönlü Tekrarlı ANOVA Testi Sonuçları

	F	p	η_p^2
Grup	0,004	0,948	0,001
Zaman	0,001	0,970	0,001
Grup $\times$ zaman	0,013	0,909	0,001

η_p^2 : Kısmi eta kare.

Müdahale programı öncesi ve sonrası yatarak nabız için 2 yönlü tekrarlı ANOVA testi sonuçları Tablo 4.10’da sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; grup ($F_{(1,18)} = 0,004$; $p = 0,948$; $\eta_p^2 = 0,001$) ve zaman ($F_{(1,18)} = 0,001$; $p = 0,970$; $\eta_p^2 = 0,001$) ana etkilerinin ve grup $\times$ zaman ($F_{(1,18)} = 0,013$; $p = 0,909$; $\eta_p^2 = 0,001$) ortak etkileşiminin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir.

Tablo 4.11. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Yatarak Nabız İçin Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Grup	Zaman	$\bar{X}$	SS	%Δ	d
					Tanımlayıcısı
DG	Ön test	170,80	10,66	-0,12	-0,021
	Son test	170,60	7,83		önemsiz
KG	Ön test	170,90	8,91	0,06	0,011
	Son test	171,00	8,82		önemsiz

Müdahale programı öncesi ve sonrası yatarak nabız için çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.11’de sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; DG’de, müdahale programı sonrası yatarak nabız değerleriyle ($170,60 \pm 7,83$) müdahale programı öncesi yatarak nabız değerleri ($170,80 \pm 10,66$) arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark yoktur ($p = 0,928$, $\% \Delta = -0,12$, $d = -0,021$). Buna ek olarak, KG’de müdahale programı sonrası yatarak nabız değerleriyle ($171,00 \pm 8,82$), müdahale programı öncesi yatarak nabız değerleri ($170,90 \pm 8,91$) arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark yoktur ($p = 0,945$, $\% \Delta = 0,06$, $d = 0,011$).

Tablo 4.12. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Ayakta Nabız İçin 2 Yönlü Tekrarlı ANOVA Testi Sonuçları

	F	p	η_p^2
Grup	0,092	0,765	0,005
Zaman	1,743	0,203	0,088
Grup $\times$ zaman	3,636	0,073	0,168

η_p^2 : Kısmi eta kare.

Müdahale programı öncesi ve sonrası ayakta nabız için 2 yönlü tekrarlı ANOVA testi sonuçları Tablo 4.12’de sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; grup ($F_{(1,18)} = 0,092$; $p = 0,765$; $\eta_p^2 = 0,005$) ve zaman ($F_{(1,18)} = 1,743$; $p = 0,203$; $\eta_p^2 = 0,088$) ana etkilerinin ve grup $\times$ zaman ($F_{(1,18)} = 3,636$; $p = 0,073$; $\eta_p^2 = 0,168$) ortak etkileşiminin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir.

Tablo 4.13. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Ayakta Nabız İçin Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Grup	Zaman	$\bar{X}$	SS	%Δ	d
					Tanımlayıcısı
DG	Ön test	174,50	8,85	1,89	-0,378
	Son test	171,20	8,61		<i>küçük</i>
KG	Ön test	171,50	9,01	0,35	0,081
	Son test	172,10	5,26		<i>önemsiz</i>

Müdahale programı öncesi ve sonrası ayakta nabız için çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.13’te sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; DG’de, müdahale programı sonrası ayakta nabız değerleriyle ($171,20 \pm 8,61$) müdahale programı öncesi ayakta nabız değerleri ($174,50 \pm 8,85$) arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark yoktur ($p = 0,090$, $\% \Delta = 1,89$, $d = -0,378$). Buna ek olarak, KG’de müdahale programı sonrası ayakta nabız değerleriyle ($172,10 \pm 5,26$), müdahale programı öncesi ayakta nabız değerleri ($171,50 \pm 9,01$) arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark yoktur ($p = 0,745$, $\% \Delta = 0,35$, $d = 0,081$).

Tablo 4.14. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Yatarak Süre İçin 2 Yönlü Tekrarlı ANOVA Testi Sonuçları

	F	p	η_p^2
Grup	1,081	0,312	0,057
Zaman	29,799	< 0,001*	0,623
Grup $\times$ zaman	0,053	0,821	0,003

η_p^2 : Kısmi eta kare.

* $p < 0.001$

Müdahale programı öncesi ve sonrası yatarak süre için 2 yönlü tekrarlı ANOVA testi sonuçları Tablo 4.14’de sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; grup ($F_{(1,18)} = 1,081$; $p = 0,312$; $\eta_p^2 = 0,057$) ana etkisinin ve grup $\times$ zaman ($F_{(1,18)} = 0,053$; $p = 0,821$; $\eta_p^2 = 0,003$) ortak etkileşiminin istatistiksel olarak anlamlı

olmadığı belirlenmiştir. Öte yandan, zaman ($F_{(1,18)} = 29,799$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,623$) ana etkisinin ise istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.15. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Yatarak Süre İçin Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Grup	Zaman	$\bar{X}$	SS	%Δ	d
					Tanımlayıcısı
DG	Ön test	58,20	14,95	-10,65	-0,469
	Son test	52,00*	11,24		<i>küçük</i>
KG	Ön test	63,30	9,99	-9,00	-0,565
	Son test	57,60‡	10,18		<i>küçük</i>

*: DG için ön testten istatistiksel olarak $p < 0,01$ düzeyinde farklı.

‡: KG için ön testten istatistiksel olarak $p < 0,001$ düzeyinde farklı.

Müdahale programı öncesi ve sonrası yatarak süre için çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.15'te sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; DG'de, müdahale programı sonrası yatarak süre değerleri ($52,00 \pm 11,24$) müdahale programı öncesi yatarak süre değerlerine ($58,20 \pm 14,95$) kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşüktür ($p = 0,011$, $\% \Delta = -10,65$, $d = -0,469$). Buna ek olarak, KG'de müdahale programı sonrası yatarak süre değerleri ($57,60 \pm 10,18$), müdahale programı öncesi yatarak süre değerlerine ($63,30 \pm 9,99$) kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşüktür ($p < 0,001$, $\% \Delta = -9,00$, $d = -0,565$).

Tablo 4.16. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Ayakta Süre İçin 2 Yönlü Tekrarlı ANOVA Testi Sonuçları

	F	p	η_p^2
Grup	1,526	0,233	0,078
Zaman	3,386	0,082	0,158
Grup $\times$ zaman	0,111	0,743	0,006

η_p^2 : Kısmi eta kare.

Müdahale programı öncesi ve sonrası ayakta süre için 2 yönlü tekrarlı ANOVA testi sonuçları Tablo 4.16'de sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; grup ($F_{(1,18)} = 1,526$; $p = 0,233$; $\eta_p^2 = 0,078$) ve zaman ($F_{(1,18)} = 3,386$; $p = 0,082$; $\eta_p^2 = 0,158$) ana etkilerinin ve grup $\times$ zaman ($F_{(1,18)} = 0,111$; $p = 0,743$; $\eta_p^2 = 0,006$) ortak etkileşiminin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir.

Tablo 4.17. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Ayakta Süre İçin Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Grup	Zaman	$\bar{X}$	SS	%Δ	d
					Tanımlayıcısı
DG	Ön test	51,10	8,35	-6,65	-0,482
	Son test	47,70	5,46		<i>küçük</i>
KG	Ön test	56,80	15,76	-8,63	-0,385
	Son test	51,90	8,66		<i>küçük</i>

Müdahale programı öncesi ve sonrası ayakta süre için çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.17’de sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; DG’de, müdahale programı sonrası ayakta süre değerleriyle ($47,70 \pm 5,46$) müdahale programı öncesi ayakta süre değerleri ($51,10 \pm 8,35$) arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark yoktur ($p = 0,111$, $\% \Delta = -6,65$, $d = -0,482$). Buna ek olarak, KG’de müdahale programı sonrası ayakta süre değerleriyle ($51,90 \pm 8,66$), müdahale programı öncesi ayakta süre değerleri ($56,80 \pm 15,76$) arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark yoktur ($p = 0,293$, $\% \Delta = -8,63$, $d = -0,385$).

Tablo 4.18. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Final Süre İçin 2 Yönlü Tekrarlı ANOVA Testi Sonuçları

	F	p	η_p^2
Grup	3,521	0,077	0,164
Zaman	30,254	< 0,001*	0,627
Grup × zaman	0,256	0,619	0,014

η_p^2 : Kısmi eta kare.

* $p < 0,001$

Müdahale programı öncesi ve sonrası final süre için 2 yönlü tekrarlı ANOVA testi sonuçları Tablo 4.18’de sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; grup ($F_{(1,18)} = 3,521$; $p = 0,077$; $\eta_p^2 = 0,164$) ana etkisinin ve grup × zaman ($F_{(1,18)} = 0,256$; $p = 0,619$; $\eta_p^2 = 0,014$) ortak etkileşiminin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Öte yandan, zaman ($F_{(1,18)} = 30,254$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,627$) ana etkisinin ise istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.19. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Final Süre İçin Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Grup	Zaman	$\bar{X}$	SS	%Δ	d
					Tanımlayıcısı
DG	Ön test	1858,70	297,62	-16,25	-1,396
	Son test	1556,70*	70,75		büyük
KG	Ön test	1964,10	217,13	-12,78	-1,525
	Son test	1713,00‡	84,17		büyük

*: DG için ön testten istatistiksel olarak $p < 0,01$ düzeyinde farklı.

‡: KG için ön testten istatistiksel olarak $p < 0,01$ düzeyinde farklı.

Müdahale programı öncesi ve sonrası final süresi için çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.19’da sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; DG’de, müdahale programı sonrası final süresi değerleri ($1556,70 \pm 70,75$) müdahale programı öncesi final süresi değerlerine ($1858,70 \pm 297,62$) kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşüktür ($p = 0,005$, $\% \Delta = -16,25$, $d = -1,396$). Buna ek olarak, KG’de müdahale programı sonrası final süresi değerleri ($1713,00 \pm 84,17$), müdahale programı öncesi final süresi değerlerine ($1964,10 \pm 217,13$) kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşüktür ($p = 0,002$, $\% \Delta = -12,78$, $d = -1,525$).

Tablo 4.20. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Dinamik Denge Sağ İçin 2 Yönlü Tekrarlı ANOVA Testi Sonuçları

	F	p	η_p^2
Grup	4,165	0,056	0,188
Zaman	3,227	0,089	0,152
Grup $\times$ zaman	2,795	0,112	0,134

η_p^2 : Kısmi eta kare.

Müdahale programı öncesi ve sonrası dinamik denge sağ için 2 yönlü tekrarlı ANOVA testi sonuçları Tablo 4.20’de sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; grup ($F_{(1,18)} = 4,165$; $p = 0,056$; $\eta_p^2 = 0,188$) ve zaman ($F_{(1,18)} = 3,227$; $p = 0,089$; $\eta_p^2 = 0,152$) ana etkilerinin ve grup $\times$ zaman ($F_{(1,18)} = 2,795$; $p = 0,112$; $\eta_p^2 = 0,134$) ortak etkileşiminin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir.

Tablo 4.21. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Dinamik Denge Sağ İçin Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Grup	Zaman	$\bar{X}$	SS	%Δ	d
					Tanımlayıcısı
DG	Ön test	1030,20	174,68	-8,65	-0,564
	Son test	941,10	139,22		<i>küçük</i>
KG	Ön test	1204,20	329,99	-0,27	-0,010
	Son test	1201,00	283,56		<i>önemsiz</i>

Müdahale programı öncesi ve sonrası dinamik denge sağ için çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.21’de sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; DG’de, müdahale programı sonrası dinamik denge sağ değerleriyle (941,10±139,22) müdahale programı öncesi dinamik denge sağ değerleri (1030,20±174,68) arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark yoktur ($p=0,150$, $\%Δ=-8,65$, $d=-0,564$). Buna ek olarak, KG’de müdahale programı sonrası dinamik denge sağ değerleriyle (1201,00±283,56), müdahale programı öncesi dinamik denge sağ değerleri (1204,20±329,99) arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark yoktur ($p=0,941$, $\%Δ=-0,27$, $d=-0,010$).

Tablo 4.22. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Dinamik Denge Sol İçin 2 Yönlü Tekrarlı ANOVA Testi Sonuçları

	F	p	η_p^2
Grup	0,507	0,486	0,027
Zaman	5,587	0,030*	0,237
Grup × zaman	7,681	0,013*	0,299

η_p^2 : Kısmi eta kare.

* $p < 0,05$

Müdahale programı öncesi ve sonrası dinamik denge sol için 2 yönlü tekrarlı ANOVA testi sonuçları Tablo 4.22’de sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; grup ($F_{(1,18)}=0,507$; $p=0,486$; $\eta_p^2=0,027$) ana etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Öte yandan, zaman ($F_{(1,18)}=5,587$; $p=0,030$; $\eta_p^2=0,237$) ana etkisinin ve grup × zaman ($F_{(1,18)}=7,681$; $p=0,013$; $\eta_p^2=0,299$) ortak etkileşiminin istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.23. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Dinamik Denge Sol İçin Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Grup	Zaman	$\bar{X}$	SS	%Δ	d
					Tanımlayıcısı
DG	Ön test	1034,80	197,43	-9,73	-0,516
	Son test	934,10*	192,62		küçük
KG	Ön test	1060,30	322,43	0,75	0,026
	Son test	1068,30	281,68		önemsiz

*: DG için ön testten istatistiksel olarak $p < 0,05$ düzeyinde farklı.

Müdahale programı öncesi ve sonrası dinamik denge sol için çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.23’de sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; DG’de, müdahale programı sonrası dinamik denge sol değerleri ($934,10 \pm 192,62$) müdahale programı öncesi dinamik denge sol değerlerine ($1034,80 \pm 197,43$) kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşüktür ($p = 0,014$, $\% \Delta = -9,73$, $d = -0,516$). Öte yandan, KG’de müdahale programı sonrası dinamik denge sol değerleri ($1068,30 \pm 281,68$) ile müdahale programı öncesi dinamik denge sol değerleri ($1060,30 \pm 322,43$) arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark tespit edilememiştir ($p = 0,713$, $\% \Delta = 0,75$, $d = 0,026$).

Tablo 4.24. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Dinamik Denge Çift İçin 2 Yönlü Tekrarlı ANOVA Testi Sonuçları

	F	p	η_p^2
Grup	0,236	0,633	0,013
Zaman	2,945	0,103	0,141
Grup $\times$ zaman	17,887	< 0,001*	0,498

η_p^2 : Kısmi eta kare.

* $p < 0,001$

Müdahale programı öncesi ve sonrası dinamik denge çift için 2 yönlü tekrarlı ANOVA testi sonuçları Tablo 4.24’de sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; grup ($F_{(1,18)} = 0,236$; $p = 0,633$; $\eta_p^2 = 0,013$) ve zaman ($F_{(1,18)} = 2,945$; $p = 0,103$; $\eta_p^2 = 0,141$) ana etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Öte yandan, grup $\times$ zaman ($F_{(1,18)} = 17,887$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,498$) ortak etkileşiminin ise istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.25. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Dinamik Denge Çift İçin Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Grup	Zaman	$\bar{X}$	SS	%Δ	d
					Tanımlayıcısı
DG	Ön test	1122,80	162,57	-14,52	-1,177
	Son test	959,80*	109,34		orta
KG	Ön test	1034,50	141,27	6,66	0,479
	Son test	1103,40	146,44		küçük

*: DG için ön testten istatistiksel olarak $p < 0,001$ düzeyinde farklı.

Müdahale programı öncesi ve sonrası dinamik denge çift için çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.25’de sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; DG’de, müdahale programı sonrası dinamik denge çift değerleri ($959,80 \pm 109,34$) müdahale programı öncesi dinamik denge çift değerlerine ($1122,80 \pm 162,57$) kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşüktür ($p < 0,001$, $\% \Delta = -14,52$, $d = -1,177$). Öte yandan, KG’de müdahale programı sonrası dinamik denge çift değerleri ($1103,40 \pm 146,44$) ile müdahale programı öncesi dinamik denge çift değerleri ($1034,50 \pm 141,27$) arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark tespit edilememiştir ($p = 0,167$, $\% \Delta = 6,66$, $d = 0,479$).

Tablo 4.26. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Statik Denge Sağ İçin 2 Yönlü Tekrarlı ANOVA Testi Sonuçları

	F	p	η_p^2
Grup	0,297	0,593	0,016
Zaman	1,647	0,216	0,084
Grup $\times$ zaman	11,223	0,004*	0,384

η_p^2 : Kısmi eta kare.

* $p < 0,01$

Müdahale programı öncesi ve sonrası statik denge sağ için 2 yönlü tekrarlı ANOVA testi sonuçları Tablo 4.26’da sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; grup ($F_{(1,18)} = 0,297$; $p = 0,593$; $\eta_p^2 = 0,016$) ve zaman ($F_{(1,18)} = 1,647$; $p = 0,216$; $\eta_p^2 = 0,084$) ana etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Öte yandan, grup $\times$ zaman ($F_{(1,18)} = 11,223$; $p = 0,004$; $\eta_p^2 = 0,384$) ortak etkileşiminin ise istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.27. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Statik Denge Sağ İçin Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Grup	Zaman	$\bar{X}$	SS	%Δ	$\frac{d}{\text{Tanımlayıcısı}}$
DG	Ön test	349,20	174,66	-26,52	-0,697
	Son test	256,60*	68,98		orta
KG	Ön test	315,80	181,50	13,08	0,265
	Son test	357,10	125,16		küçük

*: DG için ön testten istatistiksel olarak $p < 0,05$ düzeyinde farklı.

Müdahale programı öncesi ve sonrası statik denge sağ için çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.27’de sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; DG’de, müdahale programı sonrası statik denge sağ değerleri ($256,60 \pm 68,98$) müdahale programı öncesi statik denge sağ değerlerine ($349,20 \pm 174,66$) kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşüktür ($p = 0,025$, $\% \Delta = -26,52$, $d = -0,697$). Öte yandan, KG’de müdahale programı sonrası statik denge sağ değerleri ($357,10 \pm 125,16$) ile müdahale programı öncesi statik denge sağ değerleri ($315,80 \pm 181,50$) arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark tespit edilememiştir ($p = 0,073$, $\% \Delta = 13,08$, $d = 0,265$).

Tablo 4.28. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Statik Denge Sol İçin 2 Yönlü Tekrarlı ANOVA Testi Sonuçları

	F	p	η_p^2
Grup	0,299	0,591	0,016
Zaman	0,219	0,645	0,012
Grup $\times$ zaman	9,053	0,008*	0,335

η_p^2 : Kısmi eta kare.

* $p < 0,01$

Müdahale programı öncesi ve sonrası statik denge sol için 2 yönlü tekrarlı ANOVA testi sonuçları Tablo 4.28’de sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; grup ($F_{(1,18)} = 0,299$; $p = 0,591$; $\eta_p^2 = 0,016$) ve zaman ($F_{(1,18)} = 0,219$; $p = 0,645$; $\eta_p^2 = 0,012$) ana etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Öte yandan, grup $\times$ zaman ($F_{(1,18)} = 9,053$; $p = 0,008$; $\eta_p^2 = 0,335$) ortak etkileşiminin ise istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.29. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Statik Denge Sol İçin Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Grup	Zaman	$\bar{X}$	SS	%Δ	d
					Tanımlayıcısı
DG	Ön test	336,70	143,62	-20,29	-0,567
	Son test	268,40*	91,60		küçük
KG	Ön test	305,20	131,49	16,35	0,410
	Son test	355,10	111,03		küçük

*: DG için ön testten istatistiksel olarak $p < 0,05$ düzeyinde farklı.

Müdahale programı öncesi ve sonrası statik denge sol için çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.29’da sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; DG’de, müdahale programı sonrası statik denge sol değerleri ($268,40 \pm 91,60$) müdahale programı öncesi statik denge sol değerlerine ($336,70 \pm 143,62$) kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşüktür ($p = 0,048$, $\% \Delta = -20,29$, $d = -0,567$). Öte yandan, KG’de müdahale programı sonrası statik denge sol değerleri ($355,10 \pm 111,03$) ile müdahale programı öncesi statik denge sol değerleri ($305,20 \pm 131,49$) arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark tespit edilememiştir ($p = 0,078$, $\% \Delta = 16,35$, $d = 0,410$).

Tablo 4.30. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Statik Denge Çift İçin 2 Yönlü Tekrarlı ANOVA Testi Sonuçları

	F	p	η_p^2
Grup	0,052	0,822	0,003
Zaman	0,138	0,714	0,008
Grup $\times$ zaman	12,191	0,003*	0,404

η_p^2 : Kısmi eta kare.

* $p < 0,01$

Müdahale programı öncesi ve sonrası statik denge çift için 2 yönlü tekrarlı ANOVA testi sonuçları Tablo 4.30’da sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; grup ($F_{(1,18)} = 0,052$; $p = 0,822$; $\eta_p^2 = 0,003$) ve zaman ($F_{(1,18)} = 0,138$; $p = 0,714$; $\eta_p^2 = 0,008$) ana etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Öte yandan, grup $\times$ zaman ($F_{(1,18)} = 12,191$; $p = 0,003$; $\eta_p^2 = 0,404$) ortak etkileşiminin ise istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

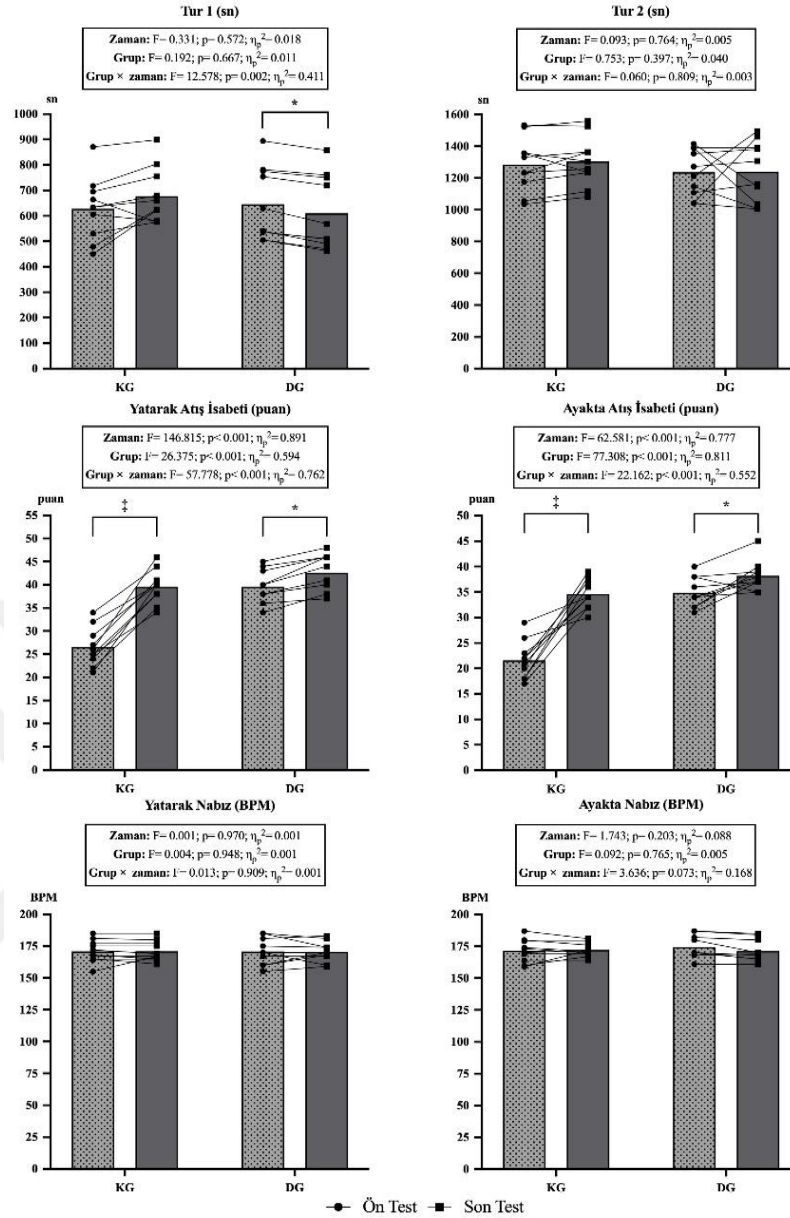
Tablo 4.31. Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Statik Denge Çift İçin Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Grup	Zaman	$\bar{X}$	SS	%Δ	d
					Tanımlayıcısı
DG	Ön test	289,00	107,27	-28,93	-0,977
	Son test	205,40*	55,88		orta
KG	Ön test	221,50	113,46	30,47	0,684
	Son test	289,00‡	81,40		orta

*: DG için ön testten istatistiksel olarak $p < 0,05$ düzeyinde farklı.

‡: KG için ön testten istatistiksel olarak $p < 0,05$ düzeyinde farklı.

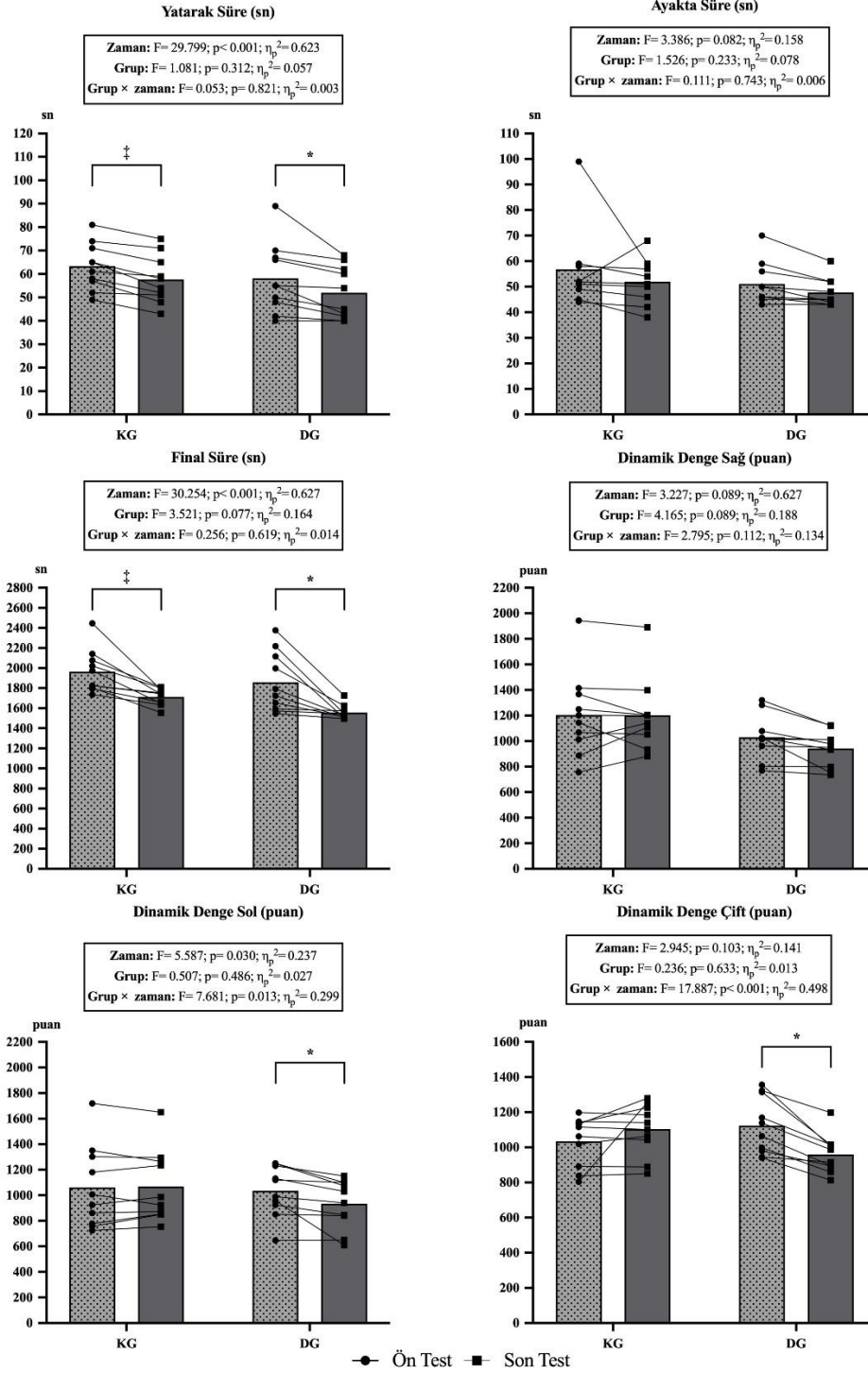
Müdahale programı öncesi ve sonrası statik denge çift için çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.31’de sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; DG’de, müdahale programı sonrası statik denge çift değerleri ($205,40 \pm 55,88$) müdahale programı öncesi statik denge çift değerlerine ($289,00 \pm 107,27$) kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşüktür ($p = 0,045$, $\% \Delta = -28,93$, $d = -0,977$). Öte yandan, KG’de müdahale programı sonrası statik denge çift değerleri ($289,00 \pm 81,40$), müdahale programı öncesi statik denge çift değerlerine ($221,50 \pm 113,46$) kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksektir ($p = 0,021$, $\% \Delta = 30,47$, $d = 0,684$).



Şekil 4.1. Deney (DG) ve Kontrol (KG) Gruplarının Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Tur Süreleri, Atış İsabet Oranları ve Nabız Değerleri

Deney (DG) ve kontrol (KG) gruplarının müdahale programı öncesi ve sonrası tur süreleri, yatarak ve ayakta atış isabet oranları ile yatarak ve ayakta nabız değerlerine ilişkin değişimleri şekil 4.1’de sunulmuştur. Tur 1 süreleri incelendiğinde, grup ($F(1,18)=0,192$; $p=0,667$; $\eta_p^2=0,011$) ve zaman ($F(1,18)=0,331$; $p=0,572$; $\eta_p^2=0,018$) ana etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı, buna karşın grup $\times$ zaman etkileşiminin anlamlı olduğu görülmektedir ($F(1,18)=12,578$; $p=0,002$; $\eta_p^2=0,411$). Bu etkileşim, müdahale programı sonrasında grupların tur 1 sürelerindeki değişimlerin farklılaştığını göstermektedir. Tur 2 süreleri için yapılan analizlerde grup ($F(1,18)=0,753$; $p=0,397$; $\eta_p^2=0,040$),

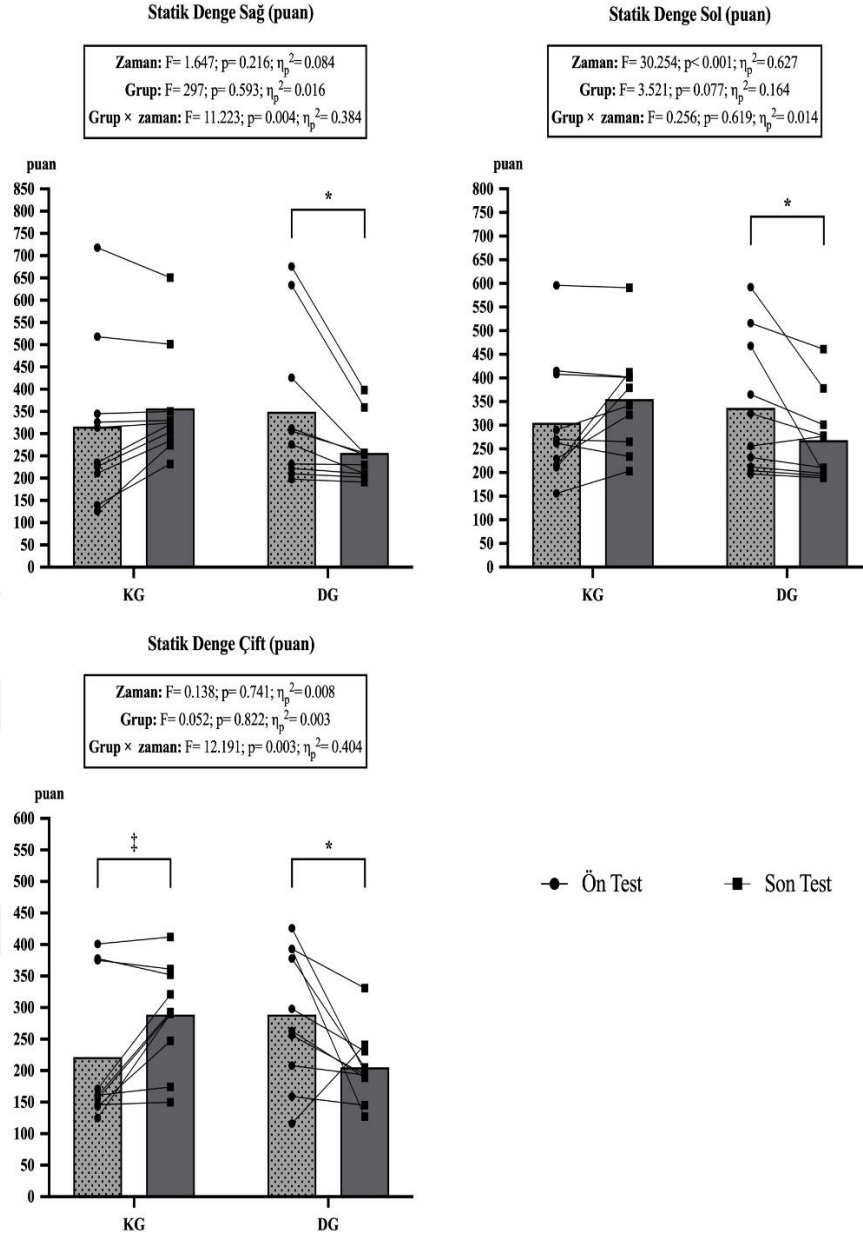
zaman ($F(1,18)=0,093$; $p=0,764$; $\eta^2=0,005$) ve grup $\times$ zaman etkileşimi ($F(1,18)=0,060$; $p=0,809$; $\eta^2=0,003$) istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Yatarak atış isabet oranları açısından değerlendirildiğinde, grup ana etkisi ($F(1,18)=26,375$; $p<0,001$; $\eta^2=0,594$), zaman ana etkisi ($F(1,18)=146,815$; $p<0,001$; $\eta^2=0,891$) ve grup $\times$ zaman etkileşimi ($F(1,18)=57,778$; $p<0,001$; $\eta^2=0,762$) istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu sonuçlar, müdahale sürecinde grupların yatarak atış isabetindeki değişimlerinin birbirinden farklılaştığını göstermektedir. Ayakta atış isabet oranlarında da benzer şekilde, grup ($F(1,18)=16,142$; $p=0,001$; $\eta^2=0,473$), zaman ($F(1,18)=94,379$; $p<0,001$; $\eta^2=0,840$) ve grup $\times$ zaman etkileşimi ($F(1,18)=28,428$; $p<0,001$; $\eta^2=0,612$) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Yatarak nabız değerleri incelendiğinde, grup ana etkisinin anlamlı olmadığı ($F(1,18)=0,013$; $p=0,909$; $\eta^2=0,001$), zaman ana etkisinin ise istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir ($F(1,18)=9,148$; $p=0,007$; $\eta^2=0,337$). Grup $\times$ zaman etkileşimi anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Ayakta nabız değerlerinde de grup ana etkisi ($F(1,18)=0,022$; $p=0,883$; $\eta^2=0,001$) ve grup $\times$ zaman etkileşimi ($F(1,18)=3,654$; $p=0,073$; $\eta^2=0,168$) istatistiksel olarak anlamlı bulunmazken, zaman ana etkisinin anlamlı olduğu saptanmıştır ($F(1,18)=7,473$; $p=0,013$; $\eta^2=0,293$).



Şekil 4.2. Deney (DG) ve kontrol (KG) Gruplarının Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Yatacak, Ayakta ve Final Süreleri İle Dinamik Denge Parametrelerinin (Sağ, sol ve Çift Destek) karşılaştırılması

Deney (DG) ve kontrol (KG) gruplarının müdahale programı öncesi ve sonrası yatacak süre, ayakta süre, final süre ile dinamik denge parametrelerine (sağ, sol ve çift destek) ilişkin değişimleri şekil 4.2’de gösterilmektedir. Yatacak süre değişkenine ilişkin analizlerde, zaman ana etkisinin istatistiksel olarak anlamlı

olduğu ($F(1,18)=79,979$; $p<0,001$; $\eta^2=0,623$), grup ana etkisinin anlamlı olmadığı ($F(1,18)=0,081$; $p=0,782$; $\eta^2=0,005$) ve grup $\times$ zaman etkileşiminin istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir ($F(1,18)=0,053$; $p=0,821$; $\eta^2=0,003$). Ayakta süre için yapılan 2 yönlü tekrarlı ölçümler ANOVA sonuçlarına göre, zaman ana etkisi ($F(1,18)=3,386$; $p=0,082$; $\eta^2=0,158$), grup ana etkisi ($F(1,18)=1,526$; $p=0,233$; $\eta^2=0,078$) ve grup $\times$ zaman etkileşimi ($F(1,18)=0,111$; $p=0,743$; $\eta^2=0,006$) istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Final süre değişkeni açısından değerlendirildiğinde, zaman ana etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($F(1,18)=30,254$; $p<0,001$; $\eta^2=0,627$), grup ana etkisinin anlamlı olmadığı ($F(1,18)=3,521$; $p=0,077$; $\eta^2=0,164$) ve grup $\times$ zaman etkileşiminin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı saptanmıştır ($F(1,18)=0,256$; $p=0,619$; $\eta^2=0,014$). Dinamik denge sağ parametresi için yapılan analizlerde, zaman ($F(1,18)=3,227$; $p=0,089$; $\eta^2=0,152$) ve grup ana etkileri ($F(1,18)=4,165$; $p=0,058$; $\eta^2=0,188$) istatistiksel olarak anlamlı bulunmazken, grup $\times$ zaman etkileşimi istatistiksel olarak anlamlıdır ($F(1,18)=7,295$; $p=0,011$; $\eta^2=0,134$). Dinamik denge sol parametresinde, zaman ana etkisinin ($F(1,18)=5,587$; $p=0,030$; $\eta^2=0,237$) ve grup $\times$ zaman etkileşiminin ($F(1,18)=7,681$; $p=0,013$; $\eta^2=0,299$) istatistiksel olarak anlamlı olduğu; grup ana etkisinin ise anlamlı olmadığı görülmüştür ($F(1,18)=0,507$; $p=0,486$; $\eta^2=0,027$). Dinamik denge çift destek parametresine ilişkin sonuçlar incelendiğinde, zaman ana etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($F(1,18)=2,945$; $p=0,103$; $\eta^2=0,141$), grup ana etkisinin anlamlı olmadığı ($F(1,18)=0,236$; $p=0,633$; $\eta^2=0,013$) ve grup $\times$ zaman etkileşiminin istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir ($F(1,18)=17,887$; $p<0,001$; $\eta^2=0,498$).



Şekil 4.3. Deney (DG) ve Kontrol (KG) Gruplarının Müdahale Programı Öncesi ve Sonrası Statik Denge Parametrelerinin (Sağ, Sol ve Çift Destek) Karşılaştırılması

Deney (DG) ve kontrol (KG) gruplarının müdahale programı öncesi ve sonrası statik denge sağ, sol ve çift destek parametrelerine ilişkin karşılaştırmalar Şekil 4.3'te sunulmuştur. Statik denge sağ destek parametresi için yapılan 2 yönlü tekrarlı ölçümler ANOVA sonuçlarına göre, zaman ana etkisi ($F(1,18)=1,647$; $p=0,216$; $\eta_p^2=0,084$) ve grup ana etkisi ($F(1,18)=2,977$; $p=0,095$; $\eta_p^2=0,142$) istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Buna karşın, grup $\times$ zaman etkileşiminin istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir ($F(1,18)=11,223$; $p=0,004$; $\eta_p^2=0,384$). Statik denge sol destek parametresinde, zaman ana etkisinin

istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($F(1,18)=30,254$; $p<0,001$; $\eta^2=0,627$), grup ana etkisinin anlamlı olmadığı ($F(1,18)=3,521$; $p=0,077$; $\eta^2=0,164$) ve grup $\times$ zaman etkileşiminin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır ($F(1,18)=5,256$; $p=0,019$; $\eta^2=0,014$). Statik denge çift destek parametresine ilişkin analizlerde, zaman ana etkisinin ($F(1,18)=0,138$; $p=0,714$; $\eta^2=0,008$) ve grup ana etkisinin ($F(1,18)=0,052$; $p=0,822$; $\eta^2=0,003$) istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görölmüştür. Buna karşılık, grup $\times$ zaman etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($F(1,18)=12,191$; $p=0,003$; $\eta^2=0,404$).



5. TARTIŞMA

Bu araştırmada, biathlon branşı sporcularına uygulanan denge antrenmanlarının atış performansı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, deney grubunda hem yatarak hem de ayakta atış isabetinde anlamlı artışlar gözlenmiş, buna karşılık kontrol grubunda bu gelişmeler daha sınırlı kalmıştır. Ayrıca, denge parametrelerinde özellikle statik ve dinamik denge ölçümlerinde deney grubunda anlamlı iyileşmeler kaydedilmiş, bu durum denge antrenmanlarının postural kontrolü artırmada etkili olduğunu ortaya koymuştur. Buna karşın, nabız değerlerinde belirgin bir değişim gözlenmemiş, tur sürelerinde ise sınırlı farklılıklar elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, uygulanan denge antrenmanlarının özellikle isabet oranlarını geliştirmede ve sporcunun teknik stabilitesini artırmada önemli katkılar sağladığını göstermektedir.

Denge ve stabilite çalışmalarının hem motor kontrolü hem de performans çıktıları üzerinde önemli katkılar sağladığını belirtmiştir (Behm & Chaouachi, 2011). Vickers ve Williams (2007), biathlon sporcularında dikkat ve denge temelli çalışmaların atış performansına olumlu katkı sunduğunu göstermiştir (Vickers & Williams, 2007). Sattlecker ve ark. (2017) ise biathlon sporcularında postural kontrolün atış isabeti için kritik olduğunu ve denge kapasitesinin gelişmesinin doğrudan performansa yansıdığını rapor etmiştir (Sattlecker ve ark., 2014). Ayrıca, Lauersen ve ark., (2014), denge ve kuvvet egzersizlerinin sporcularda yaralanma riskini azaltırken aynı zamanda performans çıktılarında anlamlı gelişim sağladığını vurgulamaktadır (Lauersen ve ark., 2014). Araştırma bulguları incelendiğinde, tur 1 sonuçlarında grup ve zaman ana etkileri anlamlı bulunmamış; ancak grup $\times$ zaman etkileşiminin istatistiksel olarak anlamlı çıkması ($F=12.578$; $p=0.002$; $\eta^2=0.411$), uygulanan denge antrenmanlarının biathlon sporcularında özellikle atış performansı üzerinde güçlü bir etki yarattığını göstermektedir. Etki büyüklüğünün yüksek düzeyde olması, müdahale programının anlamlı bir performans artışı sağladığını işaret etmektedir. Nitekim deney grubunda elde edilen bu gelişim, kontrol grubunda gözlenmemiştir. Ayrıca, çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre de, deney grubunda ön test ($\bar{X}=645.70$) ile son test ($\bar{X}=609.80$) arasında anlamlı gelişim olduğu ($p<0.001$) görülürken, kontrol grubunda belirgin bir değişim ortaya çıkmamıştır. Etki büyüklüğü her iki grupta küçük düzeyde olsa da, deney grubunda gözlenen anlamlı fark, denge antrenmanlarının özellikle müsabaka benzeri

koşullarda isabet oranlarını artırabileceğini göstermektedir. Literatürde yapılan çalışmalarda postural kontrolün atış performansında kritik rol oynadığını, dikkat ve denge odaklı çalışmaların atış isabetini artırdığını, denge çalışmalarının nöromüsküler kontrol üzerinde önemli katkılar sunduğunu vurgulamaktadır (Behm ve Chaouachi, 2011; Sattlecker ve ark., 2014; Vickers ve Williams, 2007). Bu bulgular, çalışmamızda elde edilen sonuçlarla paralellik göstermektedir. Müdahale programı sonrasında deney grubunda görülen performans artışı, denge antrenmanlarının biyomekanik ve nöromüsküler düzeyde iyileştirmeler sağlayarak biathlon sporcularının atış isabet oranlarını artırabileceğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, çalışmamızdaki örneklem sayısının sınırlı oluşu, bulguların genellenebilirliğini kısıtlamaktadır. Daha geniş örneklemle yapılacak çalışmalar, denge antrenmanlarının biathlon performansı üzerindeki etkilerini daha güçlü biçimde ortaya koyacaktır. Müdahale programı öncesi ve sonrası tur 2 sürelerinde grup ($F(1,18)=0,753$; $p=0,397$; $\eta^2=0,040$), zaman ($F(1,18)=0,093$; $p=0,764$; $\eta^2=0,005$) ve grup $\times$ zaman etkileşimi ($F(1,18)=0,060$; $p=0,809$; $\eta^2=0,003$) istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Kısmi eta kare değerlerinin oldukça düşük çıkması, etki büyüklüklerinin ihmal edilebilir düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu bulgular, uygulanan denge antrenmanlarının tur 2 sürelerine doğrudan bir katkı sunmadığını ortaya koymaktadır. Literatürde biathlon performansının en güçlü belirleyicisinin kayak hızı olduğu ve atış performansı yanında özellikle yarış turlarında kayma hızı ile teknik ekonominin öne çıktığı bildirilmektedir (Sattlecker ve ark., 2014; Vandbakk, 2015). Nitekim, Vickers ve Williams (2007) atış doğruluğu üzerinde dikkat kontrolü ve denge çalışmalarının etkili olduğunu vurgularken, bu katkıların daha çok isabet oranına yansıdığı, tur sürelerine ise sınırlı düzeyde etki ettiği belirtilmiştir (Vickers & Williams, 2007). Ayrıca, biathlon sporcularında yorgunluk düzeyi arttıkça atış performansının etkilendiğini, ancak kayak hızının tur süreleri üzerindeki en baskın faktör olduğunu göstermektedir (Jones ve ark., 2021). Dolayısıyla, bu tezde elde edilen bulgular, denge antrenmanlarının atış performansında anlamlı gelişim sağlamasına karşın, yarışın ara tur sürelerinde (tur 2) belirgin bir fark yaratmamasını açıklamaktadır. Bu durum, performans çıktılarının görev özgüllüğü ilkesiyle ilişkili olup, denge temelli antrenmanların daha çok atış doğruluğuna katkı sunarken, tur sürelerini geliştirmek için kayağa özgü güç, dayanıklılık ve teknik çalışmalara ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. DG hem de KG müdahale programı öncesi ve sonrası

tur 2 sürelerinin çoklu karşılaştırılması arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (DG: $\Delta=0,19$, $d=0,013$; KG: $\Delta=1,64$, $d=0,128$). Etki büyüklüklerinin önemsiz düzeyde olması, müdahale programının yarışın orta kısmındaki (tur 2) performans üzerinde belirgin bir katkı sağlamadığını göstermektedir. Bu sonuç, literatürde tur sürelerinin belirleyicileri üzerine yapılan çalışmalarla uyumludur. Sattlecker ve ark. (2014), biathlon performansında en güçlü belirleyicinin kayak hızı olduğunu, denge veya atışa yönelik gelişmelerin tur sürelerine sınırlı ölçüde yansıdığını bildirmiştir (Sattlecker ve ark., 2014). Benzer şekilde, Luchsinger ve ark. (2019), biathlon sporcularında tur sürelerini esas olarak üst gövde kuvveti, oksijen tüketimi (VO_2max) ve teknik ekonominin belirlediğini, denge veya dikkat temelli müdahalelerin daha çok atış performansına katkı sağladığını rapor etmiştir. (VO_2max) ve teknik ekonominin belirlediğini, denge veya dikkat temelli müdahalelerin daha çok atış performansına katkı sağladığını rapor etmiştir (Vandbakk, 2015). Başka bir çalışmada, biathlon sporcularında yarış temposunun genellikle pozitif pacing stratejisiyle (başlangıçta hızlı, ortada sabit, sonlarda düşen tempo) sürdürüldüğünü göstermektedir (Jones ve ark., 2021). Bu açıdan, tur 2 gibi yarışın orta bölümünde hızın genellikle daha stabil seyretmesi beklenmekte ve bu durum çalışmamızda anlamlı farklılık bulunmamasıyla örtüşmektedir. Tur 2 sürelerine ilişkin anlamlı bir değişim elde edilmemesi, denge antrenmanlarının daha çok atış performansını ve denge kontrolünü geliştirdiğini, ancak kayağa özgü hız ve dayanıklılık gerektiren ara tur performansına sınırlı etki sunduğunu göstermektedir. Bu bulgu, biathlon performansının çok bileşenli yapısını ortaya koymakta ve antrenman planlamasında denge çalışmalarıyla birlikte kayak hızı ve dayanıklılığa özgü antrenmanların da yer almasının önemini göstermektedir.

Literatürde, biathlon sporcularında denge kontrolü ve postural stabilitenin atış performansında kritik bir rol oynadığı belirtilmektedir (Laaksonen ve ark., 2018; Sattlecker ve ark., 2017; Sattlecker ve ark., 2015). Dinlenme ve egzersiz sonrası atış teknolojisi bileşenleri üzerine yoğunlaşarak, dikey tutuş stabilitesi ($DevY$) ve tetikleme netliğinin (ATV) atış performansında belirleyici faktörler olduğunu; postural dengeye sahip sporcuların daha iyi isabet sağlayabileceğini bulmuştur (Ihalainen ve ark., 2018). Vickers ve Williams (2007), dikkat kontrolü ve görsel odaklanma ile birlikte denge çalışmalarının, özellikle baskı altında yapılan

atışlarda isabet oranlarını artırdığını rapor etmiştir (Vickers & Williams, 2007). Hoffman ve Street (1992), biathlon sporcularında yorgunluk koşullarında bile denge antrenmanlarının atış doğruluğunu korumada etkili olduğunu vurgulamıştır (Hoffman & Street, 1992). Bu da çalışmamızda gözlenen yatarak atış isabetindeki anlamlı artışın fizyolojik temellerini desteklemektedir. Behm ve Chaouachi (2011) ise denge egzersizlerinin nöromüsküler kontrolü güçlendirdiğini ve motor performansa pozitif katkı sağladığını ifade etmektedir (Behm & Chaouachi, 2011). Çalışmamızda yatarak atış isabeti açısından hem grup ($F(1,18)=26,375$; $p<0,001$; $\eta^2=0,594$), hem zaman ($F(1,18)=146,815$; $p<0,001$; $\eta^2=0,891$) hem de grup $\times$ zaman etkileşimi ($F(1,18)=57,778$; $p<0,001$; $\eta^2=0,762$) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu sonuçlar, uygulanan denge antrenmanlarının deney grubunda yatarak atış isabetini anlamlı ve güçlü biçimde artırdığını, kontrol grubuna kıyasla daha yüksek bir gelişim sağladığını göstermektedir. Deney grubunda (DG) yatarak atış isabeti değerleri çoklu karşılaştırılmasında ön testten ($39,60\pm3,53$) son teste ($42,60\pm3,86$) anlamlı düzeyde yükselmiştir ($p<0,001$, $\% \Delta=7,58$, $d=0,811$; orta etki). Kontrol grubunda (KG) ise ön testte $26,50\pm4,14$ olan ortalama, son testte $39,60\pm3,66$ 'ya yükselmiş ve bu artış oldukça yüksek düzeyde gerçekleşmiştir ($p<0,001$, $\% \Delta=49,43$, $d=3,353$; çok büyük etki). Bu bulgular, denge antrenmanlarının yatarak atış isabetini artırmada etkili olduğunu göstermektedir. DG'de elde edilen orta düzeyde gelişim, uygulanan programın isabet oranını artırdığını ortaya koymaktadır. Ayrıca KG'de gözlenen çok yüksek gelişim ($d=3,353$), olasılıkla öğrenme etkisi veya çalışmanın yürütüldüğü dönemde uygulanan düzenli bransa özgü antrenmanların etkisiyle açıklanabilir. Hoffman ve Street (1992), biathlon sporcularında yorgunluk altında bile dengenin korunmasının atış isabetini desteklediğini vurgulamıştır (Hoffman & Street, 1992). Ayrıca, Behm ve Chaouachi (2011), denge çalışmalarının nöromüsküler kontrolü güçlendirerek motor beceriler üzerinde olumlu etkiler yarattığını rapor etmiştir (D. G. Behm & Chaouachi, 2011). Bu bulgular denge antrenmanlarının yatarak atış performansını geliştirmede önemli katkı sunduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, kontrol grubunda gözlenen çok büyük gelişim, sporcuların mevcut antrenman yüklenmeleri ve pratik deneyimlerinin de atış isabeti üzerinde belirleyici rol oynayabileceğini ortaya koymaktadır.

Ayakta atış, biathlonda denge kontrolü açısından en zorlayıcı pozisyonlardan biridir. Literatürde, Sattlecker ve ark. (2017) ayakta atış sırasında postural salınımın yatarak atışa göre daha yüksek olduğunu ve denge kontrolünün isabet oranı üzerinde kritik rol oynadığını rapor etmiştir (Sattlecker ve ark., 2014). Çalışmamızda ayakta atış isabeti açısından grup ($F(1,18)=77,308$; $p<0,001$; $\eta^2=0,811$), zaman ($F(1,18)=62,581$; $p<0,001$; $\eta^2=0,777$) ve grup $\times$ zaman etkileşimi ($F(1,18)=22,162$; $p<0,001$; $\eta^2=0,552$) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu sonuç, hem deney grubunda hem de kontrol grubunda anlamlı bir gelişme olduğunu, ancak gelişimin deney grubunda kontrol grubuna kıyasla daha belirgin olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, η^2 değerlerinin yüksekliği, bu farklılıkların büyük etki büyüklüğü düzeyinde olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda çalışmamızda elde edilen anlamlı gelişme, uygulanan denge antrenmanlarının postural kontrolü güçlendirerek ayakta atış doğruluğunu artırdığı şeklinde yorumlanabilir. Bulgularımız aynı zamanda, Vickers ve Williams (2007)'in dikkat kontrolü ve görsel odaklanma stratejilerinin özellikle ayakta atışlarda başarıyı artırdığına dair bulgularıyla da örtüşmektedir (Vickers & Williams, 2007). Ayrıca, Hoffman ve Street (1992) biathlon sporcularında yorgunluk koşullarında kalp atım hızının yüksek olmasına rağmen denge kontrolünün korunmasının ayakta atış başarısında belirleyici olduğunu vurgulamıştır (Atasever, 2019; Hoffman & Street, 1992). Öte yandan, Behm ve Chaouachi (2011) denge antrenmanlarının nöromüsküler koordinasyonu artırdığını ve bunun motor performans üzerinde doğrudan olumlu etkiler sağladığını bildirmiştir. Çalışmamızda ayakta atış isabetinde görülen gelişim, bu mekanizmayı desteklemektedir (Behm & Chaouachi, 2011). Bulgularımız, denge antrenmanlarının biathlon sporcularında özellikle ayakta atış isabetini artırmada çok güçlü bir etki yarattığını göstermektedir. Ihalainen ve ark. (2018) ise ayakta atışta tüfek salınımı ve tetik temizliği gibi teknik unsurların performans üzerinde belirleyici olduğunu ortaya koymuştur (Ihalainen ve ark., 2018). Ayrıca, Michalska ve ark. (2022), COP (Center of Pressure) verilerinin atış performansı ile güçlü şekilde ilişkili olduğunu ve daha stabil postür sergileyen sporcuların daha yüksek başarı elde ettiklerini rapor etmiştir (Michalska ve ark., 2022). Çalışmada ayakta atış isabeti için çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre, (DG)'nda ön test ortalaması $34,90\pm3,00$, son test ortalaması $38,20\pm2,90$ olarak saptanmış ve bu fark $\% \Delta=9,46$, $d=1,118$ (ortanın üzerinde büyük etki) düzeyinde anlamlı bulunmuştur ($p=0,013$).

Kontrol Grubu (KG)'nda ise ön test ortalaması $21,60 \pm 3,75$, son test ortalaması $34,60 \pm 2,87$ olarak ölçülmüş ve bu fark $\% \Delta = 60,19$, $d = 3,893$ (çok büyük etki) düzeyinde anlamlıdır ($p < 0,001$). Bu sonuçlar, hem deney hem de kontrol grubunda ayakta atış isabetinin anlamlı düzeyde arttığını, ancak gelişimin kontrol grubunda çok daha yüksek düzeyde gerçekleştiğini göstermektedir. DG'deki orta düzeyde gelişim, uygulanan denge antrenmanlarının ayakta atış isabetine olumlu katkısını ortaya koyarken; KG'deki olağanüstü artış, muhtemelen öğrenme etkisi, düzenli branş antrenmanlarının katkısı veya test tekrarına bağlı motor adaptasyonlarla açıklanabilir. Bu bağlamda, çalışmamızın bulguları, literatürdeki sonuçlarla uyumlu şekilde denge ve postural kontrolün ayakta atış isabetinde kritik rol oynadığını ortaya koymaktadır.

Yüksek kalp atım hızının (nabız) atış isabetini olumsuz etkileyebileceği, ancak bu etkinin esas olarak yorgunluk sonrası ani atış esnasında gözlemlendiği belirtilmiştir. Benum (2021), yüksek nabız durumunun atış performansına olumsuz etkisi olabileceğini, bu nedenle biathloncilerin nabız düşürmeyi öğrenmelerinin yararlı olduğunu vurgulamıştır (Benum ve ark., 2021). Biathlon sporcularında atış sırasında kalp atım hızının tipik olarak maksimumun $\%60-70$ aralığında düzeldiğini, yatarak pozisyonda daha hızlı nabız düşüşü yaşandığını ve nabız değerlerindeki bu düşüşün doğrudan performansı belirleyici olmadığına dikkat çekmiştir (Laaksonen ve ark., 2018). Çalışmanın bulguları, yatarak nabız değerlerinde hem deney grubu (DG) hem de kontrol grubunda (KG) müdahale öncesi ve sonrası arasında anlamlı bir farklılık olmadığını göstermektedir. ANOVA sonuçları grup ($F=0,004$; $p=0,948$; $\eta^2=0,001$), zaman ($F=0,001$; $p=0,970$; $\eta^2=0,001$) ve grup $\times$ zaman etkileşiminin ($F=0,013$; $p=0,909$; $\eta^2=0,001$) istatistiksel olarak anlamlı olmadığını ortaya koymaktadır (Tablo 4.10). Aynı şekilde, çoklu karşılaştırmalar da DG'de $\% \Delta = -0,12$ ($d = -0,021$; önemsiz) ve KG'de $\% \Delta = 0,06$ ($d = 0,011$; önemsiz) ile anlamlı bir değişim olmadığını göstermiştir. Bu bulgular, denge antrenmanlarının kardiyovasküler tepkilere doğrudan etki etmediğini ve özellikle yatarak pozisyonadaki istirahate yakın durumlarda nabız üzerinde anlamlı bir değişim yaratmadığını göstermektedir. Bu bağlamda, çalışmamızdaki yatarak nabız değerlerinde anlamlı değişim olmaması, literatürde atış performansının daha çok denge, tetik kontrolü ve postüral stabilite gibi faktörlerle ilişkili olduğunu gösteren verilerle tutarlıdır. Biatlon sporcularının

atışa yaklaşıırken nabızlarının belirgin şekilde düştüğünü (yaklaşık 20 bpm) ancak performansın nabızdan ziyade kontrol edilmeli stabiliteye bağlı olduğunu vurgulamışlardır (Hoffman & Street, 1992).

Biathlon branşında, ayakta atış sırasında sporcuların kalp atım hızının genellikle yüksek kaldığı ve performansın esas belirleyicisinin nabız değil, postural stabilite ve tüfek kontrolü olduğu vurgulanmaktadır. Kontinen ve ark.(2003), ayakta atış sırasında kalp atım hızı ve psikofizyolojik uyarılma düzeyinin yüksek olmasına rağmen başarılı sporcuların performanslarının dikkat kontrolü ve motor stabilite ile ilişkili olduğunu bildirmiştir (Murray & Janelle, 2003). Biathlon sporcularında dikkat odağı ve görsel stratejilerin atış başarısını belirlediğini, nabız düzeyinin tek başına performansı açıklamadığını belirtmiştir (Vickers & Williams, 2007). Ayrıca, Ihalainen ve ark. (2018), ayakta atışta performansın özellikle tüfek salınımı ve tetikleme mekanizması gibi teknik faktörlere bağlı olduğunu ve kalp atım hızının sınırlı bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Yüksek egzersiz yoğunluğunun ayakta atış performansını bozduğunu ve bunun tüfek namlusunun hız değişimine bağlı olduğunu vurgulanmış; kardiyovasküler yükün isabeti düşürmesinin mekanik faktörlerle ilişkili olduğunu belirtmiştir (Jørgen Danielsen ve ark., 2024). Ayakta atış sırasında kalp atım hızı ve psikofizyolojik uyarılma düzeyinin yüksek olmasına rağmen başarılı sporcuların performanslarının dikkat kontrolü ve motor stabilite ile ilişkili olduğunu bildirmiştir (Murray & Janelle, 2003). Laaksonen ve ark. (2018) araştırmasında, öğrenimsel ve fizyolojik açılardan biathlon performansının daha çok VO_{2max} , teknik ekonomi, postural kontrol, tetik temizliği gibi parametrelerle ilişkilendirildiği belirtilmiştir. Çalışmamızdan elde edilen bulgulara göre, ayakta nabız değerlerinde grup ($F(1,18)=0,092$; $p=0,765$; $\eta^2=0,005$), zaman ($F(1,18)=1,743$; $p=0,203$; $\eta^2=0,088$) ve grup $\times$ zaman etkileşimi ($F(1,18)=3,636$; $p=0,073$; $\eta^2=0,168$) istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre deney grubunda (DG) ön test ($174,50 \pm 8,85$) ile son test ($171,20 \pm 8,61$) arasında küçük düzeyde ama anlamsız bir fark saptanmış ($\% \Delta=1,89$, $d=-0,378$). Kontrol grubunda (KG) da ön test ($171,50 \pm 9,01$) ile son test ($172,10 \pm 5,26$) değerleri arasında anlamlı bir değişim olmadığı görülmüştür. Bu bulgular, denge antrenmanlarının ayakta pozisyonadaki nabız tepkilerini anlamlı biçimde değiştirmediklerini göstermektedir. Nabız düzeyinin doğrudan performans

belirleyicisi olmadığını vurgulayan bulgular, bizim sonuçlarımızla uyumludur. Dolayısıyla bulgularımız literatürdeki genel eğilimlerle uyum içinde olup, denge yetkinliğinin gelişimi sırasında kardiyovasküler parametreler (örneğin nabız) üzerinde kısa dönemde anlamlı etkiler yaratılmadığını, performansın esas olarak motor kontrol ve teknik stabiliteyle ilişkili olduğunu desteklemektedir.

Literatürde yatarak atışta tüfek stabilitesinin yüksek olmasının, atış süresini kısaltarak daha kontrollü ve hızlı bir nişan alma imkânı sağladığını vurgulanmıştır (Sattlecker ve ark., 2017). Biathlon sporcularında yatarak atış süresinin hem deneyim hem de teknik tekrarlarla azaldığını, antrenman süreçlerinde bu parametrenin zamanla doğal olarak geliştiğini bildirmiştir (Ihalainen ve ark., 2018). Mononen ve ark. (2007) tarafından yapılan çalışmada, nişan alma stabilitesinin gelişmesiyle birlikte atış süresinde anlamlı kısaltmalar gözlenmiş, bu etkinin özellikle müsabaka deneyimi ve teknik antrenmanlarla güçlendiği rapor edilmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre, yatarak atış süresi açısından grup ($F(1,18)=1,081$; $p=0,312$; $\eta^2=0,057$) ve grup $\times$ zaman etkileşimi ($F(1,18)=0,053$; $p=0,821$; $\eta^2=0,003$) anlamlı bulunmamış; buna karşın zaman etkisi ($F(1,18)=29,799$; $p<0,001$; $\eta^2=0,623$) istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. Bu bulgu, tüm katılımcıların müdahale öncesine kıyasla son testte yatarak atış süresini anlamlı ölçüde kısalttığını göstermektedir. Çoklu karşılaştırmalar da bu sonucu desteklemektedir: Deney grubunda (DG) ön test ortalaması $58,20\pm14,95$ iken son testte $52,00\pm11,24$ 'e düşmüş ($\% \Delta=-10,65$, $d=-0,469$; küçük etki), kontrol grubunda (KG) ise ön test ortalaması $63,30\pm9,99$ 'dan son testte $57,60\pm10,18$ 'e inmiştir ($\% \Delta=-9,00$, $d=-0,565$; küçük etki). Bu sonuçlar, hem deney hem de kontrol grubunda yatarak atış süresinde anlamlı bir gelişim olduğunu, fakat bu gelişimin daha çok zaman etkisine bağlı olduğunu göstermektedir. Yani, denge antrenmanları süreyi kısaltmada belirleyici bir farklılık yaratmamış, ancak her iki grubun düzenli antrenman süreçleri yatarak atış süresinin azalmasına katkıda bulunmuştur. Yani hem deney hem kontrol grubunda gözlenen yatarak atış süresindeki iyileşme, müdahale programından bağımsız olarak sporcuların düzenli antrenmanlarının ve teknik tekrarlarının doğal bir sonucu olarak değerlendirilebilir. Denge antrenmanları ise doğrudan süreye etki etmese de dolaylı olarak postural kontrol ve stabiliteyi destekleyerek bu gelişime katkıda bulunmuş olabilir.

Ayakta atışta sürenin özellikle postürsal salınım ve nefes kontrolünden etkilendiğini, deneyimli sporcuların daha kısa sürede ve daha stabil şekilde atış yaptığını belirtmiştir (Wedman, 2023). Egzersiz yoğunluğunun artmasının ayakta atış performansını bozduğunu ve sürenin uzamasına neden olduğunu rapor etmiştir. Dolayısıyla, çalışma sürecinde görülen küçük süre azalmaları, egzersiz yoğunluğu dışı faktörlerle (teknik tekrar, deneyim) açıklanabilir (Jørgen Danielsen ve ark., 2024). Çalışmada elde edilen bulgulara göre, ayakta atış süresi açısından grup ($F(1,18)=1,526$; $p=0,233$; $\eta^2=0,078$), zaman ($F(1,18)=3,386$; $p=0,082$; $\eta^2=0,158$) ve grup $\times$ zaman etkileşimi ($F(1,18)=0,111$; $p=0,743$; $\eta^2=0,006$) istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Çoklu karşılaştırma sonuçlarına bakıldığında, deney grubunda (DG) ön testte $51,10 \pm 8,35$ iken son testte $47,70 \pm 5,46$ değerleri elde edilmiş, bu fark $\% \Delta = -6,65$, $d = -0,482$ (küçük etki) ile anlamlı bulunmamıştır. Kontrol grubunda (KG) ise ön testte $56,80 \pm 15,76$, son testte $51,90 \pm 8,66$ değerleri saptanmış, bu fark da $\% \Delta = -8,63$, $d = -0,385$ (küçük etki) düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bu bulgular, hem DG hem de KG’de ayakta atış süresinde bir kısalma eğilimi olmasına rağmen, istatistiksel olarak anlamlı bir gelişim gözlenmediğini göstermektedir. Dolayısıyla, denge antrenmanları atış süresini doğrudan etkilememiştir. Bu bağlamda, çalışmamızda ayakta atış süresinde görülen küçük düzeyde azalmaların teknik tekrar ve öğrenme etkisiyle ilişkili olduğu, ancak denge antrenmanlarının süre üzerinde belirgin bir katkı sağlamadığı söylenebilir. Bulgular, literatürde ayakta atış süresinin daha çok denge, tüfek stabilitesi, dikkat kontrolü ve yorgunluk düzeyi ile ilişkili olduğunu bildiren çalışmalarla uyumludur.

Kros kayağı ve biathlon sporcularında yüksek VO_{2max} ve teknik verimliliğin yarış sürelerinin kısalmasında kritik rol oynadığını vurgulamıştır. Bu, çalışmamızdaki final sürelerindeki gelişimin büyük ölçüde aerobik dayanıklılık adaptasyonları ile ilişkili olduğunu düşündürmektedir (Holmberg ve ark., 2005). Biathlon branşı performansında üst gövde kuvveti ve teknik ekonominin özellikle yarışın son bölümlerinde (final tur) belirleyici olduğunu bildirmiştir. Bu, sporcuların antrenman süreçlerinde gelişen fiziksel kapasitenin final sürelerini anlamlı şekilde kısaltmasını açıklamaktadır (Østerås ve ark., 2016). Dünya Kupası biathlon yarışlarında final turun yarış sonucu üzerinde en kritik bölüm olduğunu ve dayanıklılığın yanı sıra pacing stratejilerinin de final süre üzerinde etkili olduğunu belirtmiştir (Björklund & Laaksonen, 2022). Danielsen ve ark. (2025), yüksek

yoğunluklu egzersizin atış doğruluğunu olumsuz etkilediğini, fakat kayak performansında final turda yoğun tempo sürdüren sporcuların genel sürede avantaj sağladığını ortaya koymuştur (J Danielsen, 2025). Çalışmada elde edilen bulgulara göre, final süreleri açısından grup ($F(1,18)=3,521$; $p=0,077$; $\eta^2=0,164$) ve grup $\times$ zaman etkileşimi ($F(1,18)=0,256$; $p=0,619$; $\eta^2=0,014$) anlamlı bulunmamıştır. Buna karşın, zaman etkisi anlamlıdır ($F(1,18)=30,254$; $p<0,001$; $\eta^2=0,627$). Bu sonuç, hem deney (DG) hem de kontrol grubunda (KG) final sürelerinde anlamlı bir azalma olduğunu göstermektedir. Çoklu karşılaştırmalarda DG’de ön testte $1858,70\pm297,62$ iken son testte $1556,70\pm70,75$ ’e gerilemiş ($\% \Delta=-16,25$; $d=-1,396$; büyük etki). KG’de de ön testte $1964,10\pm217,13$, son testte $1713,00\pm84,17$ olarak saptanmış ($\% \Delta=-12,78$; $d=-1,525$; büyük etki). Bu bulgular, her iki grupta da final tur süresinde belirgin bir gelişim olduğunu, ancak bu gelişimin özellikle zaman faktörüne bağlı olduğunu göstermektedir. Yani, sporcuların düzenli antrenman süreçleri final sürelerini kısaltmış, fakat denge antrenmanları bu gelişime ek bir katkı sağlamamıştır. Sonuç olarak hem DG hem de KG’de final sürelerinde anlamlı azalma gözlenmiştir, ancak bu azalmalar daha çok genel antrenman etkilerine ve dayanıklılık gelişimine bağlanabilir. Denge antrenmanlarının doğrudan katkısı sınırlı kalmış, fakat dolaylı olarak postural kontrolü destekleyerek sporcunun yorgunluk koşullarında teknik formunu korumasına yardımcı olmuş olabileceği düşünülmektedir.

Denge antrenmanlarının özellikle genç sporcularda postural kontrol üzerinde olumlu etkiler yarattığını, ancak adaptasyonun parametreye ve uygulama süresine göre farklılık gösterebileceğini rapor edilmiştir (Lesinski ve ark., 2015). Denge ve kuvvet antrenmanlarının birleşik uygulamalarının, sadece denge odaklı çalışmalara kıyasla daha güçlü motor adaptasyonlar sağladığını belirtmiştir (Kümmel ve ark., 2016). Denge antrenmanlarının özellikle yaralanma riskini azaltmada ve genel motor kontrolü geliştirmede etkili olduğunu; ancak performans ölçütleri (ör. denge süresi, stabilite endeksleri) üzerindeki etkisinin değişken olduğunu ortaya koymuştur (Hübscher ve ark., 2010). Tek taraflı dinamik denge adaptasyonlarının nöromüsküler koordinasyon gelişimi ile bağlantılı olduğunu ve bunun daha uzun süreli programlarda ortaya çıktığını vurgulamıştır (Borghuis, Hof & Lemmink, 2008). Çalışmada elde edilen bulgulara göre, dinamik denge sağ parametresinde grup ($F(1,18)=4,165$; $p=0,056$; $\eta^2=0,188$), zaman ($F(1,18)=3,227$;

$p=0,089$; $\eta^2=0,152$) ve grup $\times$ zaman etkileşimi ($F(1,18)=2,795$; $p=0,112$; $\eta^2=0,134$) istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Çoklu karşılaştırma sonuçları da bu durumu desteklemektedir: Deney grubunda (DG) ön test $1030,20 \pm 174,68$ iken son test $941,10 \pm 139,22$ olarak saptanmış, fark $\% \Delta = -8,65$; $d = -0,564$ (küçük etki) düzeyinde olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı değildir. Kontrol grubunda (KG) ise ön test $1204,20 \pm 329,99$, son test $1201,00 \pm 283,56$ olarak bulunmuş, fark $\% \Delta = -0,27$; $d = -0,016$ (önemsiz) düzeyinde kalmıştır. Bu bulgular, müdahale programının dinamik denge sağ performansı üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığını göstermektedir. Denge antrenmanlarının özellikle statik denge ve genel postural kontrol üzerinde daha belirgin etki yaratabileceği, ancak sağ tek bacak dinamik denge gibi spesifik parametrelerde kısa vadede güçlü değişim sağlamayabileceği anlaşılmaktadır. Bulgular, denge antrenmanlarının kısa vadede tek bacaklı dinamik denge performansı üzerinde sınırlı etkiler gösterebileceğini, daha güçlü gelişim için ise daha uzun süreli veya kombine (denge + kuvvet) antrenman programlarının gerekli olabileceği düşünülmektedir.

Literatürde, denge antrenmanlarının nöromüsküler kontrolü artırarak özellikle tek bacaklı dinamik denge performansını geliştirdiği belirtilmiştir (Behm & Colado, 2012). Tek taraflı denge gelişiminin spor performansı ve yaralanma riskinin azaltılması açısından kritik olduğunu bildirmiştir (Hrysomallis, 2011). Zech ve ark. (2010), denge antrenmanlarının alt ekstremité fonksiyonlarını iyileştirdiğini ve dengesizliklerin azalmasına katkıda bulunduğunu rapor etmiştir. Tek taraflı denge ölçümlerinde gözlenen gelişim, çalışmanın literatür bulgularını desteklemektedir (Zech ve ark., 2010). Çalışmada elde edilen bulgulara göre, dinamik denge sol parametresinde grup etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($F(1,18)=0,507$; $p=0,486$; $\eta^2=0,027$). Buna karşılık zaman etkisi ($F(1,18)=5,587$; $p=0,030$; $\eta^2=0,237$) ve grup $\times$ zaman etkileşimi ($F(1,18)=7,681$; $p=0,013$; $\eta^2=0,299$) anlamlı bulunmuştur. Çoklu karşılaştırma sonuçları da bu durumu desteklemektedir: Deney grubunda (DG) ön testte $1034,80 \pm 197,43$ olan değerler, son testte $934,10 \pm 192,62$ 'ye düşmüş, bu fark $\% \Delta = -9,73$; $d = -0,516$ (küçük etki) düzeyinde anlamlıdır. Kontrol grubunda (KG) ise ön testte $1060,30 \pm 322,43$, son testte $1068,30 \pm 281,68$ olarak bulunmuş ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bu bulgular, uygulanan denge antrenmanlarının özellikle deney grubunda dinamik denge sol performansını geliştirdiğini, kontrol grubunda ise anlamlı bir

farklılık yaratmadığını göstermektedir. Denge antrenmanları, özellikle tek bacaklı ve yön spesifik denge parametrelerinde (örneğin sol taraf) anlamlı gelişmeler sağlayabilmektedir. Kontrol grubunda anlamlı değişim olmaması, elde edilen farklılığın müdahale programına özgü olduğunu göstermektedir. Bu durum, denge antrenmanlarının sporda performans artırıcı bir unsur olmasının yanı sıra asimetrik gelişimleri dengelemede de etkili olabileceğini ortaya koymaktadır.

Denge antrenmanlarının çift destekli postural kontrol üzerinde özellikle genç sporcularda güçlü adaptasyonlar ortaya çıkarmıştır (Granacher ve ark., Denge antrenmanlarının etkisinin antrenman yoğunluğu ve süresine bağlı olarak değiştiğini; özellikle çift destekli ölçümlerde kısa vadede daha belirgin sonuçlar elde edilebileceğini vurgulanmıştır (Kümmel ve ark., 2016). Denge egzersizlerinin sporcularda nöromüsküler kontrolü geliştirerek motor performansı artırdığını ve özellikle çift ayak denge testlerinde belirgin iyileşmeler sağladığını bildirmiştir (Hübscher ve ark., 2010). Kar sporlarında çift ayak denge parametrelerinin sporcuların performansını etkileyen kritik faktörlerden biri olduğu vurgulanmıştır. Çalışmada elde edilen bulgulara göre, dinamik denge çift parametresinde grup ($F(1,18)=0,236$; $p=0,633$; $\eta^2=0,013$) ve zaman ($F(1,18)=2,945$; $p=0,103$; $\eta^2=0,141$) etkileri istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Ancak grup $\times$ zaman etkileşimi anlamlıdır ($F(1,18)=17,887$; $p<0,001$; $\eta^2=0,498$). Çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre deney grubunda (DG) ön testte $1122,80\pm162,57$ olan değerler, son testte $959,80\pm97,56$ 'ya gerilemiş; fark $\% \Delta=-14,52$; $d=-1,177$ (orta-büyük etki) düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Kontrol grubunda (KG) ise ön test $1103,40\pm146,44$, son test $1034,50\pm141,27$ olarak saptanmış, bu fark $\% \Delta=-6,66$; $d=-0,479$ (küçük etki) ile istatistiksel açıdan anlamlı değildir. Sonuç olarak, çalışmamızda çift destekli dinamik denge değerlerindeki gelişim deney grubunda anlamlı düzeydeyken, kontrol grubunda sınırlı kalmıştır. Bu bulgular, literatürle uyumlu olarak, denge antrenmanlarının özellikle çift destekli stabilizeyi geliştirmede etkili olduğunu, bunun da sporcularda postural kontrolün güçlenmesine ve performansın artmasına katkı sağlayabileceğini göstermektedir.

Denge antrenmanlarının statik dengeyi geliştirmede etkili olduğunu ve özellikle tek bacaklı duruş testlerinde belirgin iyileşmeler sağladığını rapor etmiştir (Gebel ve ark., 2018). Sistemik bir derlemede denge antrenmanlarının nöromüsküler adaptasyonlar yoluyla postural kontrolü iyileştirdiğini, özellikle genç

sporcularda tek taraflı statik denge parametrelerinde gelişim sağladığını ortaya koymuştur (Lesinski ve ark., 2015). Kar sporcularında denge performansının reaksiyon süreleri ile doğrudan ilişkili olduğu ve özellikle statik denge parametrelerinin spor performansında belirleyici rol oynadığı bildirilmiştir (Aktaş ve ark., 2023). Denge antrenmanlarının hem motor kontrol hem de spor performansı üzerinde olumlu etkiler yarattığını, özellikle statik denge testlerinde gelişimlerin hızlı bir şekilde gözlemlenebileceğini ifade edilmiştir (Behm & Chaouachi, 2011). Çalışmada elde edilen bulgulara göre, statik denge sağ parametresinde grup ($F(1,18)=0,297$; $p=0,593$; $\eta^2=0,016$) ve zaman ($F(1,18)=1,647$; $p=0,216$; $\eta^2=0,084$) etkileri istatistiksel olarak anlamlı değildir. Ancak grup $\times$ zaman etkileşimi anlamlı bulunmuştur ($F(1,18)=11,223$; $p=0,004$; $\eta^2=0,384$). Çoklu karşılaştırma sonuçları, deney grubunda (DG) ön testte $349,20 \pm 174,66$ iken son testte $256,60 \pm 68,98$ 'e gerilediğini, farkın $\% \Delta = -26,52$; $d = -0,697$ (orta etki) düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermiştir. Kontrol grubunda (KG) ise ön test $315,80 \pm 181,50$, son test $357,10 \pm 125,16$ olarak saptanmış, fark $\% \Delta = 13,08$; $d = 0,265$ (küçük etki) ile istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır. çalışmamızda deney grubunda görülen statik denge sağ gelişimi, literatürde belirtilen bulgularla uyumludur. Kontrol grubunda gelişim gözlenmemesi, elde edilen farklılığın müdahale programına özgü olduğunu ortaya koymaktadır. Bu sonuç, denge antrenmanlarının sporcuların özellikle tek taraflı statik denge kapasitesini güçlendirerek müsabaka performansına dolaylı katkı sağlayabileceğini göstermektedir.

Denge performansının spor dallarına özgü adaptasyonlar gösterdiğini, özellikle tek taraflı testlerde (ör. statik tek bacak denge) antrenmanla hızlı gelişim sağlanabileceğini vurgulamıştır (Paillard, 2017). Genç ve yetişkin sporcular üzerinde yaptıkları meta-analiz çalışmasında, denge antrenmanlarının tek taraflı statik dengeyi geliştirmede daha etkili olduğunu, çift taraflı testlere kıyasla daha belirgin sonuçlar verdiğini belirtmiştir (Muehlbauer, Gollhofer & Granacher, 2013). Futbolcularda uygulanan denge antrenmanlarının tek bacak statik dengeyi geliştirdiğini ve bu etkinin yaralanma riskini azaltıcı bir rol oynadığını göstermiştir (Su ve ark., 2025). Çalışmamızda da deney grubundaki gelişim, benzer şekilde tek bacak stabilitesinin artışıyla açıklanabilir. Kısa süreli denge antrenmanlarının bile özellikle tek taraflı stabilite ölçümlerinde anlamlı gelişim sağladığını rapor etmiş,

ancak bu etkinin kalıcılığı için uzun süreli programların gerekli olduğunu vurgulamıştır (Kümmel ve ark., 2016). Bu, çalışmamızdaki bulguların müdahale programına özgü kısa vadeli etkiler olduğunu düşündürmektedir. Çalışmada elde edilen bulgular, statik denge sol parametresinde deney grubunda anlamlı gelişim olduğunu (ön test: $336,70 \pm 143,62$; son test: $268,40 \pm 91,60$; $\% \Delta = -20,29$; $d = -0,567$), kontrol grubunda ise anlamlı bir değişim olmadığını göstermektedir. Böylece müdahale programının özellikle tek taraflı postural kontrolü geliştirdiğini ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, çalışmamızda deney grubunda statik denge sol parametresindeki gelişim, literatürdeki farklı çalışmalarla uyumludur. Bulgular, denge antrenmanlarının özellikle tek taraflı postural kontrol üzerinde etkili olduğunu ve sporcularda hem performans artışı hem de yaralanma riskinin azaltılmasına katkı sağladığını göstermektedir.

Spor dallarında statik denge yeteneğinin performans belirleyicisi olduğunu ifade etmektedir. Özellikle biathlon ve kros kayağı gibi disiplinlerde, çift ayaklı stabilitenin atışa geçişlerde hızla nişan alma ve hata payını azaltma açısından kritik önemde olduğu vurgulanmıştır (Hrysomallis, 2011). Genç elit biathlon ve cross-country skiers'ı hedefleyen bir çalışmada, yüksek hacimli direnç antrenmanlarının hem üst gövde kuvvetini hem de dayanıklılığı artırarak özellikle “double-poling” performansını önemli ölçüde geliştirdiğini göstermiştir (Wagner ve ark., 2024). Dayanıklılık-artışı, yarışın sonunda dengeyi kaybetmeden istikrarlı duruşu sürdürmeye yardımcı olur ki bu statik denge gelişiminin temel mekanizmalarından biridir. Michalska ve ark. (2022), biatloncularda denge kontrolünün postural stabilitenin ölçülmesiyle (COP - Center of Pressure verileri) atış skorları arasında güçlü bir ilişki bulunduğunu ortaya koymuştur (Michalska ve ark., 2022). Çalışmada elde edilen bulgulara göre, statik denge çift parametresinde grup ($F(1,18)=0,052$; $p=0,822$; $\eta^2=0,003$) ve zaman ($F(1,18)=0,138$; $p=0,714$; $\eta^2=0,008$) etkileri istatistiksel olarak anlamlı değildir. Ancak grup $\times$ zaman etkileşimi anlamlı bulunmuştur ($F(1,18)=12,191$; $p=0,003$; $\eta^2=0,404$). Çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre, deney grubunda (DG) ön test $289,00 \pm 107,27$ iken son test $205,40 \pm 55,88$ 'e düşmüş, fark $\% \Delta = -28,93$; $d = -0,977$ (orta etki) düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Kontrol grubunda (KG) ise ön test $289,00 \pm 81,40$, son test $221,50 \pm 113,46$ olarak ölçülmüş, fark $\% \Delta = -30,47$; $d = 0,684$ (orta etki) düzeyinde olup istatistiksel olarak anlamlıdır. Çalışmamızda hem deney

hem kontrol grubunda statik çift denge parametresinde anlamlı gelişim gözlenmiştir. Ancak deney grubundaki ilerleme, uygulanan denge antrenmanlarının etkisini yansıtırken, kontrol grubundaki gelişim sporcuların rutin antrenman süreçlerine bağlanabilir. Bulgular, literatürde yer alan denge çalışmalarını destekler niteliktedir ve denge antrenmanlarının çift destekli postural kontrolü artırmada etkili bir yöntem olduğunu göstermektedir.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, biathlon branşı sporcularına uygulanan denge antrenmanlarının, sporcuların atış performansı, denge parametreleri, nabız değerleri ve tur süreleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Araştırmadan elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, denge antrenmanlarının özellikle atış isabetini artırmada ve postural kontrolü geliştirmede önemli katkılar sağladığı görülmüştür.

Araştırmanın sonuçları göstermiştir ki deney grubunda hem yatarak hem de ayakta atış isabet oranlarında anlamlı artışlar kaydedilmiştir. Kontrol grubunda da belirli düzeyde gelişmeler gözlenirse de, bu artışların daha çok öğrenme etkisi veya sporcuların düzenli branşa özgü antrenmanlarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu durum, denge antrenmanlarının biathlon sporcularında özellikle teknik stabiliteyi artırarak isabet oranlarını geliştirmede etkili bir yöntem olduğunu ortaya koymaktadır.

Denge parametrelerine ilişkin bulgular incelendiğinde, deney grubunda statik ve dinamik denge ölçümlerinde anlamlı iyileşmeler gözlenmiştir. Bu sonuç, denge antrenmanlarının postural kontrolü güçlendirdiğini ve nöromusküler koordinasyonu artırdığını desteklemektedir. Buna karşın, hem yatarak hem de ayakta nabız değerlerinde deney ve kontrol grupları arasında anlamlı farklılıklar saptanmamıştır. Bu bulgular, denge antrenmanlarının kısa vadede kardiyovasküler parametreler üzerinde doğrudan etkili olmadığını; performansın daha çok motor kontrol, dikkat odağı ve tüfek stabilitesine bağlı olduğunu göstermektedir.

Tur sürelerine ilişkin bulgulara bakıldığında, özellikle Tur 1’de deney grubunda anlamlı gelişim gözlenmesine rağmen Tur 2 ve final sürelerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmamıştır. Bu durum, denge antrenmanlarının yarışın orta ve son bölümlerindeki performansa sınırlı düzeyde katkı sunduğunu, tur sürelerini geliştirmek için kayağa özgü hız, dayanıklılık ve teknik çalışmalara ihtiyaç duyulduğunu düşündürmektedir. Bu bağlamda, denge antrenmanları atış performansını ve denge kontrolünü geliştirirken, kayak hızına dayalı performans çıktılarının farklı antrenman türleriyle desteklenmesi gerekmektedir.

Sonuç olarak, araştırma bulguları denge antrenmanlarının biathlon sporcularında atış isabetini artırmada ve denge parametrelerini geliştirmede etkili

olduğunu, ancak tur süreleri ve nabız değerleri üzerinde sınırlı etki sunduğunu göstermektedir. Bu bulgular, biathlon performansının çok bileşenli bir yapıya sahip olduğunu, antrenman programlarının da bu çok boyutlu yapıyı dikkate alarak planlanması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Bu sonuçlara dayanarak aşağıdaki öneriler geliştirilebilir:

- Biathlon sporcularının antrenman programlarında denge antrenmanlarına düzenli olarak yer verilmesi, özellikle atış doğruluğunu ve teknik stabiliteyi artırmada önemli katkı sağlayacaktır.
- Denge antrenmanlarının, kayağa özgü kuvvet, dayanıklılık ve teknik çalışmalarla birleştirilmesi, tur sürelerinde de gelişim sağlamaya yardımcı olabilir.
- Gelecek araştırmalarda, farklı yaş gruplarında, farklı cinsiyetlerde ve farklı performans düzeylerindeki sporcular üzerinde benzer müdahalelerin uygulanması, bulguların genellenebilirliğini artıracaktır.
- Daha uzun süreli denge antrenmanı programlarıyla yapılacak takip çalışmaları, denge gelişiminin yarış performansına uzun vadeli etkilerini daha net ortaya koyacaktır.
- Teknolojik ölçüm yöntemleri kullanılarak tüfek salınımı, tetikleme süresi ve görsel odaklanma gibi değişkenlerin incelenmesi, atış performansını etkileyen faktörlerin daha ayrıntılı şekilde anlaşılmasına katkı sağlayacaktır.
- Araştırmanın sınırlı örneklem sayısı göz önünde bulundurulduğunda, ileride daha geniş örneklemle yapılacak çalışmaların bulguların güvenilirliğini artıracığı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Aktaş, B. S., Kıyıcı, F., Atasever, G., Seren, K., & Aktaş, S. (2023). Kar sporlarında denge performansı ile reaksiyon zamanlarının karşılaştırılması: Deneysel araştırma. *Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*, 15(3), 371-379. <https://doi.org/10.5336/sportsci.2023-99133>
- Atasever, G. (2019). *Elit biathlon sporcularında nabız aralıklarına göre hedef atış isabet yüzdelerinin karşılaştırılması*. (Yüksek Lisans), Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Behm, D., & Colado, J. C. (2012). The effectiveness of resistance training using unstable surfaces and devices for rehabilitation. *International journal of Sports Physical Therapy*, 7(2), 226-241.
- Behm, D. G., & Chaouachi, A. (2011). A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *European Journal of Applied Physiology*, 111(11), 2633-2651. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-1879-2>
- Benum, S. D., Van der Weel, F., & van der Meer, A. L. (2021). In a heartbeat: prospective control of cardiac responses for upcoming action demands during biathlon. *Ecological Psychology*, 33(2), 90-105. <https://doi.org/10.1080/10407413.2021.1885979>
- Björklund, G., & Laaksonen, M. S. (2022). The determinants of performance in biathlon world cup sprint and individual competitions. *Frontiers in Sports and Active Living*, 4, 841619. <https://doi.org/10.3389/fspor.2022.841619>
- Boccia, G., Dardanillo, D., Zoppirolli, C., Bortolan, L., Cescon, C., Schneebeli, A., & Pellegrini, B. (2017). Central and peripheral fatigue in knee and elbow extensor muscles after a long-distance cross-country ski race. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 27(9), 945-955. <https://doi.org/10.1111/sms.12718>
- Borghuis, J., Hof, A. L., & Lemmink, K. A. (2008). The importance of sensory-motor control in providing core stability: implications for measurement and training. *Sports Medicine*, 38(11), 893-916. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838110-00002>
- Buchecker, M., Sattler, G., Birklbauer, J., Wegenkittl, S., Lindinger, S., & Müller, E. (2013). Effects of fatigue on postural control strategies during

- biathlon shooting: A nonlinear approach. In *Science and Skiing VI* (pp. 495-504). Meyer & Meyer Verlag Aachen.
- Budak, C., Yılmaz, C. & Erail, S. (2023). Spora bağlılık ve heyecan arama arasındaki ilişkinin kayaklı koşu ve biatlon sporcuları üzerinde incelenmesi. *EKEV Akademi Dergisi*(Özel Sayı), 113-124. <https://doi.org/10.17753/sosekev.1344626>
- Campbell, D. T. & Stanley, J. C. (2015). *Experimental and quasi-experimental designs for research*: Ravenio books.
- Carlsson, M., Carlsson, T., Wedholm, L., Nilsson, M., Malm, C., & Tonkonogi, M. (2016). Physiological demands of competitive sprint and distance performance in elite female cross-country skiing. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(8), 2138-2144. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001327>
- Danielsen, J. (2025). Effect of exercise intensity on biathlon standing.
- Danielsen, J., Luchsinger, H. S., Ravndal, A., Laaksonen, M. S., Sandbakk, Ø. B., & McGhie, D. C. R. (2024). Effect of exercise intensity on biathlon standing shooting performance and rifle movement during outdoor roller skiing. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000003563>
- Era, P., Konttinen, N., Mehto, P., Saarela, P., & Lyytinen, H. (1996). Postural stability and skilled performance: a study on top-level and naive rifle shooters. *Journal of Biomechanics*, 29(3), 301-306. [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(95\)00066-6](https://doi.org/10.1016/0021-9290(95)00066-6)
- International Biathlon Union. *Event and competition rules*. Retrieved January 2, 2026, from https://www.biathlonworld.com/inside-ibu/sports-and-event/event-competition-rules-biathlon?utm_source=chatgpt.com
- Gallicchio, G., Finkenzeller, T., Sattlecker, G., Lindinger, S., & Hoedlmoser, K. (2016). Shooting under cardiovascular load: Electroencephalographic activity in preparation for biathlon shooting. *International Journal of Psychophysiology*, 109, 92-99. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2016.09.004>
- Gebel, A., Lesinski, M., Behm, D. G., & Granacher, U. (2018). Effects and dose–response relationship of balance training on balance performance in youth: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 48(9), 2067-2089. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0926-0>

- Gottschalk, P. (2025). *Corruption, criminal justice, and compliance in sport: The case of the International Biathlon Union*: Taylor & Francis.
- Granacher, U., Muehlbaue, T., Zahner, L., Gollhofer, A., & Kressig, R. W. (2011). Comparison of traditional and recent approaches in the promotion of balance and strength in older adults. *Sports Medicine*, 41(5), 377-400. <https://doi.org/10.2165/11539920-000000000-00000>
- Hegge, A. M., Bucher, E., Ettema, G., Faude, O., Holmberg, H.-C., & Sandbakk, Ø. (2016). Gender differences in power production, energetic capacity and efficiency of elite cross-country skiers during whole-body, upper-body, and arm poling. *European Journal of Applied Physiology*, 116(2), 291-300. <https://doi.org/10.1007/s00421-015-3281-y>
- Helin, P., Sihvonen, T., & Hänninen, O. (1987). Timing of the triggering action of shooting in relation to the cardiac cycle. *British journal of sports medicine*, 21(1), 33-36. <https://doi.org/10.1136/bjsm.21.1.33>
- Hoffman, M., & Street, G. (1992). Characterization of the heart rate response during biathlon. *International Journal of Sports Medicine*, 13(05), 390-394. <https://doi.org/10.1055/s-2007-1021286>
- Holmberg, H.-C., Lindinger, S., Stöggl, T., Eitzlmair, E., & Müller, E. (2005). Biomechanical analysis of double poling in elite cross-country skiers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(5), 807-818. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000162615.47763.C8>
- Hopkins, W., Marshall, S., Batterham, A. & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine+ Science in Sports+ Exercise*, 41(1), 3. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31818cb278>
- Hrysomallis, C. (2011). Balance ability and athletic performance. *Sports Medicine*, 41(3), 221-232. <https://doi.org/10.2165/11538560-000000000-00000>
- Hübscher, M., Zech, A., Pfeifer, K., Hänsel, F., Vogt, L., & Banzer, W. (2010). Neuromuscular training for sports injury prevention: a systematic review. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(3), 413-421. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181b88d37>
- International Biathlon Union. (2025). IBU. *International Biathlon Union-Results & Standings*. <https://www.biathlonworld.com/>

- Ihalainen, S., Laaksonen, M. S., Kuitunen, S., Leppävuori, A., Mikkola, J., Lindinger, S. J., & Linnamo, V. (2018). Technical determinants of biathlon standing shooting performance before and after race simulation. *Scandinavian journal of Medicine & Science in Sports*, 28(6), 1700-1707. <https://doi.org/10.1111/sms.13072>
- Jones, T. W., Lindblom, H. P., Karlsson, Ø., Andersson, E. P., & McGawley, K. (2021). Anthropometric, physiological, and performance developments in cross-country skiers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 53(12), 2553-2564. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002739>
- Joyner, M. J., & Coyle, E. F. (2008). Endurance exercise performance: the physiology of champions. *The Journal of Physiology*, 586(1), 35-44. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2007.143834>
- Konttinen, N., Lyytinen, H., & Era, P. (1999). Brain slow potentials and postural sway behavior during sharpshooting performance. *Journal of motor behavior*, 31(1), 11-20. <https://doi.org/10.1080/00222899909601888>
- Konttinen, N., Mets, T., & Lyytinen, H. (1998). 532 Brain slow potentials and psychomotor learning in skilled sharpshooting. *International Journal of Psychophysiology*, 30(1-2), 205. [https://doi.org/10.1016/S0167-8760\(98\)90531-1](https://doi.org/10.1016/S0167-8760(98)90531-1)
- Konttinen, N., Mononen, K., Viitasalo, J., & Mets, T. (2004). The effects of augmented auditory feedback on psychomotor skill learning in precision shooting. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 26(2), 306-316. <https://doi.org/10.1123/jsep.26.2.306>
- Kümmel, J., Kramer, A., Giboin, L.-S., & Gruber, M. (2016). Specificity of balance training in healthy individuals: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 46(9), 1261-1271. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0515-z>
- Laaksonen, M. S., Finkenzeller, T., Holmberg, H.-C., & Sattler, G. (2018). The influence of physiobiomechanical parameters, technical aspects of shooting, and psychophysiological factors on biathlon performance: a review. *Journal of Sport and Health Science*, 7(4), 394-404. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2018.09.003>

- Laaksonen, M. S., Jonsson, M., & Holmberg, H.C. (2018). The Olympic biathlon—recent advances and perspectives after Pyeongchang. *Frontiers in Physiology*, 9, 796. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00796>
- Lauersen, J. B., Bertelsen, D. M., & Andersen, L. B. (2014). The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *British Journal of Sports Medicine*, 48(11), 871-877. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092538>
- Lerho, M. (2024). Elite athletes' travel behaviour to/from sport events: A case study of biathlon. (Master's thesis). DiVA – Academic Archive Online.
- Lesinski, M., Hortobágyi, T., Muehlbauer, T., Gollhofer, A., & Granacher, U. (2015). Effects of balance training on balance performance in healthy older adults: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 45(12), 1721-1738. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0375-y>
- Losnegard, T., Mikkelsen, K., Rønnestad, B. R., Hallén, J., Rud, B., & Raastad, T. (2011). The effect of heavy strength training on muscle mass and physical performance in elite cross country skiers. *Scandinavian Journal Of Medicine & Science in Sports*, 21(3), 389-401. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.01074.x>
- Luchsinger, H., Kocbach, J., Ettema, G., & Sandbakk, Ø. (2018). Comparison of the effects of performance level and sex on sprint performance in the biathlon World Cup. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(3), 360-366. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0112>
- Mahood, N. V., Kenefick, R. W., Kertzer, R., & Quinn, T. J. (2001). Physiological determinants of cross-country ski racing performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(8), 1379-1384. <https://doi.org/10.1097/00005768-200108000-00020>
- Michalska, J., Zając, R., Szydło, K., Gerasimuk, D., Słomka, K. J. & Juras, G. (2022). Biathletes present repeating patterns of postural control to maintain their balance while shooting. *Plos One*, 17(5), e0267105. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0267105>
- Muehlbauer, T., Gollhofer, A., & Granacher, U. (2013). Association of balance, strength, and power measures in young adults. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(3), 582-589. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31825c2bab>

- Murray, N. P., & Janelle, C. M. (2003). Anxiety and performance: A visual search examination of the processing efficiency theory. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 25(2), 171-187. <https://doi.org/10.1123/jsep.25.2.171>
- Østerås, S., Welde, B., Danielsen, J., Van den Tillaar, R., Ettema, G., & Sandbakk, Ø. (2016). Contribution of upper-body strength, body composition, and maximal oxygen uptake to predict double poling power and overall performance in female cross-country skiers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(9), 2557-2564. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001345>
- Paillard, T. (2017). Plasticity of the postural function to sport and/or motor experience. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 72, 129-152. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.11.015>
- Riedl, E. (2021). How sport regulations are being used to restore trust following the International Biathlon Union scandal. In *Restoring Trust in Sport* (pp. 48-63): Routledge.
- Rundell, K. W., & Bacharach, D. W. (1995). Physiological characteristics and performance of top US biathletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27(9), 1302-1310. <https://doi.org/10.1249/00005768-199509000-00010>
- Sandbakk, Ø., Hegge, A. M., & Ettema, G. (2013). The role of incline, performance level, and gender on the gross mechanical efficiency of roller ski skating. *Frontiers in Physiology*, 4, 293. <https://doi.org/10.3389/fphys.2013.00293>
- Sandbakk, Ø., & Holmberg, H.-C. (2014). A reappraisal of success factors for Olympic cross-country skiing. *International journal of sports physiology and performance*, 9(1), 117-121. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2013-0373>
- Sandbakk, Ø., Sandbakk, S. B., Ettema, G., & Welde, B. (2013). Effects of intensity and duration in aerobic high-intensity interval training in highly trained junior cross-country skiers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(7), 1974-1980. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182752f08>
- Sandbakk, Ø., Welde, B., & Holmberg, H.-C. (2011). Endurance training and sprint performance in elite junior cross-country skiers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(5), 1299-1305. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d82d11>

- Sattlecker, G., Buchecker, M., Gressenbauer, C., Müller, E., & Lindinger, S. J. (2017). Factors discriminating high from low score performance in biathlon shooting. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(3), 377-384. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0195>
- Sattlecker, G., Buchecker, M., Müller, E., & Lindinger, S. J. (2014). Postural balance and rifle stability during standing shooting on an indoor gun range without physical stress in different groups of biathletes. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 9(1), 171-184. <https://doi.org/10.1260/1747-9541.9.1.171>
- Sattlecker, G., Finkenzeller, T., Buchecker, M., Gressenbauer, C., Müller, E., & Lindinger, S. J. (2015). *Effects of Biathlon Specific Fatigue on Shooting Performance*. Paper presented at the 3rd International Congress on Science and Nordic Skiing.
- Siekman, R. C., & Soek, J. (1998). International Biathlon Union (IBU). In *Basic Documents of International Sports Organisations* (pp. 407-415): Brill Nijhoff.
- Skattebo, Ø., & Losnegard, T. (2018). Variability, predictability, and race factors affecting performance in elite biathlon. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(3), 313-319. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0090>
- Su, W., Wang, J., Ying, Y., Lu, B., Liu, H., Zhou, Z., ... & Yun, H. (2025). Injury risk reduction programs including balance training reduce the incidence of anterior cruciate ligament injuries in soccer players: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 20(1), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s13018-025-05639-w>
- Vandbakk, K. (2015). *Effects of upper body sprint interval training on endurance performance, aerobic capacity and work economy in female cross-country skiers during classical roller skiing* [Master's thesis].
- Vickers, J. N., & Williams, A. M. (2007). Performing under pressure: The effects of physiological arousal, cognitive anxiety, and gaze control in biathlon. *Journal of Motor Behavior*, 39(5), 381-394. <https://doi.org/10.3200/JMBR.39.5.381-394>
- Wagner, C.-M., Sandbakk, Ø., Röhrs, D., Schiemann, S., Schmidt, T., & Keiner, M. (2024). High-Volume resistance training improves Double-Poling peak

oxygen uptake in youth elite Cross-Country skiers and biathletes: A pilot study. *Applied Sciences*, 14(7), 2774. <https://doi.org/10.3390/app14072774>

Wedman, P. (2023). Relationships between technical and physical characteristics in air rifle shooting and changes in shooting performance over a prolonged shooting session. [Master's thesis, University of Jyväskylä]. JYX-The Repository of the University of Jyväskylä.

Zech, A., Hübscher, M., Vogt, L., Banzer, W., Hänsel, F., & Pfeifer, K. (2010). Balance training for neuromuscular control and performance enhancement: A systematic review. *Journal of Athletic Training*, 45(4), 392-403.

