



**BAŞ ÖNDE POSTÜRÜ OLAN SAĞLIKLI YETİŞKİNLERDE
İNSPİRATUAR KAS KUVVET EĞİTİMİNİN POSTÜR, SOLUNUM
FONKSİYONLARI, SOLUNUM KAS KUVVETİ VE PERFORMANSA
ETKİSİ**

Gürkan DEMİRTAŞ

**DOKTORA TEZİ
FİZİYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

MAYIS 2025

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Gürkan DEMİRTAŞ
29/05/2025

BAŞ ÖNDE POSTÜRÜ OLAN SAĞLIKLI YETİŞKİNLERDE İNSPİRATUAR KAS
KUVVET EĞİTİMİNİN POSTÜR, SOLUNUM FONKSİYONLARI, SOLUNUM KAS
KUVVETİ VE PERFORMANSA ETKİSİ

(Doktora Tezi)

Gürkan DEMİRTAŞ

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Mayıs 2025

ÖZET

Çalışmanın amacı, baş önde postür (BÖP)'ü olan ve olmayan bireylerde postür, solunum ve aerobik performans parametrelerini karşılaştırmak ve BÖP'ü bulunan bireylere uygulanan inspiratuar kas kuvvet eğitiminin postür, solunum fonksiyonları, solunum kas kuvveti ve performans üzerine etkilerini incelemektir. KVA'sı $\leq 50^\circ$ olan katılımcılar BÖP grubuna, $>50^\circ$ olanlar ise kontrol grubuna (KG) alınmış olup, her grupta 40'ar kişi olacak şekilde çalışmaya toplam 80 katılımcı dahil edildi. İlk değerlendirmeden sonra BÖP'e sahip katılımcılar randomize bir şekilde çalışma (BÖP-Ç) ve kontrol (BÖP-K) olarak iki gruba ayrıldı. BÖP-Ç grubuna 6 hafta süresince haftada 7 gün inspiratuar kas kuvvet eğitimi uygulandı. Eğitim öncesi gerçekleştirilen tüm değerlendirmeler 6 haftalık inspiratuar kas kuvvet eğitiminden sonra tekrarlandı. Değerlendirmelerde fotogrametrik postür analizleri, solunum fonksiyon testleri, solunum kas kuvveti testi ve aerobik performans testleri kullanıldı. BÖP'ü bulunan bireyler ile kontrol grubundaki bireyler karşılaştırıldığında, sagittal baş açısı ve C7-duvar mesafesi değerlerinde farklılık tespit edilirken ($p<0.05$), solunum fonksiyon testleri, solunum kas kuvveti ve aerobik performans test parametrelerinde herhangi bir fark tespit edilmedi ($p>0.05$). Uygulanan inspiratuar kas kuvveti eğitiminin, KVA ve sagittal baş açısında artışa; C7-duvar mesafesi ile kifoza açısında azalmaya neden olduğu belirlendi ($p<0.05$). Ayrıca, bu eğitimin solunum kas kuvveti ve aerobik performans üzerinde pozitif etkileri olduğu ($p<0.05$), ancak solunum fonksiyon test parametreleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin bulunmadığı tespit edildi ($p>0.05$). Elde edilen bulgular, BÖP'lü bireylerde solunum fonksiyonlarının ve aerobik performansın etkilenmediğini ve inspiratuar kas kuvveti eğitiminin BÖP'e yönelik etkili bir müdahale yöntemi olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir.

Bilim Kodu : 10105,04
Anahtar Kelimeler : Baş önde postür, solunum fonksiyonları, spor performansı, maksimal pulmoner basınç, spirometre
Sayfa Adedi : 83
Danışman : Prof. Dr. Nevin Aysel GÜZEL

THE EFFECT OF INSPIRATORY MUSCLE STRENGTH TRAINING ON POSTURE,
RESPIRATORY FUNCTIONS, RESPIRATORY MUSCLE STRENGTH AND
PERFORMANCE IN HEALTHY ADULTS WITH FORWARD HEAD POSTURE

(Ph. D. Thesis)

Gürkan DEMİRTAŞ

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF HEALTH SCIENCES

May 2025

ABSTRACT

This study aimed to compare postural, respiratory, and aerobic performance parameters between individuals with and without forward head posture (FHP) and to investigate the effects of inspiratory muscle strength training on posture, pulmonary function, respiratory muscle strength, and performance in individuals with FHP. Participants with a craniovertebral angle (CVA) of $\leq 50^\circ$ were assigned to the FHP group, while those with a CVA $> 50^\circ$ were placed in the control group (CG). A total of 80 participants (40 in each group) were included in the study. Following baseline assessments, individuals in the FHP group were randomly allocated into an intervention group (FHP-I) and a control group (FHP-C). The FHP-I group received inspiratory muscle strength training for six weeks, seven days a week. All baseline evaluations were repeated after the six-week training period. The assessments included photogrammetric posture analysis, pulmonary function tests, respiratory muscle strength testing, and aerobic performance tests. When individuals with FHP were compared to the control group, significant differences were observed in sagittal head angle and C7-wall distance ($p < 0.05$), while no significant differences were found in pulmonary function, respiratory muscle strength, or aerobic performance parameters ($p > 0.05$). Following the intervention, the FHP-I group showed significant improvements in CVA and sagittal head angle, along with reductions in C7-wall distance and thoracic kyphosis angle ($p < 0.05$). Additionally, inspiratory muscle strength training had positive effects on respiratory muscle strength and aerobic performance ($p < 0.05$), but no statistically significant changes were observed in pulmonary function test parameters ($p > 0.05$). The findings indicate that while FHP does not appear to significantly affect pulmonary function or aerobic performance, inspiratory muscle strength training can be considered an effective intervention for improving postural alignment, respiratory muscle strength, and physical performance in individuals with FHP.

Science Code : 10105,04

Key Words : Forward head posture, respiratory function, sports performance,
maximal respiratory pressures, spirometry

Page Number : 83

Supervisor : Prof. Dr. Nevin Aysel GÜZEL

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimine başladığım ilk günden itibaren bilgisi ile akademik hayatıma yön veren, pozitif yaklaşımıyla motive eden ve destekleyen, ilgisi ile özel hissettiren, tezimin her aşamasına emek veren, akademik kimliğini her zaman örnek aldığım hocam Prof. Dr. Nevin A. GÜZEL'e,

Tezimin planlanması ve yürütülmesindeki katkıları için Tez İzleme Komitesi üyeleri çok değerli hocalarım Prof. Dr. Necmiye Ün YILDIRIM ve Prof. Dr. Nihan KARATAŞ'a,

Doktora tezimin yürütülebilmesi için maddi destek sağlayan Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne (Proje no: TDK-2024-9227)

Doktora eğitimim boyunca Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) 2211-A Yurtiçi Doktora Burs Programı kapsamında beni destekleyen Bilim İnsanı Destekleme Başkanlığı'na (BİDEB),

Tez çalışmam süresince desteğini esirgemeyen Uzm. Dyt. Elif Gökçe İNBAŞI ve Alperen OCAK'a,

Her zaman yanımda olan ve büyük emekler veren annem Fatma DEMİRTAŞ, babam Mustafa DEMİRTAŞ, abilerim Furkan DEMİRTAŞ ve Osman DEMİRTAŞ'a ve ailelerine,

Hayat yolculuğunda olduğu gibi eğitim sürecimde de hep yanımda olan, bu süreçteki en büyük destekçim, en iyi arkadaşım, eşim Aslı DEMİRTAŞ'a çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	x
RESİMLERİN LİSTESİ	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. Postür.....	5
2.2. Omurga.....	6
2.2.1. Servikal vertebraların fonksiyonel anatomisi	8
2.2.2. Servikal bölge kasları	10
2.3. Omurga Stabilitesi.....	12
2.3.1. Omurga stabilitesi ve “Core” ilişkisi.....	14
2.3.2. Diyaframın omurga stabilitesine etkisi.....	15
2.4. Baş Önde Postür	15
2.4.1. Baş önde postürde meydana gelen biyomekanik değişiklikler	16
2.4.2. Baş önde postürün klinik etkileri.....	17
2.4.3. Baş önde postürün değerlendirilmesi	18
2.4.4. Baş önde postürde tedavi yöntemleri	19
2.4.5. Baş önde postür ve solunum.....	21
3. YÖNTEM.....	23
3.1. Katılımcılar.....	23
3.2. Çalışma Planı.....	23
3.3. Olguların Değerlendirilmesi.....	24
3.3.1. Demografik bilgi formu.....	24
3.3.2. Postürün fotogrametrik değerlendirmesi	24
3.3.3. Solunum fonksiyon testlerinin ölçümü.....	26
3.3.4. Solunum kas kuvvetinin ölçülmesi.....	27
3.3.5. Solunum kas enduransının ölçülmesi	27

	Sayfa
3.3.6. Aerobik performans ölçülmesi	28
3.3.7. Modifiye borg ölçeği	29
3.4. İspiratuar Kas Kuvvet Eğitimi.....	29
3.5. İstatistiksel Analiz	31
4. BULGULAR	33
4.1. Katılımcıların Tanımlayıcı Bilgileri.....	34
4.2. Katılımcıların Postüral Parametrelerinin Karşılaştırılması	34
4.3. Katılımcıların Solunum Fonksiyon Testlerinin Karşılaştırılması	36
4.4. Katılımcıların Solunum Kas Kuvveti ve Enduranslarının Karşılaştırılması	36
4.5. Katılımcıların Aerobik Kapasitelerinin Karşılaştırılması	37
4.6. Eğitim Öncesi ve Sonrası Postüral Parametrelerin Karşılaştırılması	38
4.7. Eğitim Öncesi ve Sonrası Solunum Fonksiyon Testleri Karşılaştırılması	39
4.8. Eğitim Öncesi ve Sonrası Solunum Kuvvet ve Endurans Karşılaştırması.....	41
4.9. Eğitim Öncesi ve Sonrası Performans Karşılaştırması	43
4.10. Koşu Öncesi ve Sonrası Kardiyopulmoner Parametrelerinin İncelenmesi	44
5. TARTIŞMA	47
5.1. Çalışmanın Güçlü Yanları ve Limitasyonları.....	57
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	59
KAYNAKLAR	61
EKLER.....	75
EK-1 Etik Komisyon İzni.....	76
EK-2 Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu	78
EK-3. Görüşme Formu	79
EK-4. Gözlem Formu	80
EK-5. Eğitim Takip Çizelgesi	81
ÖZGEÇMİŞ	83

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. Katılımcıların tanımlayıcı özelliklerinin karşılaştırılması	34
Çizelge 4.2. Katılımcıların postüral parametrelerinin karşılaştırılması	35
Çizelge 4.3. Katılımcıların solunum fonksiyon testlerinin karşılaştırılması.....	36
Çizelge 4.4. Katılımcıların solunum kas kuvveti ve enduranslarının karşılaştırılması...	36
Çizelge 4.5. Katılımcıların aerobik kapasitelerinin karşılaştırılması.....	37
Çizelge 4.6. Eğitim öncesi ve sonrası postüral parametrelerin karşılaştırılması	38
Çizelge 4.7. Eğitim öncesi ve sonrası solunum fonksiyon testleri karşılaştırılması.....	40
Çizelge 4.8. Eğitim öncesi ve sonrası solunum kuvvet ve endurans karşılaştırması.....	42
Çizelge 4.9. Eğitim öncesi ve sonrası performans karşılaştırması.....	44
Çizelge 4.10. Kardiyopulmoner parametrelerinin değerlendirilmesi	45

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 4.1. İş akış diyagramı.....	33
Şekil 4.2. Katılımcıların postüral parametrelerinin karşılaştırılması	35
Şekil 4.3. Katılımcıların solunum parametrelerinin karşılaştırılması	37
Şekil 4.4. Katılımcıların aerobik kapasitelerinin karşılaştırılması.....	37
Şekil 4.5. Eğitim öncesi ve sonrası postüral parametrelerin karşılaştırılması	39
Şekil 4.6. Eğitim öncesi ve sonrası solunum fonksiyon testleri karşılaştırılması.....	41
Şekil 4.7. Eğitim öncesi ve sonrası solunum kas kuvvet ve endurans karşılaştırması....	43
Şekil 4.8. Eğitim öncesi ve sonrası performans karşılaştırması.....	44

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. Postürün fotogrametrik değerlendirmesi	26
Resim 3.2. Solunum parametrelerinin ölçümü	28
Resim 3.3. İspiratuar kas kuvvet eğitimi pozisyonu	30

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklamalar

%	Yüzde
cm	Santimetre
m ²	metrekare
SS	Standart Sapma
X	Ortalama

Kısaltmalar

Açıklamalar

BKİ	Beden kütle indeksi
BÖP	Baş önde postür
C7-DM	C7 spinöz proses ile duvar mesafesi
FEV ₁	Birinci saniye zorlu ekspirasyon hacmi
FVC	Zorlu vital kapasite
KVA	Kraniyovertebral açı
MEP	Maksimal ekspiratuar basınç,
MİP	Maksimal inspiratuar basınç
PEF	Tepe ekspiratuar akış
SBA	Sagittal baş açısı
SKM	Sternokleidomastoideus
SOA	Sagittal omuz açısı
VO ₂ max	Maksimal oksijen tüketim hızı

1. GİRİŞ

Baş önde postür (BÖP), başın omuz hizasına göre daha önde konumlandığı bir duruş bozukluğu olarak tanımlanır ve günümüzde artan bilgisayar ve akıllı telefon kullanımıyla birlikte en yaygın görülen kas-iskelet sistemi problemlerinden biri haline gelmiştir [1]. BÖP, üst servikal vertebralarda hiperekstansiyona yol açarak arka servikal kasların kısılmasına, alt servikal vertebralarda ise fleksiyona neden olarak ön servikal kasların kısılmasına sebep olur. Bu yapısal değişiklikler, servikal lordozun azalmasıyla sonuçlanmaktadır [1]. BÖP, servikal vertebraların aşırı fleksiyon pozisyonunda sabitlenmesine ve doğal eğrisinin kaybolmasına yol açar. Bu durum, başın ağırlığının artmasına neden olarak servikal omurgaya ek bir yük bindirir. Sonuç olarak, boyun kaslarında aşırı gerilim oluşur ve omurga yapısında mekanik stres artışı gözlenir [2]. Kraniovertebral ekstansiyon kasları ve kontraktil olmayan yapılar, BÖP nedeniyle sürekli stres altında kaldığında, biyomekanik değişiklikler meydana gelir. Bu artan stres, kas-iskelet sistemi üzerinde hasara, ağrıya ve baş ile boyun bölgesindeki fonksiyonel hareketlerin kısıtlanmasına yol açar. Uzun vadede, bu mekanik zorlanmalar, postüral bozuklukların kronikleşmesine ve hareket kabiliyetinin azalmasına neden olmaktadır [2, 3]. Vertebral kolon, birbirine bağlı bir zincir gibi düşünüldüğünde, BÖP yalnızca servikal omurganın biyomekaniğini etkilemekle kalmayıp, aynı zamanda torasik vertebra ve skapula pozisyonunda da değişikliklere yol açtığı belirtilmektedir. Bu yapısal değişimler, zamanla kas-iskelet sistemi üzerinde olumsuz etkiler oluşturabileceği ve postüral bozukluklara bağlı fonksiyonel kısıtlamalara yol açabileceği savunulmaktadır [4].

Kor bölgesi üstte diyafram, altta pelvik duvar kasları, yanlarda transversus abdominis ve arkada ise multifidus, interspinalis ve quadratus lumborum'un medial liflerinden oluşmaktadır. Üst ve alt ekstremiteler arasında bir bağlantı görevi gören kor bölgesi, dengenin, fonksiyonel hareketliliğin ve postüral stabilitenin korunması için önem arz etmektedir [5]. Kor bölgesinin fonksiyonel mekanizması incelendiğinde intra-abdominal basınç oluşturarak hem omurga stabilitesinde hem de solunum mekanizmasında kritik bir rol oynadığı, fleksör ve ekstansör kasların ko-aktivasyonunu sağlayarak postüral kontrol mekanizmasında rol aldığı belirtilmektedir [5]. Kor kuvveti ve dayanıklılığı; nöral kontrol, egzersiz ve fiziksel uygunluk düzeyi ve vertebra dizilimi gibi çeşitli faktörlerden etkilenebilmektedir [6]. BÖP'ün neden olduğu kas dengesizlikleri, torakal ve lomber vertebraların stabilitesini olumsuz etkileyebilmektedir. Bu durum, yalnızca servikal bölgeyi

değil, aynı zamanda vertebral kolonun diğer seviyelerini de kas performansı açısından etkileyerek postüral bozukluklara zemin hazırlar [5, 7, 8]. Özellikle gençlerde kor kas enduransı zayıflığının, postüral hatalara yol açabileceği belirtilmektedir [9].

Diyafram kası solunum sırasında primer inspiratuar kas görevi görmesinin yanı sıra aynı zamanda kor bölgesinin stabilizasyonunda ve hareketin kontrolünde transversus abdominis kası ile birlikte intra-abdominal basıncın artırılmasında kritik bir öneme sahiptir [5]. Sağlıklı bir solunum paterninde, alt göğüs kafesinde lateral ekspansiyon meydana gelmektedir. Bu ekspansiyonun oluşabilmesi, diyafram ile alt kostalar arasındaki bağlantı bölgesinde yeterli düzeyde intra-abdominal basınç sağlanmasına bağlıdır. Solunum sırasında üretilen bu intra-abdominal basınç, aynı zamanda postüral destek ve stabilizasyon sistemine önemli bir katkı sağlar [10]. İyi bir postüral stabilite göğüs kafesinin pelvisle dengeli bir dizilimi ile göğüs kafesindeki alt kostaların uzamsal stabilitesini ve böylece diyafram kostal bağlantıları için kasılma sırasında en uygun koşulları sağlar. Bu nedenlerle solunum ve postüral kontrol ayrılmaz bir şekilde birbirine bağlıdır ve diyafram kası uygun intra-abdominal basınç seviyelerinin oluşturulmasında her iki mekanizmada da oldukça önemli görevler almaktadır. İyi bir postürde, solunum paterninin de iyi olduğu, tam tersi şekilde iyi bir solunum paterninde de postürün iyi olduğu belirtilirken, bozulmuş postür ile bozulmuş solunum paterninin her zaman bir arada bulunduğu belirtilmektedir [5].

Solunum verimliliği, insan vücudunun fonksiyonel performansının temelini oluşturur. Pulmoner sistemin sağlıklı bir şekilde işlemesi, akciğerler ve bronşları doğrudan etkileyen iç faktörlerin yanı sıra, göğüs duvarının hareketliliği gibi dış faktörlere de bağlıdır. Solunum sisteminin optimum düzeyde çalışabilmesi için doğru vücut postürünün korunmasının kritik bir öneme sahip olduğu vurgulanmaktadır [11]. BÖP varlığında, servikal bölgedeki kasların uzunluk-gerim dengesi bozulur. Ayrıca, servikal omurların öne doğru yer değiştirmesi, torasik vertebralarda adaptif değişikliklere yol açar ve bu durum, göğüs kafesinde çeşitli biyomekanik değişimlerin meydana gelmesine neden olur [2, 11]. Yapılan bir çalışmada, BÖP sahip bireylerde, maksimal inspirasyon sırasında üst toraks bölgesinin sağlıklı bireylere kıyasla daha fazla anteriora hareket ettiği, buna karşılık alt toraks bölgesindeki ekspansiyonun kısıtlandığı belirtilmiştir [12]. BÖP'e sahip bireylerde göğüs kafesinin ekspansiyonunun limitlenmesinin diyafram aktivasyonunda değişikliğe neden olabileceği ve buna bağlı diyafram kasında atrofi gelişebileceği belirtilmektedir [13].

Bunlara ek olarak, BÖP'ün yol açtığı biyomekanik değişikliklerin, servikal ve torakal bölgelerdeki optimal kas uzunluk-gerilim dengesini bozarak solunum kaslarının zayıflamasına neden olabileceği belirtilmektedir. Sternokleidomastoideus (SKM), skalen kaslar ve pektoralis major, inspirasyonda görev alan önemli yardımcı solunum kaslarıdır. Uzun süreli BÖP, bu kasların zayıflamasına yol açarak solunum fonksiyonlarının azalmasına neden olur [14]. Uzun süreli BÖP'te üst torasik bölgedeki boyun fleksörleri ve erektör spina kasları uzamaları nedeniyle zayıflar ve levator skapula, SKM, splenius kasları ve suboksipital kaslardaki gerilim nedeniyle skapula yükselir ve bu da üst trapeziusta gerilime neden olur [3, 4, 15, 16]. Baş pozisyonundaki değişikliklerin yardımcı solunum kas aktivasyonuna yol açtığı, SKM kas aktivitesinin arttığını, torako-abdominal hareketliliği azalttığı ve diyaframın ventilatör etkinliğini azalttığı belirtilmektedir. Bu mekanik dezavantaj, inspiratuar çabayı yoğunlaştırmakta ve solunum iş yükünü artırmaktadır [17].

Postür ve solunum, fonksiyonel bütünlükleri gereği birbirinden ayrılması mümkün olmayan, karşılıklı etkileşim içinde olan iki temel fizyolojik sistemdir. Postürel hizalanmadaki bozulmalar solunum mekaniğini doğrudan etkileyebilirken, solunum paternindeki değişiklikler de postüral denge ve stabilite üzerinde belirleyici rol oynar. Bu nedenle, postür ve solunum birbiriyle sürekli etkileşim halinde olan ve sağlıklı bir vücut işleyişi için birlikte değerlendirilmesi gereken iki yapıdır [5]. Bu bilgiler ışığında çalışmamızın amacı BÖP'ü olan ve olmayan bireylerde postür, solunum ve performans parametrelerini karşılaştırmak ve BÖP'ü bulunan bireylere uygulanan inspiratuar kas kuvvet eğitiminin postür, solunum fonksiyonları, solunum kas kuvveti ve performans üzerine etkilerini incelemektir.

H1₁:Baş önde postüre sahip kişiler ile normal baş postürüne sahip kişiler arasında postüral parametreler açısından fark vardır.

H1₂:Baş önde postüre sahip kişiler ile normal baş postürüne sahip kişiler arasında solunum parametreleri açısından fark vardır.

H1₃:Baş önde postüre sahip kişiler ile normal baş postürüne sahip kişiler arasında performans parametreleri açısından fark vardır.

H1₄: Baş önde postüre sahip kişilere uygulanan inspiratuar kas kuvvet eğitimi postürü iyi yönde etkiler.

H1₅: Baş önde postüre sahip kişilere uygulanan inspiratuar kas kuvvet eğitimi solunum parametrelerini iyi yönde etkiler.

H1₆: Baş önde postüre sahip kişilere uygulanan inspiratuar kas kuvvet eğitimi performans parametrelerini iyi etkiler.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Postür

Postür kavramı tarih boyunca bilim insanlarının ilgisini çekmiş ve çeşitli yöntemlerle incelenmiştir. İlk olarak, 17. yüzyılda Giovanni Alfonso Borelli, insan vücudunun ağırlık merkezini bilimsel olarak belirlemeye yönelik çalışmalar gerçekleştirmiştir. Ancak, Borelli'nin hesaplamaları yalnızca frontal düzlemle sınırlı kalmıştır. Borelli, dengeli bir duruşun sağlanabilmesi için ağırlık merkezinden geçen dikey çizginin ayak tabanı içerisinde kalması gerektiğini öne süren ilk araştırmacıdır. Bu koşul sağlandığında alt ekstremiteler kemik diziliminin, herhangi bir kas aktivitesine ihtiyaç duymadan tüm vücudun ağırlığını taşıyabileceğini iddia etmiştir [18].

On dokuzuncu yüzyıla gelindiğinde en dikkat çekici çalışma Braune ve Fischer tarafından Alman piyade teçhizatının ergonomisini iyileştirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Tarihte ilk 3 boyutlu değerlendirmeyi kullanarak vücudun tüm segmentlerini değerlendirmişlerdir. Ağırlık merkezinin kalça ve diz eklemlerinden geçen dikey çizgide yer aldığı bir duruş tasarlayarak normal postür tanımını yapan ilk araştırmacılar olmuşlardır [19].

1947 yılında Amerikan Ortopedik Cerrahlar Akademisi Postür Komitesi (AAOS), sağlıklı postürü, “vücudun destekleyici yapılarını yaralanma veya ilerleyici deformitelere karşı koruyan kas ve iskelet dengesi durumu” olarak tanımlamıştır. Aynı şekilde, kötü postür ise “vücudun çeşitli bölümlerinin destekleyici yapılar üzerinde artan zorlanma yaratarak hatalı bir ilişki içinde olması” şeklinde ifade edilmiştir [20].

1952 yılında Dr. Henry O. Kendall, *Posture and Pain* adlı kitabında çekül testi ile postürün değerlendirilmesini tanımlamıştır. Çekül testinde kılavuz olarak çekülün dış kulak yolundan, omuzun ortasından, kalça ekleminin hafifçe arkasından, diz ekleminin hafifçe önünden ve ayak bileğinde lateral malleolunun hafifçe önünden geçtiğinde vücut segmentlerinin sagittal düzlemde “ideal dizilimde” olduğu “standart duruş” u tanımlamaktadır [21, 22].

Günümüzde postür, üç referans düzleminde -sagittal, koronal ve transversal- tanımlanmakta ve değerlendirilmektedir. Bu nedenle, “iyi postürle” ilgili birçok farklı tanım bulunmaktadır. Genel olarak, minimum enerji tüketimi ile anatomik yapıların en az stres altında kaldığı ve

maksimum stabilite ile dengenin korunduğu herhangi bir pozisyon olarak kabul edilmektedir. Bir diğer tanıma göre ise iyi bir vücut duruşu; ayakta dururken ergonomik olarak avantajlı, hareket sırasında mekanik olarak verimli ve iç organların normal işlevini destekleyici özellikte olmalıdır [23]. Ancak, standart postür kavramı üzerindeki akademik tartışmalar devam etmektedir [24].

“Kötü postür”, klinik uygulamada çeşitli vücut parçaları arasında hatalı olarak değerlendirilebilecek ve mükemmel olmayan duruştan patolojik duruşa kadar uzanabilecek bir ilişkiyi tanımlamak için yaygın olarak kullanılan kesin olmayan bir terimdir. Kötü postürün, destekleyici yapılar üzerinde artan bir baskıya ve vücudun destek tabanı üzerinde daha dengesiz bir pozisyon almasına ve dolayısıyla denge verimliliğinin azalmasına neden olabileceği öne sürülmektedir [20, 23].

2.2. Omurga

Omurga, duruş ve hareketler sırasında başı ve gövdeyi destekleyen, omuriliği, sinir köklerini ve servikal seviyede vertebral arterleri çevreleyen ve koruyan, kaslar tarafından kontrol edilen çok eklemlili karmaşık bir sistemdir. Omurga, sagittal düzlemde birbirini dengeleyen doğal eğriliklere sahiptir. Ayakta duruş pozisyonunda, bu eğrilikler “ideal” spinal postürün oluşmasına katkı sağlar [25]. Omurganın doğru hizalanması, omurların üst üste düzenli bir şekilde dizilmesi ve disklerin yükü eşit olarak dağıtmasıyla sağlanır. Bu hizalanma, vücut mekaniği ve hareket kabiliyeti açısından büyük önem taşır. Aksi durumda, duruş bozuklukları, ağrı ve hareket kısıtlılıkları ortaya çıkabilmektedir [26–29].

Fetüsün vertebral kolunu, doğumdan önce tamamen kifotik bir yapıya sahiptir. Motor maturasyon süreciyle birlikte, dik duruşa geçiş sırasında servikal ve lumbar bölgelerde lordoz meydana gelir. Servikal lordoz, lumbar lordozla karşılaştırıldığında daha hafif bir eğime sahip olup yaklaşık 30–35 derece iken, lumbar lordozun eğimi ortalama 45 derece olarak ölçülmektedir [30].

Buna karşılık, torasik ve sakrokoksigal bölgeler doğal bir kifoz yapısına sahiptir. Kifoz, önden bakıldığında içbükey (anteriorde konkav), arkadan bakıldığında ise dışbükey (posteriorda konveks) bir eğri oluşturur. Bu anterior konkavite, torasik ve pelvik boşluklarda yer alan organların yerleşimi için gerekli alanı sağlar. Bu eğrilikler, omurganın esnekliğini

artırır ve vücut ağırlığının dengeli bir şekilde dağıtılmasına yardımcı olurken aynı zamanda esnek ve stabil bir ark gibi davranmaktadır [28, 29]. Torakal kifoz ortalama 40 derecedir [30].

Omurga, servikal, torasik, lomber, sakral ve koksiks olmak üzere beş ayrı bölümden oluşmaktadır [31].

Servikal bölge toplam yedi omurdan (C1-C7) ve altı intervertebral diskten oluşur. Atlas (C1) ve Aksis (C2), başın hareketi ve rotasyonu için en önemli servikal omurlardır. Atlas, gövdesiz halka benzeri bir yapıya sahip olup, atlanto-oksipital eklem aracılığıyla başın fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerinin %50'sini sağlar. Aksis ise, odontoid prosesi sayesinde atlanto-aksiyel eklem oluşturarak baş ve atlasın birlikte rotasyon yapmasını mümkün kılar ve boyun rotasyonunun %50'sini sağlar. C3-C7 omurları ise daha az hareketli olup, başın ağırlığını taşımak ve boyun desteği sağlamakla görevlidir [27, 31, 32].

Torakal omurga, T1'den T12'ye kadar uzanan on iki omur ve on iki intervertebral diskten oluşur. Temel görevi, gövde stabilitesini sağlamak ve göğüs kafesiyle bağlantı kurarak hayati organlar olan kalp ve akciğerleri korumaktır. Bu yapısal bağlantı, servikal omurgaya kıyasla hareket kabiliyetini azaltırken, daha fazla stabilite ve destek sağlar [33].

Lumbal omurga, L1'den L5'e kadar uzanan beş omur ve beş intervertebral diskten oluşur. Ana fonksiyonları arasında ağır yük taşıma, omuriliği koruma ve gövdenin bükülme/dönme hareketlerini destekleme yer alır. Aynı zamanda, gövdenin kalça ve pelvis bölgesinde hareketliliğini sağlarken maksimum stabilite sunar [34].

Sakrum, S1'den S5'e kadar beş kaynaşmış omurdan oluşur ve sakroiliak eklem aracılığıyla pelvise bağlanarak gövde ile alt vücut arasındaki tek iskelet bağlantısını sağlar. Her ne kadar vücutta sınırlı bir hareket fonksiyonu bulunsun da, en önemli görevi, kalçaları omurga ile birleştiren bir köprü görevi üstlenmektir [26, 27].

Koksiks, bireye bağlı olarak üç ila beş kaynaşmış omurdan oluşur (en yaygın olarak dört) ve sakrumun altına bağlanarak genellikle "kuyruk kemiği" olarak adlandırılır. Ana fonksiyonları, pelvik tendonlar, bağlar ve özellikle pelvik tabanı oluşturan kaslar için bir

bağlanma noktası görevi görmek ve oturma pozisyonunda vücudu destekleyip denge sağlamaktır [27, 35].

Vertebral kolonda yer çekimi hattı, genellikle her eğriliğin içbükey (konkav) tarafında konumlanır. Bu durum, ideal postürün, yer çekiminin her spinal eğriliğin optimum şeklini koruyacak şekilde orta düzeyde tork oluşturmaya olanak tanımasını sağlar. Ayrıca, ideal duruş sayesinde yer çekimi kuvveti, omurganın ana bölgelerinde sırasıyla fleksiyon ve ekstansiyon yönlerinde tork üretir. Bu değişken yönlü ve kısmen birbirini dengeleyen torklar, omurgaya etki eden toplam dış torkun azalmasına katkıda bulunur. Böylece, kaslar ve bağ dokuları tarafından dengelenmesi gereken yük miktarı düşerek, postürel dengeyi daha verimli bir şekilde korumaya yardımcı olur [36].

2.2.1. Servikal vertebraların fonksiyonel anatomisi

Servikal vertebralar hareket edebilen vertebralar arasında en küçük ve en hareketli olanlardır. Başın gereksinim duyduğu geniş hareket açıklığı için yüksek derecede mobilite gereklidir. Sağlıklı bireylerde servikal omurganın hareket aralığı, 30-35 derece (dinlenme lordozu) ekstansiyon ile başlar ve toplamda 75-80 derece ekstansiyon, 45-50 derece fleksiyon, 65-75 derece rotasyon ve 35-40 derece lateral fleksiyon yapar [30]. Bölgedeki toplam sagittal düzlem hareketinin yaklaşık 20-25'i atlanto-oksipital eklem ve atlanto-aksiyal eklem kompleksi üzerinde oluşur ve geri kalanı C2-C7 apofiz eklemleri üzerinde meydana gelir [37].

Vertebral kolon boyunca belirli bir düzlemde gerçekleşen hareket, genellikle başka bir düzlemde otomatik olarak meydana gelen ve klinik olarak fark edilmesi zor olan bir hareketle ilişkilidir. Bu kinematik fenomen, "spinal eşlenik hareket" olarak adlandırılır. Spinal eşlenik hareket kalıplarının kesin nedeni tam olarak bilinmese de çeşitli mekanik açıklamalar öne sürülmüştür. Bu açıklamalar arasında kas fonksiyonları, artiküler fasetlerin apofizyal eklemlerle uyumu, kostaların bağlantıları, bağ dokusunun sertliği ve fizyolojik eğriliklerin geometrisi gibi nedenler yer almaktadır [30, 38].

Atlas (C1), oksiput ile atlanto-oksipital eklemi oluşturur ve birincil hareketleri fleksiyon ve ekstansiyondur. Bu eklemden hareket aralığı 15-20° olup rotasyon ve lateral fleksiyon mümkün değildir [32]. Atlanto-oksipital eklemin stabilitesi, soket derinliği ve eklem kapsülü

tarafından sağlanır. Çok az kas doğrudan atlas üzerinde etkilidir. Levator scapulae, transvers prosesinden çıkar ancak skapulalara etki etmek için bu askı noktasını kullanır; atlası hareket ettirmez. Obliquus superior ve rectus capitis posterior minor atlasın çıkar ve rectus anterior ve rectus lateralis gibi oksiputu hareket ettirir. Anterior tüberküle yapışan longus cervicis, atlası doğrudan etki ederek ona fleksiyon yaptıran tek kastır. Ancak paradoksal olarak bu kasın antagonisti yoktur. Atlanto-oksipital eklem, toplamda 15 derece fleksiyon ve ekstansiyon ile 5 derece lateral fleksiyon hareket açıklığına sahiptir [30]. Atlanto-oksipital ekleminde fleksiyon ve ekstansiyonun sınırı, soket kenarının kafatası tabanına çarpmasıyla belirlenirken, normal şartlarda bu hareket posterior boyun kaslarının gerginliği ve submandibular dokular tarafından kısıtlanır. Ekstansiyon ise oksiputun suboksipital kasları sıkıştırmasıyla sınırlıdır [39].

Aksis (C2), bir üstünde bulunan atlas ile atlanto-aksiyel eklemleri oluşturur. Bu eklemler aracılığıyla başın ağırlığı servikal omurgaya aktarır. Atlanto-aksiyal birleşim, atlanto-oksipital eklem aksine, bikonveks yüzeyi sayesinde geniş aksiyel rotasyon aralığına sahiptir. Bu hareket, atlasın odontoid proses üzerinde dönmesi ve ipsilateral yönde kayması ile gerçekleşir [39]. Atlanto-aksiyal eklem bikonveks yapısı, servikal omurga fleksiyonu ve ekstansiyonu sırasında atlasın yapılan hareketin tersi yönde hareket çıkmasına neden olmaktadır. Servikal omurga fleksiyon yaptığı atlas ekstansiyon yapar ve servikal omurga ekstansiyon yaptığı atlas fleksiyon yapar. Bunun nedeni kafatasının ağırlık taşıma hattının lateral atlanto-aksiyel eklemlerin merkezinin öne veya arkaya düşmesi ile ilgilidir [32, 39]. Atlanto-aksiyel eklem temel hareketi, 35–40 derece aksiyel rotasyondur. Eklem yapısı aynı zamanda toplamda 15 derece fleksiyon ve ekstansiyona olanak tanır, ancak lateral fleksiyon hareketi gerçekleştiremez [36].

C2 ile C3 eklemi, üst servikal omurganın tipik servikal omurgaya bağlandığı noktadır. Eksen gövdesi, üst servikal omurgayı stabilize eden bir "kök" görevi görür [40]. C2-3 kavşağı morfolojik olarak diğer servikal segmentlerden ince ama belirgin farklara sahiptir. C2'nin alt eklem çıkıntıları, C3'ün üst eklem çıkıntıları ile özel bir eklem oluşturarak stabiliteyi sağlar. C2-3 ekleminde, eksenel rotasyon sırasında lateral fleksiyonun yönü, alt servikal segmentlerdekine tersinedir. Yani C2, rotasyon yönüne hareket etmek yerine aksi yönde hareket eder [39].

C3-C7 omurları birbirine benzer yapıdadır, ancak C7 belirgin şekilde daha büyük bir processus spinosus'a sahiptir. Bu omurlarda faset eklemler, gövdeye yaklaşık 45 derecelik bir açıyla konumlanmıştır [39].

Kraniyoservikal bölgede fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerine ek olarak, baş sagittal düzlemde öne (protraksiyon) ve geriye (retraksiyon) doğru translasyon yapar. Doğal dinlenme pozisyonu genellikle tam retrakte pozisyondan yaklaşık %35 daha öndedir. Başın protraksiyonu, alt-orta servikal omurgayı fleksiyona getirirken üst kraniyoservikal bölgeyi ekstansiyona alır. Tersine, retraksiyon hareketi alt-orta servikal omurgayı düzleştirir veya ekstansiyona alırken üst servikal bölgeyi fleksiyona getirir. Protraksiyon ve retraksiyon, fizyolojik olarak normal ve görmeyi iyileştirme ile ilişkilendirilen faydalı hareketlerdir. Ancak, uzun süreli protraksiyon başın kronik anterior tilt postürüne yol açabilir ve bu da kraniyoservikal ekstansör kaslarda artmış gerilime neden olabilir [30].

2.2.2. Servikal bölge kasları

Servikal bölgenin yüksek hareket kabiliyeti, güçlü bir stabilizasyon gerektirir. Bu denge, sadece diskler ve bağ dokularının etkileşimiyle değil, aynı zamanda paraspinal kasların kuvveti ve enduransı ile de desteklenir [41].

SKM kası, boynun ön kısmında yüzeysel olarak konumlanan önemli bir kاست. Alt bölümde, sternal ve klavikular olmak üzere iki başa sahiptir ve bu başlar birleşerek oblik bir doğrultuda yukarı doğru uzanıp temporal kemiğin mastoid çıkıntısına yapışır. Tek taraflı çalıştığında, güçlü bir lateral fleksiyon ve karşı tarafta aksiyal rotasyon sağlar. Her iki taraf birlikte çalıştığında, orta-alt servikal omurgada güçlü bir fleksiyon torku üretirken, atlanto-aksiyel ve atlanto-oksipital eklemler dahil üst servikal omurgada hafif bir ekstansiyon momenti oluşturur. [36].

Araştırmalar, SKM kasının sagittal düzlemde ürettiği tork potansiyeli üzerinde önemli bir etkisi olduğunu göstermektedir. Özellikle moment kolundaki değişimler, orta ve alt servikal omurga fleksiyon pozisyonundayken SKM'nin tork potansiyelini neredeyse iki katına çıkardığını göstermektedir. Bu etki, başın protrakte olduğu postürlerde daha belirgin hale gelir ve alt-orta servikal bölgede güçlü bir fleksiyon momenti oluşturarak baş önde postürün biyomekanik olarak kalıcı hale gelmesine katkıda bulunabilir [42].

Skalen kaslar, orta ve alt servikal vertebraların transvers proses tüberkülleri ile ilk iki kaburga arasında yerleşir. Fonksiyonları, kasların kemik yapılara yapıştığı noktaların sabitlenme durumuna bağlı olarak değişir. Servikal omurga yeterli düzeyde stabilize olduğunda, skalen kaslar inspirasyon sırasında kaburgaları yukarı doğru kaldırarak solunuma destek sağlar. Ancak, ilk iki kaburga sabitlendiğinde, skalen kasların kasılması servikal omurganın hareketine yol açar. Tek taraflı kasılma sırasında, skalen kaslar servikal omurgada lateral fleksiyon oluşturur. Rotasyon fonksiyonu ise ihmal edilebilecek kadar düşüktür. İki taraflı kasılma durumunda, skalen kasların işlevi daha çok ventilasyona katkı sağlamak ve servikal bölgenin stabilitesini korumak üzerinedir. Bilateral kasılma sırasında özellikle scalenius anterior, servikal omurgada fleksiyon hareketi için sınırlı bir moment koluna sahiptir. [42, 43].

Longus colli, birçok fasikülden oluşur ve üst üç torasik vertebra ile tüm servikal vertebraların ön yüzeyine yapışır. Daha anterior yerleşimli lifleri, servikal lordozu azaltarak servikal bölgeyi fleksiyona getirirken, daha lateral konumlanan lifleri skalen kaslarla birlikte bölgenin vertikal stabilizasyonunda rol oynar [36].

Longus capitis orta ve alt servikal vertebraların transvers proseslerinin anterior tüberküllerinden yükselir ve oksipital kemiğin baziller parçasına yapışır. Longus capitisin primer fonksiyonu üst kraniyoservikal bölgenin fleksiyonu ve stabilizasyonudur [36].

Longus colli ve longus capitis kaslarının, baş ve boyun hareketleri sırasında yüksek aktivasyon göstermesinin, kraniyoservikal bölge üzerinde güçlü bir öne translasyon etkisi yaratmadan daha iyi intrinsik stabilite sağladığı düşünülmektedir [44].

Rectus capitis anterior ve rectus capitis lateralis, atlasın transvers prosesinden başlayarak oksipital kemiğin alt yüzeyine yapışır. Rectus capitis anterior başın fleksiyonunu sağlarken, rectus capitis lateralis lateral fleksiyon hareketine katkıda bulunur [36].

Splenius cervicis ve capitis, trapezius kasının hemen derininde yer alır ve ligamentum nuchae'nin alt yarısı ile C7-T6 spinöz proseslerinden köken alır. Splenius capitis, oksipital kemiğe yapışırken, splenius cervicis ise C1-C3 vertebralarının transvers proseslerindeki posterior tüberküllere bağlanır. Tek taraflı kasıldığında, splenius kasları baş ve servikal

omurgaya lateral fleksiyon ve ipsilateral aksiyal rotasyon yaptırır. Çift taraflı kasıldığında ise üst kraniyoservikal bölgeyi ekstansiyona getirir [36].

Suboksipital kaslar, boynun en derin katmanında, atlanto-oksipital ve atlanto-aksiyal eklemlerin hemen yüzeyinde bulunan dört çift kastan oluşur. Kısa ancak güçlü olan bu kaslar, atlas, aksis ve oksipital kemiğe yapışarak bölgenin stabilitesine katkıda bulunur. Rectus capitis anterior ve lateralis ile birlikte çalışarak atlanto-aksiyal eklemler üzerinde hassas bir kontrol sağlarlar. Ayrıca, içerdiği yoğun kas içcikleri sayesinde başın hareket hızı ve pozisyonu hakkında nöral geri bildirim sağlayarak denge ve postür kontrolünde önemli bir rol oynar [45, 46].

2.3. Omurga Stabilitesi

Omurga toplam 33 omurdan meydana gelmektedir ve iki vertebra, aradaki disk ve ilişkili yumuşak dokulardan oluşan yapıya fonksiyonel ünite adı verilir [25]. Bu birimler bireysel ve bölgesel olarak hareket edebilirken aynı zamanda birbiri ile bağlantılı olup bir bütün halinde üç düzlemde hareket edebilmektedir. Omurganın bu fonksiyonel hareketliliği ve stabilitesi arasındaki denge, üst ve alt ekstremiteler arasındaki güç kuvvetlerinin transferi, gövdede aktif kuvvet üretimi, omurga bileşenlerinin erken biyomekanik bozulmasının önlenmesi ve kas hareketi sırasında enerji harcamasının azaltılması için kritik rol oynamaktadır [47].

Stabilite, omurganın fizyolojik yükler altında omurga hareketlerini omuriliğe veya sinir köklerine zarar vermeyecek şekilde, kısıtlama ve deformite gelişimini veya yapısal değişikliklere bağlı ağrı oluşumunu önleme yeteneği olarak tanımlanır [48]. Stabilizasyon kas kütlelerinin (kasılma potansiyeli) ve MSS aracılığıyla aktivasyonunun (bu potansiyelin kullanımı) sonucudur [49]. Omurga stabilitesi pasif, aktif ve merkezi sinir sisteminin kontrolü ile sağlanır. Pasif sistem, omurganın yapısal özellikleriyle meydana gelirken, aktif sistem, kaslar ile sağlanmaktadır. MSS ise bu iki sistem arasında etkileşim kuran merkez olarak görev almaktadır [50].

Pasif sistem omurga hareketlerini oluşturmaz, ancak omurga pozisyonunu izlemeye dinamik olarak aktiftir ve omurga hareketine direnç gösteren son hareket aralıklarında reaktif kuvvetler üretir. Pasif sistemdeki bazı yapılar, omurga pozisyonu ve hareketiyle ilgili olarak

MSS duysal bilgi aktaran çok sayıda mekanoreseptör içerir [51]. Pasif stabilite, omurga mimarisi, intervertebral diskler, faset eklemler, evre ligamentler, eklem kapsülü ve fizyolojik eğriler ile sağlanmaktadır.

Aktif stabilite ise omurga çevresindeki kas ve tendonların aktif ve pasif olarak kasılması ile sağlanmaktadır. Aktif kas gc gövde de dahil olmak üzere aksiyal iskelet stabilizasyonunda ana mekanizmayı oluşturur [52]. Aktif alt sistemin kasları ve tendonları, omurga stabilitesini korumak için kuvvetlerin üretildiği araçlardır. Kas kuvveti üretiminin büyüklüğü tendonlardaki ve kaslardaki proprioseptörler tarafından izlenir ve böylece kas sistemi nöral kontrol alt sistemine bağlanır [53].

Omurga etrafındaki stabilite sağlayan kaslar yüzeyel ve derin olarak ayrılabilir. Yzeyssel, çok segmentli kasların işlevi daha çok hareket açığa ıkarmakken, derin unisegmental kasların işlevi daha çok stabilite sağlamaktır [28]. Omurgada stabilitenin sağlanması için kasların hem g hem de dayanıklılığı eşit derecede önemlidir [54]. Kaslarda meydana gelen zayıflıklar segmental instabiliteye yol açmakta ve ağrıya neden olmaktadır [55].

Merkezi sinir sistemi, hem pasif hem de aktif stabilizasyon sistemlerindeki özel mekanoreseptrlerden gelen bilgileri işler. MSS, hareket ve stabiliteyi hem geri bildirim (feedback) hem de ileri beslemeli (feedforward) motor kontrol mekanizmaları aracılığıyla düzenler. Bağ dokularının veya eklem kapsüllerinin gerilmesi ve kaslardaki gerginliğin artmasıyla MSS'ye iletilen geri bildirim, omurga stabilitesinin sağlanması için kas aktivasyon düzenlerinin uyarlanması yardımcı olur. Ayrıca, MSS hareketin öncesinde veya dışarıdan gelen bir uyarana hazırlık olarak kasları önceden aktive eder [51, 53].

Bu üç sistem arasındaki ilişkinin bozulması omurga instabilitesine yol açmaktadır. İnstabilite ise normal bir fizyolojik yük uygulandığında hareket segmentinde meydana gelen anormal yer değiştirme olarak tanımlanabilir [56]. Ancak nöromüsküler sistemi tamamen sağlıklı olan bireylerde bile gövde kaslarının kontrolünde veya gerekli güç seviyesinde yetersizlikler görülebilir. Bu durum, mevcut ya da geçmişte yaşanan ağrılar veya hareketsizlikle ilişkili olarak, izole ve zayıf intervertebral instabiliteye yol açabilir [36]. Zaman içinde bu instabilite ve beraberinde gelişen istenmeyen intervertebral mikrohareketler, omurga ve sinir dokuları üzerinde aşırı stres oluşturabilir.

2.3.1. Omurga stabilitesi ve “Core” ilişkisi

Gövdenin kas temelli stabilitesi genellikle “core” stabilitesi olarak adlandırılır. “Core” sistemi, üstte diyafram, altta pelvik taban kasları, yanlarda transversus abdominis ve arkada multifidusun medial lifleri, interspinalis ve quadratus lumborum kaslarından oluşur [5]. Bu stabilite, dengeyi bozan dış kuvvetlerin etkisine rağmen gövdenin statik bir duruşa yakın bir pozisyonu korumasına yardımcı olur. Gövde kasları istemsiz olarak hem gövdenin çevreye göre dengede kalmasını hem de aksiyal iskelet içindeki izole spinal segmentlerin stabilizasyonunu sağlar. Bu görevlerinin yanı sıra üst ve alt ekstremiteleri birbirine bağlayarak dengeyi koruma ve fonksiyonel hareketlilik açısından kritik bir rol oynar [8, 51, 57].

Özellikle ağır nesnelerin kaldırılması gibi omurgaya yoğun yük bindiren aktiviteler sırasında valsalva manevrasına sıkça başvurulmaktadır. Valsalva manevrası, abdominal kasların kapalı glottise karşı güçlü bir şekilde kasılmasıyla intra-abdominal basıncın bilinçli olarak artırılmasını ifade eder. Artan intra-abdominal basınç, karın boşluğu içinde diyaframı yukarıya, derin abdominal kasları öne, lomber omurgayı ve arka abdominal duvarı geriye, pelvik taban kaslarını ise aşağıya doğru iterek rijit bir yapı oluşturur [36]. Ancak, yeterli intra-abdominal basıncın sağlanabilmesi için tüm core kaslarının yeterli kuvvete, dayanıklılığa ve koordineli bir çalışma düzenine sahip olması gerekmektedir. Bu basıncın, omurga stabilitesine önemli ölçüde katkı sağladığı belirtilmektedir [58].

İntraabdominal basıncın omurga stabilitesine katkısı üç olası mekanizma ile açıklanmaktadır. İlk olarak, statik eklem diziliminin korunmasını gerektiren görevler genellikle karşılıklı kas gruplarının ko-aktivasyonunu içerir. Bu bağlamda, tonik olarak artan intra-abdominal basıncın oluşturduğu ekstansör moment ile karın kası aktivitesi ve uzuv hareketi tarafından üretilen karşıt fleksör momentlerin birleşimi benzer bir stabilizasyon mekanizması sağlayabilir. İkinci olarak, intra-abdominal basınç kuvvet üretimini maksimize etmek amacıyla karın kaslarının kısılmasını sınırlamak için artırılabilir. Üçüncü olarak, intra-abdominal basınç omurganın rijitliğini doğrudan etkileyerek intervertebral hareketi düzenleyebilir [59].

İdeal olarak, güçlü kas stabilitesi, gövdenin yapısal bütünlüğünü destekler, postürel hizalanmayı optimize eder ve omurlar arasındaki olası mikro hareketleri sınırlar. Omurga,

birbirine bağı bir zincir gibi düşünöldüğünde, tabanındaki kronik instabilite, tüm omurga boyunca yanlış postürel hizalanmalara yol açabilir. Bu nedenle, "core" kaslarının stabilizasyon işlevi, omurga stabilitesini korumada kritik bir öneme sahiptir [36].

2.3.2 Diyaframın omurga stabilitesine etkisi

Postüral stabilitenin sağlanabilmesi için göğüs kafesi ve pelvisin dengeli bir dizilimde olması gerekmektedir. Bu denge, alt kostaların uzamsal stabilitesini koruyarak diyaframın kostal bağlantılarında optimal kasılma koşullarını oluşturur [5]. Sağlıklı bir solunum paterninde, alt göğüs kafesi lateral olarak genişler ve bu durum, diyafram ile alt kostalar arasındaki yapışma noktalarında yeterli intra-abdominal basıncın sağlanması ile mümkün olmaktadır. Bu koşullar sağlandığında, diyaframın hareketi düzenli bir şekilde gerçekleşir ve karın içi basınç süreklilik kazanır [10]. Ancak, diyafram ve karın kasları arasındaki koordinasyonun bozulması, lomber omurga stabilitesinin azalmasına yol açarak disk hernisi, spondilozis ve spondilartroz gibi yapısal omurga rahatsızlıklarının gelişmesine zemin hazırlayabilir [60].

Solunum, postüral stabiliteyi doğrudan etkilerken, postüral talepler de diyafram fonksiyonunu belirlemektedir [60]. Diyafram, vücudun herhangi bir hareketinden önce aktive olarak karın içi basıncı artırmakta ve omurga stabilitesini sağlamaktadır. Yapılan araştırmalar, ekstremit aktiviteleri ile diyafram fonksiyonu arasında doğrudan bir ilişki olduğunu göstermektedir [61, 62] . Statik postüral pozisyonlarda, diyafram ve diğer stabilizatör kasların anlık aktivasyon düzeylerinin daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Buna karşın, ayakta durma ve dinamik hareketler sırasında diyafragmatik stabilizasyon mekanizmasının çok daha belirgin bir rol oynadığı tespit edilmiştir [63].

2.4. Baş Önde Postür

BÖP, başın normal hizalanmasına göre öne doğru yer değıştirdiğı bir duruş bozukluğu olarak tanımlanır. Servikal, torasik ve omuz bölgelerini etkileyen BÖP, en yaygın görölen postüral anormallikler arasında yer alır [64].

BÖP'e sıklıkla birbiri ile ilişkili birkaç durum sebep olur. İlk olarak, kraniyoservikal bölgenin aşırı veya ani hiperekstansiyon hareketi, SKM, longus colli ve scalenus anterior gibi kasların gerilmesine neden olabilir. Bu durum, kasların kronik spazma girmesine veya

koruyucu bir refleksle kasılmasına yol açar. Sonuç olarak, alt-orta servikal bölgedeki doğal fleksiyon pozisyonu bozulur ve bu kas aktivasyonu dengesizliği BÖP gelişimine zemin hazırlar [36]. BÖP'E neden olan veya bu duruma zemin hazırlayan ikinci patomekanik etken, özellikle longus colli ve longus capitis gibi derin kraniyoservikal fleksör kasların inhibisyonu, zayıflığı, ağrısı veya çabuk yorulmasıyla ilişkilidir. Bu kasların yeterince aktif olamaması, postürel dengenin bozulmasına ve BÖP gelişimine neden olabilir [65, 66]. Son olarak, kronik BÖP'ün ergonomiyle bağlantılı olabileceği düşünülmektedir. Özellikle bilgisayar ekranı, televizyon veya benzeri önde konumlanan nesnelere daha iyi görsel temas sağlamak amacıyla, kraniyoservikal bölgenin istemli olarak öne doğru itilmesi söz konusu olabilir.

Eğer BÖP uzun süre devam ettirilirse, kraniyoservikal kasların fonksiyonel dinlenme uzunluğu değişebilir ve zamanla BÖP bireyin “doğal” duruş biçimi haline gelebilir [36, 67]. BÖP'ün patomekaniği genellikle tek bir özel nedene bağlı olmaktan ziyade, yukarıda belirtilen faktörlerin bir araya gelmesiyle oluşma eğilimindedir. Bu faktörlerin kombinasyonu, postürel dengenin bozulmasına yol açarak BÖP gelişimini tetikleyebilir. BÖP sonucu agonist ve antagonist kaslar arasındaki dengenin bozulması, servikal ve oksipital bölgede dengesiz yük dağılımına yol açarak bu bölgelerdeki kas, bağ ve eklem yapılarında aşırı gerilim veya zayıflığa neden olabilir. Bu durum, postürel ağrı ve disfonksiyonun ortaya çıkmasına zemin hazırlarken, aynı zamanda boyun ve baş hareketlerinin kısıtlanmasına ve zamanla kronikleşebilecek postürel sorunlara neden olabilir [36].

2.4.1. Baş önde postürde meydana gelen biyomekanik değişiklikler

BÖP, servikal vertebraların segmental diziliminde çeşitli değişikliklere neden olmaktadır. BÖP'te oksiputtan C7'ye kadar olan tüm segmentlerde anterior yönde bir sagittal yer değiştirme gözlenir ve bu yer değiştirmenin büyüklüğü, T1'den oksiputa doğru giderek artış göstermektedir. Bu yer değiştirme ile birlikte C0-C2 segmentlerinde ekstansiyon artışı ve lordozda artış görülürken, C2-C7 segmentlerinde fleksiyon artışıyla birlikte lordozda azalma meydana gelir [2]. Meydana gelen bu değişiklikler çevre yumuşak dokularda da çeşitli adaptasyonların gelişmesine neden olmaktadır. Genel olarak bakıldığında servikal ekstansörler ve oksipital fleksörler uzarken, servikal fleksörler ve oksipital ekstansörler kısalır [3].

BÖP'ün neden olduğu dizilim bozukluğunda alt servikal vertebralarda görülen fleksiyonun en belirgin olduğu segmentler C4-5 ve C5-6'dır. Bu segmentleri geçen kaslar arasında semispinalis cervicis, yüzeysel multifidus kasları, derin multifidus kasları bulunur ve bu kaslar fleksiyonun şiddeti ile orantılı olarak servikal bölgedeki en fazla uzayan kaslardır. Buna karşılık, C0-C2 segmentinde meydana gelen ekstansiyon suboksipital kasların kısılmasına neden olur. Kas uzunluğunda en büyük yüzde değişimi gösteren kaslar suboksipital bölgede yer alan rektus kapitis posterior majör, rektus kapitis posterior minör iken oksipital kaslar içinde yalnızca obliquus capitis inferior sagittal pozisyon değişikliğinden etkilenmemiştir [2, 3, 68].

Nötral omurga diziliminde meydana gelen değişikliklerin diğer eğrilerde telafi edici değişikliklere yol açabileceği belirtilmektedir. Bu bağlamda baş önde postür ile torasik kifoz, yuvarlak omuz ve skapular diskinezi yakından ilişkili postüral bozukluklardır [69]. Boyun derin fleksörleri, üst sırt ekstansörleri ve omuz adduktörlerinin antagonistlerine kıyasla zayıflamakta ve bu durumun vücudun üst çeyreğinde bir kas dengesizliğine yol açarak başın önde pozisyonlanması, anormal protraksiyon, artmış torakal kifoz ile sonuçlandığı belirtilmektedir [70]. Normalden daha büyük bir üst torakal kifoz, BÖP gelişimi için önemli bir risk faktörü olarak görülmektedir [71]. BÖP, yuvarlak omuz ve torasik kifozun sıklıkla bir arada bulunduğu yönünde fikir birliği mevcut olmasına rağmen, bu durumların birinin diğerine neden mi olduğu, yoksa sonuç mu olduğu konusu hala belirsizliğini korumaktadır [69].

2.4.2. Baş önde postürün klinik etkileri

BÖP'ün neden olduğu çeşitli bölgesel ve sistemik sonuçlar bulunmaktadır. Bunlardan ilki postüral bozuklukların neden olduğu kas uzunluğundaki değişiklikler, aktin ve miyozin filamentleri arasındaki bağlantıyı bozarak kas gücü ve dayanıklılığında azalmaya yol açar [72]. Derin boyun kaslarının aktivasyonu BÖP nedeniyle azalırken, yüzeysel boyun kaslarının aktivitesi artar [73]. Yüzeysel kasların artmış aktivitesi daha fazla kas yorgunluğuna neden olur. Yüzeysel kasların yorgunluğu, derin servikal kasların daha fazla zayıflamasına neden olur ve kas yorgunluğunu artırır ve kısır bir döngüye neden olur [74].

İkinci olarak normal vertebra diziliminin bozulması çevredeki eklem kapsülleri ve ligamentlerin üzerindeki yükü artırarak mikro travmalara neden olur. Mikro travmalar

kapsüler ligamentlerin uzamasına, anormal ligament-kas reflekslerine ve faset eklemlerde aşırı harekete yol açarak zamanla servikal instabilite gelişmesine neden olur. İnstabilite ise spinal segmentlerde anormal hareketlilik ile karakterize olup uzun vadeli omurga sağlığını tehdit eder [74].

Üçüncü olarak ise servikal bölge, denge ve proprioseptif kontrol açısından merkezi bir role sahiptir. Suboksipital kaslar, gram başına düşen içcik sayısının diğer boyun kaslarına kıyasla daha fazla olması nedeniyle başın pozisyonunu, göz ve baş hareketlerini koordine etmek için gerekli proprioseptif bilgiyi sağlar [46, 75]. BÖP’te suboksipital kasların kısılması ve aktivasyonlarının değişmesi propriyosepsiyon kaybına neden olarak baş ve boyun kas fonksiyonu, reaksiyon süresi, postüral stabilite ve postüral kontrol üzerine olumsuz etkilere neden olabilir [76].

2.4.3. Baş önde postürün değerlendirilmesi

BÖP, radyografik ölçümler ve harici postüral ölçümler olmak üzere iki ana kategori kullanılarak değerlendirilmektedir [77]. Radyografik ölçümler arasında en yaygın kullanılan yöntemler, Harrison ve arkadaşları tarafından geliştirilen C2–C7 sagittal plumbline yöntemi ile Tang ve arkadaşları tarafından 2012 yılında modifiye edilen versiyonudur [78–80]. Bu tür ölçümler özellikle cerrahi ortamlarda yaygın olarak tercih edilmekte olup, servikal açının kantitatif olarak belirlenmesine olanak tanımaktadır. Ancak, radyografik teknikler yüksek maliyetleri ve iyonizan radyasyona maruz kalma riski nedeniyle klinik uygulamalarda bazı sınırlamalara neden olmaktadır [77].

Buna karşın, özellikle fotogrametri yöntemi, BÖP değerlendirmesinde sıkça kullanılan bir alternatiftir [81]. Fotogrametri, postürel analizde güvenilir ve geçerli bir yöntem olarak kabul edilmekte olup [82], hızlı uygulanabilirliği, kalıcı veri kaydı sağlaması ve görsel değerlendirmeye kıyasla daha objektif olması gibi avantajlar sunmaktadır. Bu nedenle fotogrametri, baş pozisyonunun değerlendirilmesinde “altın standart” olarak kabul edilmektedir [83, 84].

BÖP’ün fotografik değerlendirmesinde en yaygın kullanılan açılardan biri KVA olup, C7 spinöz çıkıntısından geçen yatay çizgi ile kulak tragusundan C7 vertebraına uzanan çizgi arasındaki açı olarak tanımlanmaktadır [85]. Çalışmalarda BÖP’ü tanımlamak için en sık

kullanılan KVA eşik değerleri 48°, 50° ve 53° olarak rapor edilmiştir [86]. Ancak yapılan bir sistemik derlemede BÖP'yü gösterebilecek kesin bir KVA değeri olmadığı belirtilmiştir[17].

BÖP'ü değerlendirmek için servikal inklinasyon açısı ve baş eğim açısı gibi farklı postürel açılar kullanılmakta olup, alternatif olarak akromiyondan dış akustik meatusa kadar olan mesafenin ölçülmesi yöntemi de literatürde yer almaktadır [1, 84, 86].

2.4.4. Baş önde postürde tedavi yöntemleri

BÖP'ün neden olduğu bozukluklar, tedavi gerekliliğini ortaya koymaktadır. Tedavi ile biyomekanik dengenin sağlanması, kas-iskelet sistemi üzerindeki yükün azaltılması ve uzun vadeli komplikasyonların önlenmesi hedeflenir. Bu süreç, doğru postürü sağlamak, boyun ağrısını ve baş ağrısını azaltmak, servikal mobilitayı artırmak, denge ve yaşam kalitesini iyileştirmek açısından önemlidir [70].

Germe, kuvvetlendirme, stabilizasyon, düzeltici egzersizler, kas enerji teknikleri, manuel terapiler ve miyofasyal gevşetmeler baş önde postürün düzeltilmesinde ve BÖP ile birlikte açığa semptomların yönetilmesinde kullanılan tedavi seçenekleridir. Ancak hangi egzersizin en etkili olduğu veya herhangi bir egzersizin diğerine üstünlüğünün olup olmadığı ile ilgili bir bilgi bulunmamaktadır [87–89]. Yalnızca germe ve güçlendirme değil, aynı zamanda proprioception, aktif düzeltme ve nöromüsküler eğitimi de içeren multimodal bir yaklaşımın tedavi etkinliğini artıracığı belirtilmektedir [87, 88, 90].

Literatür incelendiğinde postüral bozukluklarda en yaygın kullanılan yaklaşım uzamış, zayıf kasları güçlendirerek, kısalmış kasları ise gererek agonist-antagonist kaslar arasındaki dengeyi yeniden sağlamaya çalışmaktadır. Egzersizler sadece servikal bölgeyi değil, üst torakal ve skapula çevresindeki kasları da içermektedir. Bu bağlamda BÖP için seçilen terapötik egzersizler SKM, levator skapula, skalen kas grubu ve pektoral majör ve minör gibi kısalmış sırt ve boyun kaslarını germeyi ve longus colli, longus capitis ve anterior skalen gibi derin boyun fleksörlerini güçlendirmeyi amaçlamıştır. Yakın tarihli yapılan bir çalışmada BÖP müdahale programlarına dahil edilen en sık germe ve güçlendirme egzersizlerinin SKM germe, pektoral kasları germe, “chin-tuck” ve skapular retraksiyon egzersizlerinin yer aldığını belirtmektedir [91].

Skapular kaslar, boyun ve omuz stabilitesi ve hareketliliği için önem teşkil etmektedir. Rhomboidler, trapezius ve serratus anterior skapulanın en önemli stabilizatörleridir ve skapulanın doğru pozisyonda bulunması ile skapulotorasik ritmin sağlanmasında ve önemli görevler üstlenirler [92]. Yapılan skapular stabilizasyon egzersizleri skapular kas kuvvet dengesizlikleri ve aktivasyonlarında önemli değişiklikler göstererek BÖP'ün düzeltilmesinde etkin rol oynamıştır.

Derin boyun fleksörleri, normal servikal lordozun korunması ve omurga hizalanmasının düzeltilmesinde kilit bir rol oynar. BÖP'te bu kaslar zayıflayarak ve aktivasyonu azalarak servikal stabilizasyonun azalmasına neden olur [74]. SKM, BÖP'te kilit bir rol oynamaktadır [86]. Postüral değişikliklerle birlikte kısılması ve aktivasyonun artması, antagonist kas grubu olan servikal fleksörlerin uzaması ve aktivasyonun azalması nedeniyle kas kuvvet ve aktivasyonunda dengesizlik meydana gelir. SKM kasının aktivasyonunun azalması derin boyun fleksörlerinde aktivasyonun artmasına neden olur [93]. Bu nedenle chin-tuck gibi kraniyoservikal fleksiyon egzersizleri ile derin boyun fleksör kas grubunu aktive ederek kuvvetlendirmek ve kas aktivasyon paterninin yeniden öğretilmesiyle birlikte suboksipital ve SKM kaslarının gerilmesi ve aktivasyonunun azaltılması servikal stabilizasyonda ve BÖP'ün tedavisinde kilit rol oynamaktadır.

Suboksipital kaslar BÖP'te en fazla kısılan ve aktivasyonu artan kaslardır [2, 3]. Bu kasların aşırı kasılması ve nöromüsküler kavşak tarafından aşırı asetilkolin salınımı, kasa besin sağlayan kılcal damarları sıkıştıran ve kas iskemisine neden olan gergin bantlar oluşturabilir. Bu durum metabolitler ve inflamatuvar moleküllerin salınımına neden olarak nosiseptörleri aktive eder ve proprioseptörleri hassaslaştırır [74]. Kas enerji teknikleri, genellikle kas-iskelet sistemi üzerinde gerginliği azaltmak, hareket açıklığı kazandırmak ve kas dengesizliklerini düzeltmek için kullanılan manuel terapi teknikleridir [94]. BÖP'ü olan katılımcıların suboksipital ekstansörler gibi kısılmış ve aktivasyonu artmış kaslara uygulanacak olan kas enerji teknikleri ile kasların gerginliklerinin ve aktivasyonlarının azaltılması tetik nokta oluşumuna yol açabilecek olan gerginlik ve dolaşım bozuklukları gibi faktörleri azaltabilme potansiyeline sahiptir. Bu nedenle kas enerji teknikleri, BÖP'ün tedavisinde gergin kasların gevşetilmesi ve tetik noktaların giderilmesinde rol oynayarak tedavide ve semptomların yönetimde etkili bir yaklaşım olabilir [95, 96].

2.4.5. Baş önde postür ve solunum

BÖP, servikal vertebra bölgesinde postüral bozukluklara neden olarak omurganın doğal sagittal eğrilerini bozmakta ve torakal vertebralarda adaptif değişikliklere yol açmaktadır [69]. Bu yapısal değişimler, göğüs kafesinin biyomekanik özelliklerini de etkileyerek solunum fonksiyonlarında bozulmalara neden olmaktadır. Özellikle torakal kifoz ile birlikte görülen toraks biyomekaniğindeki değişikliklerin, diyaframın tüm kas bağlantılarını etkilediği belirtilmektedir [13]. Ayrıca, BÖP ve kifozun biyomekanik olarak frenik sinirin geçici sıkışmasına yol açabileceği öne sürülmüş olup, bu durumun kasılma için gerekli kas liflerinin aktivasyonunu azalttığı ve diyafram ekskürsiyonunun düşmesine neden olduğu ifade edilmektedir [97].

Üst kaburgalardaki meydana gelen bu postüral değişimler, özellikle alt kaburgalar olmak üzere genel göğüs kafesi hareketliliğinde kısıtlanmaya yol açmaktadır [11]. Bunun yanı sıra, SKM kası atlantookspital eklem üzerinde önemli bir etkiye sahiptir ve BÖP, bu kasın biyomekaniğini değiştirerek kısılmasına neden olur. Bu değişiklikler, kasın uzunluk-gerilim ilişkisini bozarak işlevselliğini olumsuz etkilemektedir [13]. Yapılan yüzey elektromiyografi çalışmaları, SKM kasının aktivitesinin üst kaburga hareketleriyle doğrudan ilişkili olduğunu göstermektedir. Özellikle torakal solunum yapan bireylerde, abdomino-torakal solunum yapanlara kıyasla SKM kasının belirgin şekilde daha aktif olduğu tespit edilmiştir [98]. Bu durum, BÖP'ün neden olduğu postüral değişikliklerin, SKM kasında uzun süreli tonik kasılmalara neden olarak kasın kısılmasına yol açtığını göstermektedir [13].

Benzer şekilde, skalen kasları da BÖP ile ilişkili olarak üst kaburgaların hareketlerini değiştirerek, bu yapıların başlangıç pozisyonlarını daha yukarıda ve kısılmış bir konuma yerleştirmektedir [99]. Bu postürel değişim, solunum mekaniği üzerinde önemli etkiler yaratmakta ve skalen kaslarının aşırı aktivasyonu, torasik solunum sırasında üst kaburgaların aşırı kalkmasına neden olurken, alt kaburgaların hareketlerini sınırlandırarak göğüs kafesi mobilitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durum, özellikle zorlu solunum sırasında göğüs kafesinin genel hareketlerini bozarak solunum mekanizmasında dengesizliklere yol açmaktadır [99]. Tüm bu biyomekanik değişiklikler, BÖP'ün akciğer kapasitelerinin azalmasına neden olarak restriktif akciğer problemlerine yol açabileceği belirtilmektedir [100].

3. YÖNTEM

3.1. Katılımcılar

Çalışma Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Bor Sağlık Bilimleri Fakültesi'nde ve Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü Sporcu Sağlığı Ünitesi'nde gerçekleştirildi. Çalışma için gerekli izinler Gazi Üniversitesi Etik Komisyonu'ndan alındı (EK-1, Etik No: 2024 – 41; Tarih: 09.01.2024).

Katılımcılar çalışma hakkında bilgilendirildikten sonra çalışmaya katılmayı kabul eden bireylere gönüllü olarak katıldıklarına dair 'Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu' imzalatıldı (EK-2).

KVA değeri 50 derece veya daha az olan 18-35 yaş arası 42 katılımcı BÖP grubuna dahil edilirken, KVA değeri 50 dereceden büyük olan 40 katılımcı kontrol grubuna atandı [101, 102]. Çalışma dışı bırakılma kriterleri aşağıdaki gibidir:

- Tanı almış respiratuar, nörolojik, ortopedik, psikiyatrik veya kardiyak problemi olmak,
- Değerlendirme ve eğitim esnasında herhangi bir enfeksiyonu olmak,
- Değerlendirme ve eğitim yapmaya engel herhangi bir kısıtlılığı olmak,
- Gebelik veya emzirme durumu olmak,
- Boyun travma öyküsüne sahip olmak,
- Bel-boyun cerrahisi geçirmiş olmak.

3.2. Çalışma Planı

Çalışmaya katılmayı kabul eden katılımcıların ön değerlendirmede dahil edilme ve dışlanma kriterleri sorgulandı. Sorgulama sonrası 8 kişinin dahil edilme ve dışlanma kriterlerini sağlamadığı tespit edildi (EK-3).

Çalışmaya dahil edilme kriterlerine uyan katılımcılara ilk değerlendirme olarak fotogrametrik postür analizi, solunum fonksiyon testi, solunum kas kuvvet ve endurans değerlendirmesi ve performans testleri uygulandı. KVA'sı 50 derece ve 50 dereceden daha

az olan katılımcılar BÖP grubuna, 50 derecenin üstünde olan katılımcılar ise kontrol grubu (KG)'na dahil edildi.

BÖP grubunu oluşturan 42 katılımcı eşit sayıda ve rastgele dağılımının sağlanarak iki gruba ("BÖP-Ç Grubu" ve "BÖP-K") ayrılabilmesi için bilgisayar destekli randomizasyon programı kullanıldı (<https://www.sealedenvelope.com/>). BÖP-Ç grubuna 7 gün/6 hafta olmak üzere inspiratuar kas kuvvet eğitimi programı uygulandı. Eğitim öncesi gerçekleştirilen tüm değerlendirmeler 6 haftalık inspiratuar kas kuvvet eğitiminden sonra tekrarlandı (EK-4).

BÖP-K grubuna ise herhangi bir inspiratuar kas kuvvet eğitimi uygulanmadı. Ancak ilk değerlendirmeden 6 hafta sonra başlangıçta yapılan değerlendirmeler tekrarlandı. KG grubunda bulunan katılımcılara ise ek bir değerlendirme ya da eğitim verilmedi.

3.3. Olguların Değerlendirilmesi

3.3.1. Demografik bilgi formu

Olguların demografik özellikleri kapsamında katılımcı numarası, yaş, cinsiyet, boy ve vücut ağırlığı gibi tanımlayıcı değerleri kaydedildi. Beden Kütle İndeksi (BKİ); vücut ağırlığı/boy uzunluğu² (kg/m²) formülü kullanılarak hesaplandı. Bunlara ek olarak katılımcıların meslek, eğitim durumu, sigara ve alkol tüketimi ve egzersiz alışkanlığı da sorgulandı.

Vücut kompozisyonu: Katılımcıların vücut kompozisyonları hassaslık derecesi 0.1 kg olan vücut kompozisyonu analizatörü TANITA MC-580 (Tanita Corp.,Tokyo, Japan) ile yapıldı. Bu ölçümden önce katılımcıların üzerindeki ayakkabı, çorap ve tüm metal eşyalarını çıkartarak cihaz üzerine çıplak ayakla ve minimal kıyafetle çıkmaları istendi. Cihazın kıyafet darası 1.0 kg olarak alındı.

3.3.2. Postürün fotogrametrik değerlendirmesi

Ayakta durma pozisyonunda baş ve boyun duruşunu değerlendirmek için bir dijital kamera (Panasonic® DMC-FZ50, Osaka, Japonya) kullanıldı. Bu amaçla, çalışmaya katılan bireylerden ayakları omuz genişliğinde açık olacak şekilde üst gövdeleri erkekler için çıplak, kadınlar için yalnızca büstiyer olacak şekilde ayakta durmaları ve vücut ağırlıklarını her iki

alt ekstremiteye eşit ve simetrik olarak dağıtılmaları istendi. Kamera bireyden 1,5 metre uzağa yerleştirildi ve kameranın yüksekliği bireylerin akromioklavikular eklem hizasında olacak şekilde ayarlandı. Boynun yedinci vertebraasının spinöz çıkıntısına ve kulağın tragusuna işaretleyici (reflektör) yerleştirildi. Ardından, üç kez servikal ekstansiyon ve fleksiyon hareketi yaptıktan sonra başlarını ve boyunlarını nötr pozisyonda tutmaları istendi. Bireylerden görsel sabitleme için doğrudan karşıya bakmaları istendi [1, 81]. Katılımcıların bu pozisyondaki lateral açısından çekilen fotoğrafı, Kinovea (Kinovea 0.9.5 for Windows) programı ile analiz edildi.

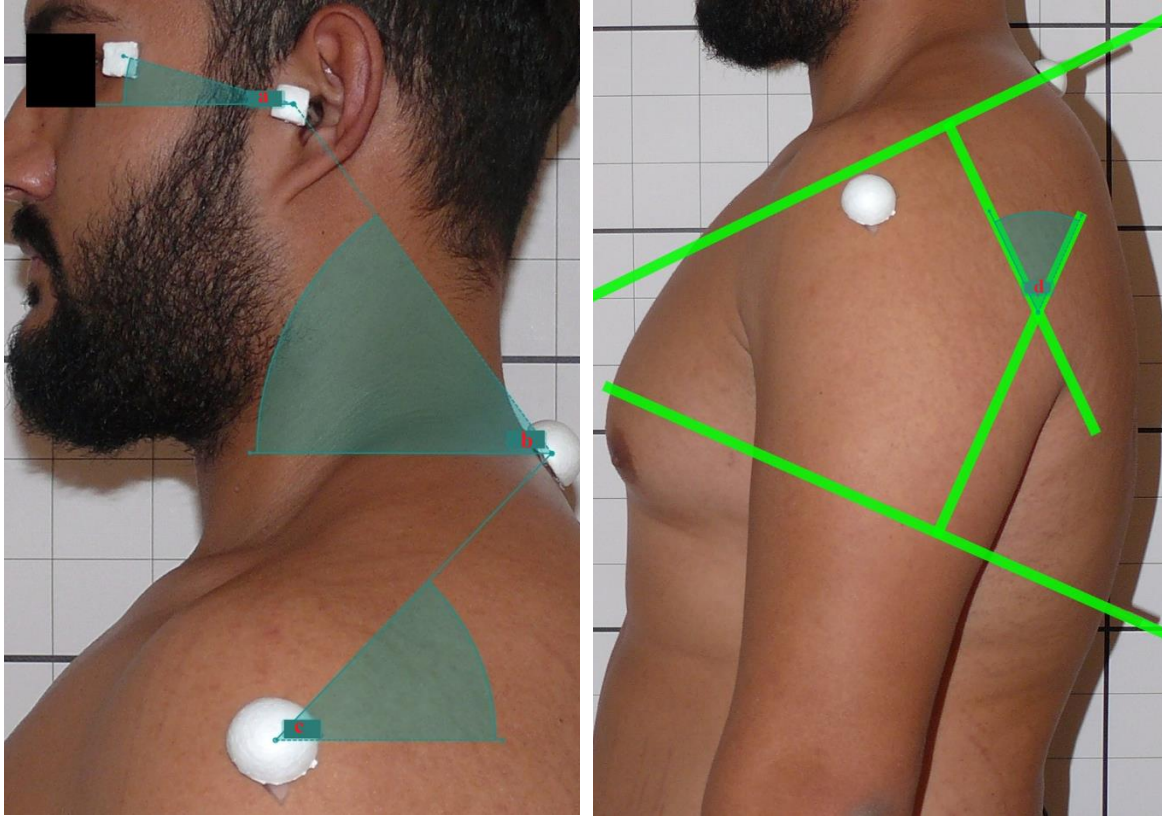
Kraniyovertebral Açısı (KVA): KVA, C7 spinöz çıkıntısı ile kulak tragusu arasında uzanan çizginin yatay bir çizgi ile kesişmesiyle oluşan açı olarak tanımlanmaktadır. Açının derecesinin artması BÖP derecesinin azaldığını göstermektedir [1, 85].

Sagittal Baş Açısı (SBA): SBA, göz kantusu ile kulak tragusu arasından geçen bir çizginin horizontal çizgi ile oluşturduğu açı olarak tanımlanır ve üst servikal omurganın postürünü yansıtır [85].

Sagittal Omuz Açısı (SOA): SOA, humerus orta noktası ile C7 spinöz çıkıntısı arasında uzanan bir çizgi ile humerus orta noktasından geçen yatay çizginin oluşturduğu açıdır. Bu açı, omuzun geriye (retraksiyon) veya öne doğru (protraksiyon) duruş derecesini gösterir [85].

C7-Duvar Mesafesi (C7-DM): C7-DM ölçümü için katılımcılar, topukları ve sırtları duvar ile temas halinde olacak şekilde dik pozisyonda durmaları istendi. Katılımcılardan göz hizasındaki sabit bir noktaya odaklanmaları istendi. Ardından, C7 spinöz çıkıntısı ile duvar arasındaki mesafe santimetre cinsinden ölçüldü [103].

Kifoz açısı ölçümü: C7 ve T12 vertebra spinöz çıkıntıları bir işaretleyici (reflektör) tarafından işaretlendi. Bu reflektörlerin uzantıları alındı ve bu uzantılara dik çizgiler çizildi. Dik çizgilerin kesişmesiyle oluşan açı torasik kifoz açısı olarak ölçüldü [104].



a: Sagittal baş açısı ,b: Kraniyovertebral aç, c: Sagittal omuz açısı, d: kifoz açısı

Resim 3.1. Postürün fotogrametrik değerlendirmesi

3.3.3. Solunum fonksiyon testlerinin ölçümü

Solunum fonksiyonları, Amerikan Toraks Derneği ve Avrupa Solunum Derneği kriterlerine göre, spirometre (Cosmed Pony Fx, İtalya) kullanılarak ölçüldü [105]. Ölçüm standartları doğrultusunda, katılımcılar solunum fonksiyon testleri hakkında önceden bilgilendirildi; sonuçları etkileyebilecek dar kıyafetlerden kaçınmaları, testten en az iki saat önce yemek yememeleri ve sigara tüketmemeleri gerektiği belirtildi. Ayrıca, test öncesinde en az 30 dakika boyunca egzersiz yapmamaları istendi.

Ölçümler, her seferinde oturur pozisyonda, aynı ortam ve ekipman kullanılarak, önceki test saatlerine yakın zaman dilimlerinde ve aynı araştırmacı tarafından gerçekleştirildi. Test sırasında, katılımcıların burunları bir klipsle kapatılmış ve spirometre ağzından birkaç kez normal solunum yapmaları istendi. Daha sonra, derin bir nefes almaları ve ardından hızla, en az altı saniye boyunca güçlü bir şekilde nefes vermeleri talep edildi. Her katılımcıdan, üç kabul edilebilir spirometre denemesi elde edilene kadar en fazla sekiz deneme yapması istendi. Test sonucunda, katılımcıların hava akış özelliklerini yansıtan zorlu ekspirasyonun

birinci saniyesinde ekspire edilen hava miktarı (FEV_1), zorlu vital kapasite (FVC), FEV_1/FVC oranı ve tepe akım hızı (PEF) değerleri elde edildi.

3.3.4. Solunum kas kuvvetinin ölçülmesi

Solunum kas kuvvetinin değerlendirilmesinde kullanılan Maksimal İnspiratuar Basınç (MİP) ve Maksimal Ekspiratuar Basınç (MEP) ölçümleri, spirometre (Cosmed Pony Fx, İtalya) kullanılarak gerçekleştirildi. Ölçümler sırasında katılımcıların burunları burun mandalı ile kapatıldı.

MİP ölçümü sırasında, katılımcılardan maksimum ekspirasyon sonrasında hızlı ve derin bir şekilde, maksimum çaba ile inspirasyon yapmaları istendi. MEP ölçümünde ise maksimum inspirasyonun ardından, hızlı ve derin bir şekilde ekspirasyon yapmaları talep edildi. Maksimal inspirasyon ve ekspirasyonun en az 2-3 saniye boyunca sürdürülmesi sağlandı. Ölçülen ardışık değerler arasında %5'ten veya 5 cmH₂O'dan fazla fark bulunması durumunda ölçüm tekrarlandı [106]. Her katılımcı için test, en az 5-7 kez uygulandı.

3.3.5. Solunum kas enduransının ölçülmesi

Solunum kaslarının enduransı, uzun süre belirli bir yüke karşı dayanma yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışmada, solunum kas enduransı Powerbreathe Wellness (POWERbreathe Classic, IMT Technologies Ltd., Birmingham, İngiltere) cihazı ve sabit eşik yükünde uygulanan solunum kas endurans testi ile değerlendirildi.

Test, her bireyin MİP değerinin %70'i ile başlatıldı ve katılımcının 10 dakika boyunca testi sürdürmesi ile tamamlandı. Ölçüm sırasında, katılımcıların burunları burun mandalı ile kapatılmış ve dik oturma pozisyonunda, cihaz aracılığıyla sürekli olarak derin nefes alıp vermeleri sağlandı. Katılımcının nefes darlığı nedeniyle art arda iki nefesi tamamlayamaması veya teste devam etmek istememesi durumunda test sonlandırıldı [106].



A: solunum fonksiyon testi, B: solunum kas gücü testi, C: solunum kas endüransı testi

Resim 3.2. Solunum parametrelerinin ölçümü

3.3.6. Aerobik performans ölçülmesi

Yirmi Metre Mekik Koşu Testi, sağlıklı yetişkinler ve sporcular için maksimal aerobik kapasitenin belirlenmesine yönelik geliştirilmiş bir testtir. Bip Testi olarak da bilinen bu test, maksimal oksijen tüketim miktarını ($VO_2\text{max}$) öngören doğrulanmış ve güvenilir bir yöntem olup, aerobik uygunluğun ölçümü için altın standart bir saha testi olarak kabul edilmektedir [107].

Test sırasında katılımcılar, başlangıç hızı 8,5 km/sa olacak şekilde, dakikada 0,5 km/sa hız artışıyla ilerleyen kademeli seviyelerde 2×20 metrelik mekik koşuları gerçekleştirildi. Koşu hızı, CD çalardan gelen otomatik uyarı sesleri ile belirlenmiştir. Katılımcının tükenmesi veya iki kez bitiş çizgisine ulaşmada gecikmesi durumunda test sonlandırıldı.

Paliczka ve arkadaşları, 20 Metre Mekik Koşu Testi'nin ideal bir saha testi olduğunu, katılımcının gösterdiği eforda ve kalp atım hızında kademeli bir artış sağladığını, testin yüksek derecede güvenilir olduğunu ($r = 0,975$) ve aynı anda çok sayıda katılımcının test

edilmesine olanak tanıdığını belirtmiştir [108]. Test süresince katılımcıların kalp atım hızı, Polar H9 (Polar Electro, Kempele, Finland) cihazı ile anlık olarak takip edildi. Tahmini $VO_2\text{max}$ değerleri Ramsbottom ve arkadaşları tarafından yayınlanan değerlere göre hesaplanmıştır [109].

3.3.7. Modifiye borg ölçeği

Modifiye Borg Ölçeği, egzersiz sırasında harcanan çabanın ve dispnenin (nefes darlığının) ölçülmesi amacıyla geliştirildi. Katılımcılardan, nefes alma zorluklarını 0 ile 10 arasında derecelendirmeleri istendi. 0 değeri nefes almada hiç zorluk çekilmediğini, 10 ise maksimum zorluk yaşandığını göstermektedir. Bu ölçek, 20 Metre Mekik Koşu Testi'nin hem öncesinde hem de sonrasında, ayrıca inspiratuar kas kuvvet eğitiminin şiddetinin belirlenmesinde kullanıldı [110].

3.4. İspiratuar Kas Kuvvet Eğitimi

İspiratuar Kas Kuvvet Eğitimi, Powerbreathe® Classic (Powerbreathe, IMT Teknolojileri Ltd., Birmingham, İngiltere) cihazı kullanılarak uygulandı. Bu cihaz, bireyin solunum hızından bağımsız olarak tek yönlü valfi sayesinde her nefeste aynı basıncı sağlayarak inspiratuar kasların kuvvetini ve enduransını artırmaya yönelik dirençli solunum eğitimi sunmaktadır. Cihazın basınç ayarlama özelliği, katılımcıların değişen inspiratuar kas kuvvetlerine uygun eğitim almasını sağlamıştır.

Eğitime başlangıçta, cihazın basıncı katılımcının daha önceden ölçülmüş MİP değerinin %50'si olarak ayarlandı ve direnç, klinik anlamlılık açısından 10 cmH₂O artış hedefiyle, Modifiye Borg Ölçeğine göre 4-6 seviyesinde olacak şekilde her hafta periyodik olarak artırıldı. Eğitim, haftanın 7 günü, 6 hafta boyunca, günde 2 seans (her biri 15 dakika süren) olacak şekilde uygulandı. Her seans 10 derin nefes almayı takiben 3-4 solunum kontrolü ile 15 dakikaya tamamlandı [110, 111].

Eğitim sırasında, katılımcılardan üst göğüs ve omuzlarını gevşek pozisyonda tutarak, sırt destekli bir sandalyede oturmaları istendi. Burun mandalı takıldıktan sonra, katılımcılar dudaklarını sıkıca kapatarak nefes alırken mümkün olduğunca hızlı ve derin, nefes verirken

ise akciğerler tamamen boşalana kadar yavaş ve zorlamadan nefes vermeye yönlendirildi (Resim 3.3.)

İnspiratuar kas kuvvet eğitim programı, haftada 6 gün evde uzaktan kontrol sağlanarak, 1 gün ise yüz yüze uzman fizyoterapist eşliğinde gerçekleştirildi. Egzersiz programının takibi amacıyla çalışmaya dahil edilen katılımcılar için bir online iletişim grubu (WhatsApp Messenger®, Kaliforniya, ABD) oluşturulmuş ve günlük hatırlatmalar yapıldı. Gruba dahil olmayan veya uygulamayı kullanmayan katılımcılara bireysel olarak mesaj gönderildi. Ayrıca, egzersiz programına uyumu artırmak ve takibini sağlamak amacıyla Eğitim Takip Çizelgesi (ETÇ) kullanıldı, bu çizelgeler haftalık olarak incelenerek katılımcıların programa bağlılığı hesaplandı (EK-5). Programa bağlılık oranı (%), tamamlanan seans sayısının toplam seans sayısına oranının 100 ile çarpılmasıyla belirlendi.



Resim 3.3. İnspiratuar kas kuvvet eğitimi pozisyonu

3.5. İstatistiksel Analiz

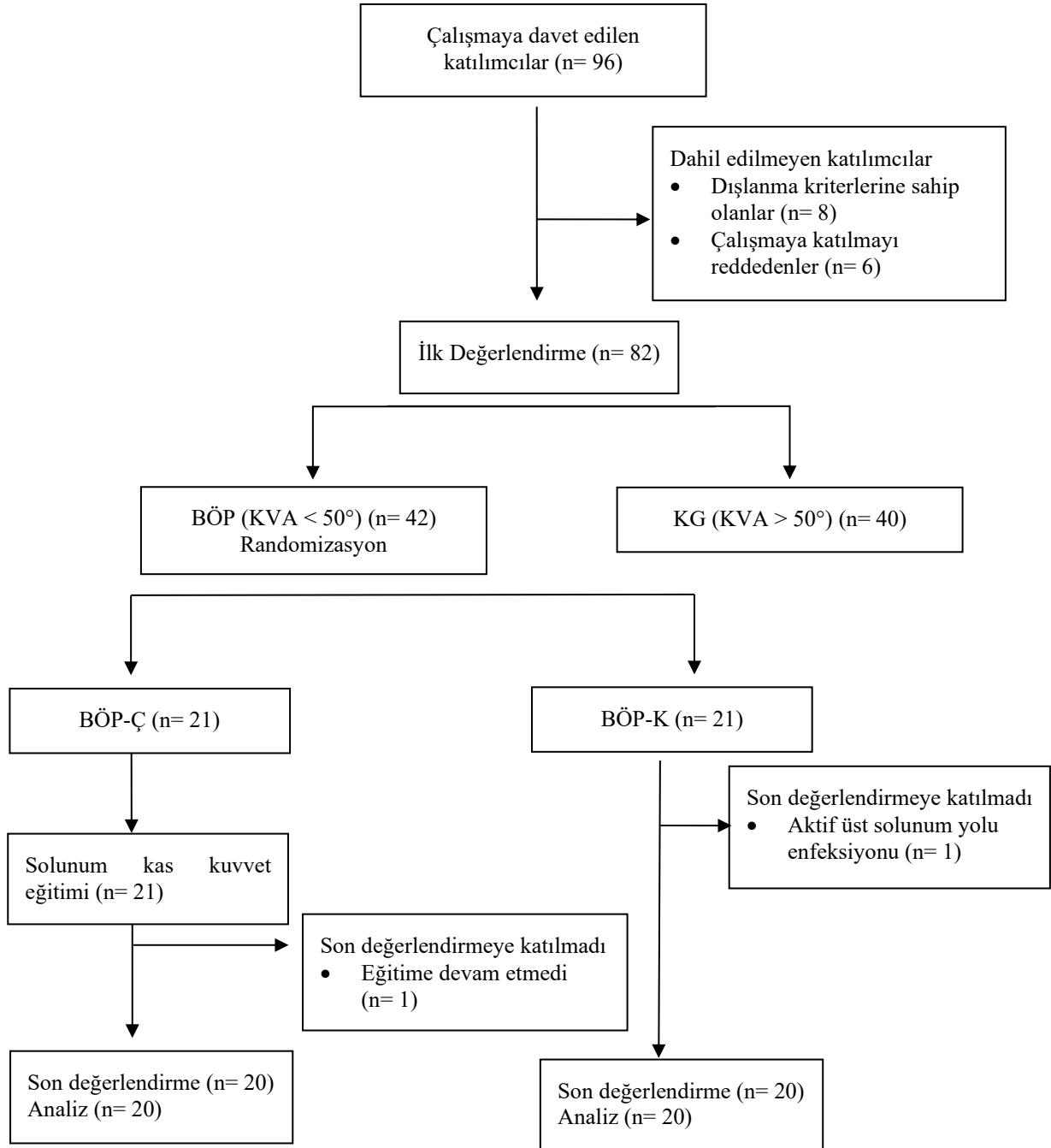
Çalışmanın istatistiksel gücünü değerlendirmek amacıyla G*Power 3.0.10 programı kullanılarak post-hoc güç analizi yapıldı. Analiz sonucunda, Cohen's $d = 1.015$ için %5'lik hata payında her bir grup için $n:20$ birey ile %99'luk bir güç değeri elde edildiği görüldü. İstatistiksel analizler SPSS (IBM SPSS Statistics 26) adlı paket program kullanılarak yapıldı. Analiz sonuçları nicel veriler için ortalama, standart sapma ($Ort \pm SS$) şeklinde, kategorik veriler için ise frekans (n) ve yüzde olarak sunuldu. BÖP ve Kontrol gruplarının kategorik tanımlayıcı verilerinin karşılaştırılmasında "Pearson's ki-kare" testi, beklenen gözlem değerlerinden en az birinin 5'ten küçük olması durumunda "Fisher's exact" testi kullanıldı. Verilerin normallik dağılımlarının belirlenmesinde frekans tabloları (histogram ve detrended plot) ve tanımlayıcı istatistikler (Shapiro-Wilk testi, basıklık-çarpıklık ve varyasyon katsayısı) kullanıldı. Normal dağılıma uygun olan ölçüm değerleri için parametrik testler uygulandı.

Parametrik yöntemlere uygun olarak, BÖP-Kontrol ve BÖP-Ç ile BÖP-K gruplarının ölçüm değerlerinin karşılaştırılmasında "Bağımsız Örneklem t-testi" (t-tablo değeri), BÖP-Ç grubunda eğitim öncesi ve sonrası ölçüm değerlerinin karşılaştırılmasında "Eşli Örneklem-t" test (t-tablo değeri) kullanıldı.

Normal dağılıma uygun olmayan ölçüm değerleri için parametrik olmayan yöntemler kullanıldı. Parametrik olmayan yöntemlere uygun şekilde, BÖP-Kontrol ve BÖP-Ç ile BÖP-K gruplarının ölçüm değerlerinin karşılaştırılmasında "Mann-Whitney U" test (Z-tablo değeri), BÖP-Ç grubunun eğitim öncesi ve sonrası ölçüm değerlerinin karşılaştırılmasında "Wilcoxon" test (Z-tablo değeri) yöntemi kullanıldı. İkili karşılaştırmalar için etki büyüklüğünü değerlendirmek amacıyla Cohen's d katsayısı hesaplandı. Etki büyüklüğü; $d = 0.2$ küçük, $d = 0.5$ orta ve $d = 0.8$ büyük olarak sınıflandırıldı. İstatistiksel analizlerde $p < 0.05$ anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

Çalışmaya, değerlendirilmek üzere toplam 96 birey davet edildi. Bu bireylerden 16'sı çeşitli sebeplerle çalışmadan çıkarıldı. Çalışma BÖP'ü olan 40 birey ve sağlıklı kontrol grubunda 40 birey olmak üzere toplam 80 bireyle tamamlandı (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. İş akış diyagramı

4.1. Katılımcıların Tanımlayıcı Bilgileri

BÖP-Ç, BÖP-K, BÖP-toplam ve sağlıklı kontrol gruplarındaki bireylerin tanımlayıcı özelliklerine ilişkin verileri detaylı olarak değerlendirildi. Tüm gruplar arasında yaş ve boy açısından bir fark bulunmadı ($p>0,05$). BÖP-Ç ve BÖP-K grubu arasında vücut ağırlığı ve BKİ açısından bir fark bulunmazken ($p>0,05$), BÖP-Ç, BÖP-K ve sağlıklı kontrol grupları arasında fark olduğu belirlendi ($p<0,05$). Katılımcıların cinsiyet, sigara ve alkol kullanım alışkanlığı ile egzersiz alışkanlığı arasında bir fark olmadığı görüldü ($p>0,05$). Verilere ilişkin diğer bilgiler Çizelge 4.1.'de detaylı olarak sunuldu.

Çizelge 4.1. Katılımcıların tanımlayıcı özelliklerinin karşılaştırılması

Değişkenler		BÖP-Ç (n:20)	BÖP-K (n:20)	BÖP- toplam (n:40)	Kontrol (n:40)	p ¹	p ²
		Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS		
Yaş (yıl)		22,45±2,28	21,15±3,18	21,80±2,81	22,23±3,40	0,146 ^t	0,545 ^t
Boy (cm)		168,50±7,75	165,25±6,88	166,87±7,42	166,02±7,65	0,169 ^t	0,616 ^t
Vücut ağırlığı (kg)		71,38±17,45	67,45±11,39	69,41±14,68	60,31±13,00	0,405 ^t	0,004^t
BKİ (kg/m ²)		24,95±5,21	24,64±3,20	24,79±4,27	21,71±3,47	0,818 ^t	0,001^t
		n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	p ¹	p ²
Cinsiyet	Kadın	15 (75)	15 (75)	30 (75)	30 (75)	1,000 ^p	1,000 ^p
	Erkek	5 (25)	5 (25)	10 (25)	10 (25)		
Sigara kullanım alışkanlığı	Var	3 (15)	4 (20)	7 (17,5)	7 (17,5)	1,000 ^f	1,000 ^p
	Yok	17 (85)	16 (80)	33 (82,5)	33 (82,5)		
Alkol kullanım alışkanlığı	Var	1 (5)	0 (0)	1 (2,5)	3 (7,5)	1,000 ^f	0,615 ^f
	Yok	19 (95)	20 (100)	39 (97,5)	37 (92,5)		
Egzersiz alışkanlığı	Var	0 (0)	2 (10)	2 (5)	7 (17,5)	0,487 ^f	0,154 ^f
	Yok	20 (100)	18 (90)	38 (95)	33 (82,5)		

BÖP: Baş önde postür, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, BKİ: Beden kütle indeksi, cm: Santimetre, kg: Kilogram, kg/m²: Kilogram/metre kare, 1: BÖP-Ç ve BÖP-K gruplarının karşılaştırması, 2: BÖP-toplam ve sağlıklı kontrol gruplarının karşılaştırması, t: Bağımsız örneklem t testi, p: Pearson's ki kare testi, f: Fisher's exact testi.

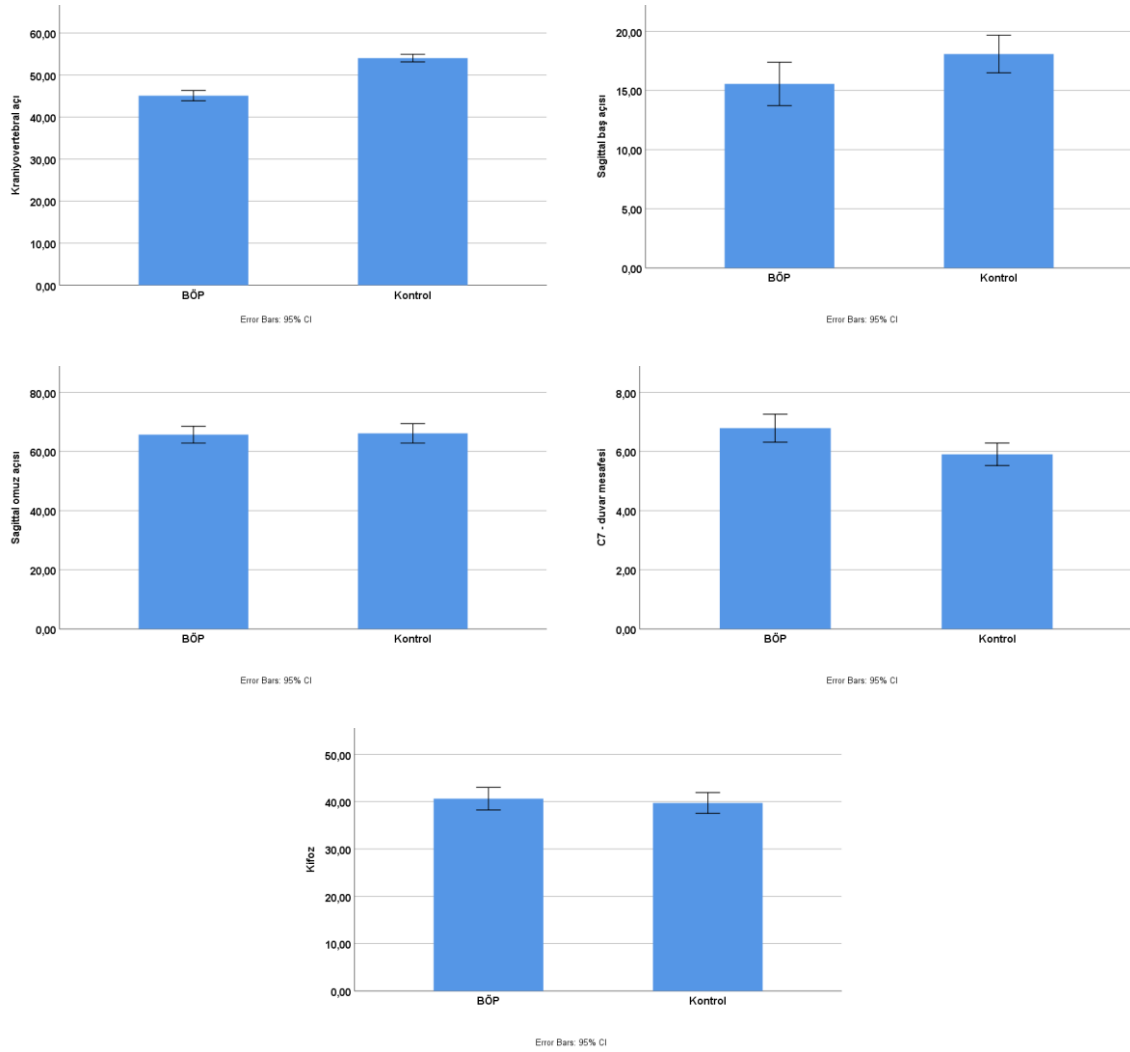
4.2. Katılımcıların Postüral Parametrelerinin Karşılaştırılması

Grupların postüral parametrelerine ilişkin verileri detaylı olarak değerlendirildi. BÖP grubu ve kontrol grubunun postüral parametrelerine ilişkin verileri incelendiğinde; grupların KVA ($p<0,001$), SBA ($p: 0,038$) ve C7-DM ($p: 0,004$) arasında fark olduğu tespit edildi. Verilere ilişkin diğer bilgiler Çizelge 4.2. ve Şekil 4.2.'de detaylı olarak sunuldu.

Çizelge 4.2. Katılımcıların postüral parametrelerinin karşılaştırılması

Değişkenler	BÖP (n:40) Ort±SS	Kontrol (n:40) Ort±SS	p
KVA (°)	45,09±3,84	54,02±2,79	<0,001 ^t
SBA (°)	15,55±5,71	18,08±4,98	0.038 ^t
SOA (°)	65,68±8,93	66,12±10,29	0.841 ^t
C7-DM (cm)	6,79±1,48	5,90±1,19	0.004 ^t
Kifoş (°)	40,62±7,43	39,72±6,90	0.573 ^t

BÖP: Baş önde postür, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, KVA: Kraniyovertebral açı, SBA: Sagittal baş açısı, SOA: Sagittal omuz açısı, C7-DM: Servikal 7. vertebra-duvar mesafesi, t: Bağımsız örneklem t testi.



Şekil 4.2. Katılımcıların postüral parametrelerinin karşılaştırılması

4.3. Katılımcıların Solunum Fonksiyon Testlerinin Karşılaştırılması

Grupların solunum fonksiyon testlerine ilişkin verileri detaylı olarak değerlendirildi. Gruplar arasında solunum fonksiyon testleri açısından bir fark olmadığı saptandı ($p>0,05$). Verilere ilişkin bilgiler Çizelge 4.3. ve Şekil 4.3.'de detaylı olarak sunuldu.

Çizelge 4.3. Katılımcıların solunum fonksiyon testlerinin karşılaştırılması

Değişkenler	BÖP (n:40) Ort±SS	Kontrol (n:40) Ort±SS	p
FVC	4,18±1,06	3,98±0,91	0,381 ^t
FVC (%)	97,77±12,56	93,90±9,28	0,121 ^t
FEV ₁	3,56±0,76	3,44±0,71	0,455 ^t
FEV ₁ (%)	97,50±11,33	94,67±9,50	0,129 ^m
FEV ₁ /FVC	86,22±6,87	86,80±5,49	0,681 ^t
FEV ₁ /FVC (%)	100,80±7,36	101,15±5,54	0,811 ^t
PEF	7,05±2,02	7,07±1,94	0,968 ^t
PEF (%)	90,82±15,53	90,97±14,79	0,965 ^t

Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, %: Yüzde, FVC: Zorlu vital kapasite, FEV₁: Birinci saniye zorlu ekspirasyon hacmi, PEF: Tepe ekspiratuar akış, t: Bağımsız örneklem t testi, m: Mann Whitney U testi.

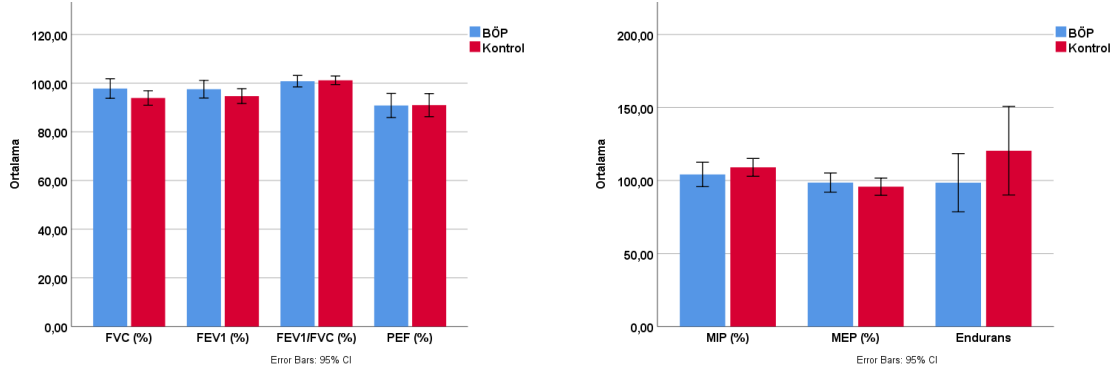
4.4. Katılımcıların Solunum Kas Kuvveti ve Enduranslarının Karşılaştırılması

Grupların solunum kas kuvveti ve solunum enduransı testlerine ilişkin verileri detaylı olarak değerlendirildi. Gruplar arasında solunum kas kuvveti ve solunum enduransı testleri açısından bir fark olmadığı saptandı ($p>0,05$). Verilere ilişkin bilgiler Çizelge 4.4. ve Şekil 4.3'te detaylı olarak sunuldu.

Çizelge 4.4. Katılımcıların solunum kas kuvveti ve enduranslarının karşılaştırılması

Değişkenler	BÖP-toplam (n:40) Ort±SS	Kontrol (n:40) Ort±SS	p
MİP	89,07±29,00	91,02±20,40	0,494 ^m
MİP (%)	104,15±26,19	109,00±18,98	0,346 ^t
MEP	105,70±33,20	102,20±34,13	0,494 ^m
MEP (%)	98,55±20,55	95,75±18,40	0,523 ^t
Solunum kas enduransı	98,47±62,35	120,39±94,76	0,310 ^m

Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, MİP: Maksimal inspiratuar basınç, %: Yüzde, MEP: Maksimal ekspiratuar basınç, t: Bağımsız örneklem t testi, m: Mann Whitney U testi.



Şekil 4.3. Katılımcıların solunum parametrelerinin karşılaştırılması

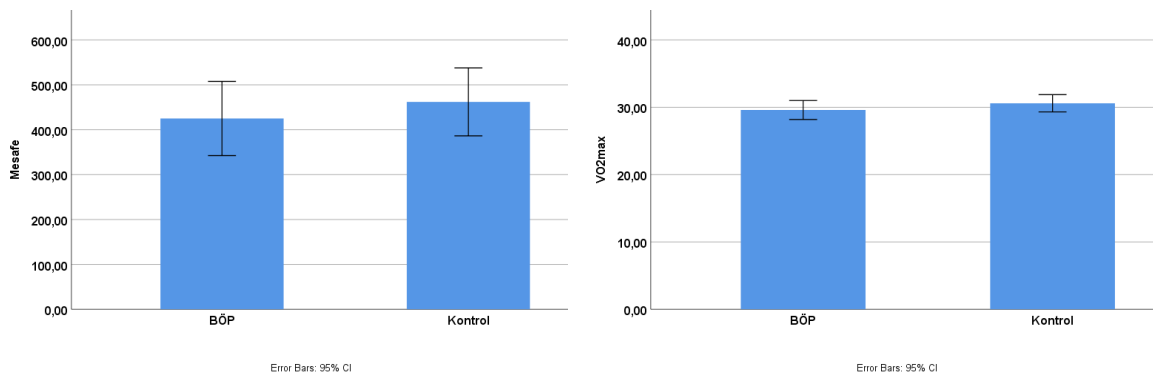
4.5. Katılımcıların Aerobik Kapasitelerinin Karşılaştırılması

Grupların aerobik kapasitelerine ilişkin verileri detaylı olarak değerlendirildi. Gruplar arasında hem mesafe hem de tahmini VO_{2max} sonuçları açısından bir fark olmadığı saptandı ($p>0,05$). Verilere ilişkin bilgiler Çizelge 4.5. ve Şekil 4.4.'de detaylı olarak sunuldu.

Çizelge 4.5. Katılımcıların aerobik kapasitelerinin karşılaştırılması

Değişkenler	BÖP-toplam (n:40) Ort±SS	Kontrol (n:40) Ort±SS	p
Mesafe	425,00±258,18	461,75±236,88	0,171 ^m
VO_{2max}	25,03±5,02	25,83±4,61	0,460 ^t

Ort: Ortalama, SS: Standart sapma, m: Mann Whitney U testi, k: Kruskal Wallis testi, t: Bağımsız örneklem t testi.



Şekil 4.4. Katılımcıların aerobik kapasitelerinin karşılaştırılması

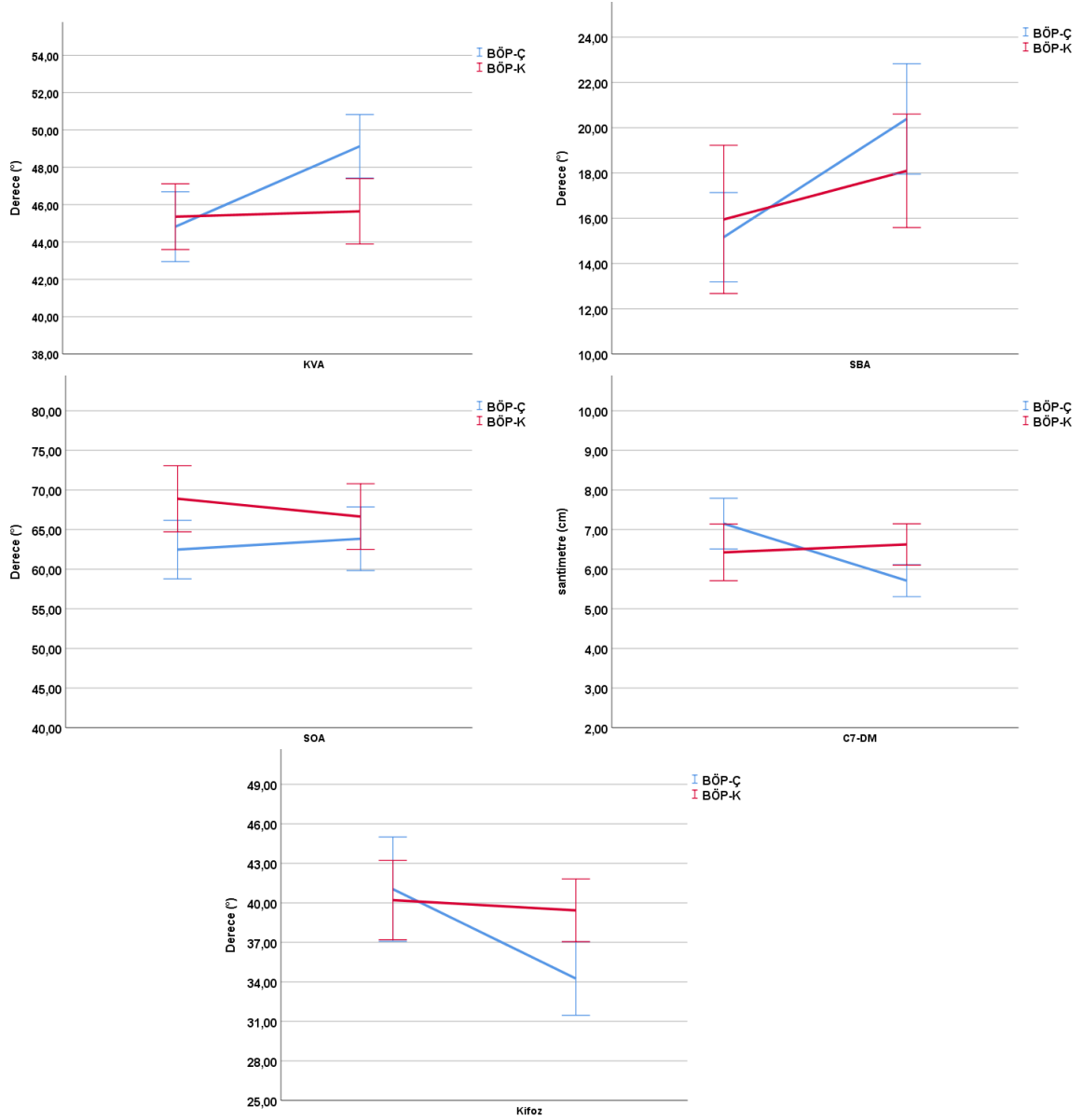
4.6. Eğitim Öncesi ve Sonrası Postüral Parametrelerin Karşılaştırılması

BÖP-Ç ve BÖP-K grubunun postüral parametrelerine ilişkin verileri detaylı olarak incelendi. Grupların eğitim öncesi postüral parametrelerinde sadece sagittal omuz-C7 açısı (p: 0,021) arasında fark olduğu tespit edildi. Eğitim sonrası postüral parametreleri incelendiğinde; KVA açısı (p: 0,005), C7-DM (p: 0,006) ve kifoz derecesinde (p: 0,005) fark olduğu belirlendi. BÖP-Ç grubunun eğitim öncesi ve eğitim sonrası postüral parametrelerindeki fark incelendiğinde; SOA derecesi (p: 0,482) hariç diğer parametrelerde fark olduğu saptandı (p<0,05). BÖP-K grubunun eğitim öncesi- eğitim sonrası postüral parametreleri arasında herhangi bir fark bulunmadı (p>0,05). Tüm veriler Çizelge 4.6. ve Şekil 4.5.'de detaylı olarak sunuldu.

Çizelge 4.6. Eğitim öncesi ve sonrası postüral parametrelerin karşılaştırılması

Değişkenler	BÖP-Ç (n:20)	BÖP-K (n:20)	Test ist.	p	Cohen's d
Eğitim öncesi- KVA (°)	44,82±3,99	45,36±3,76	-0,436	0,666 ^t	0,139
Eğitim sonrası- KVA (°)	49,12±3,63	45,64±3,73	2,990	0,005^t	0,945
Test ist.	-4,539	-0,563			
p	<0,001^e	0,580 ^e			
Cohen's d	1,015	0,123			
Eğitim öncesi- SBA (°)	15,16±4,21	15,94±6,99	-0,430	0,670 ^t	0,135
Eğitim sonrası- SBA (°)	20,38±5,21	18,09±5,35	1,373	0,178 ^t	0,433
Test ist.	-5,436	-1,355			
p	<0,001^e	0,191 ^e			
Cohen's d	0,214	0,303			
Eğitim öncesi- SOA (°)	62,47±7,91	68,89±8,91	-2,407	0,021^t	0,762
Eğitim sonrası- SOA (°)	63,84±8,57	66,64±8,86	-1,015	0,316 ^t	0,321
Test ist.	-0,717	0,925			
p	0,482 ^e	0,367 ^e			
Cohen's d	0,161	0,206			
Eğitim öncesi- C7 DM (°)	7,15±1,36	6,42±1,53	1,580	0,122 ^t	0,504
Eğitim sonrası- C7 DM (°)	5,71±0,85	6,62±1,11	-2,911	0,006^t	0,920
Test ist.	4,438	-0,820			
p	<0,001^e	0,422 ^e			
Cohen's d	0,999	0,183			
Eğitim öncesi- Kifoz (°)	41,04±8,45	40,20±6,43	0,352	0,727 ^t	0,112
Eğitim sonrası- Kifoz (°)	34,25±5,95	39,42±5,08	-2,957	0,005^t	0,934
Test ist.	3,751	0,752			
p	0,001^e	0,461 ^e			
Cohen's d	0,839	0,168			

BÖP-Ç: Baş önde postür-çalışma, BÖP-K: Baş önde postür-kontrol, KVA: Kraniyovertebral açı, SBA: Sagittal baş açısı, SOA: Sagittal omuz açısı, C7-DM: Servikal 7. vertebra-duvar mesafesi, °: Derece, t: Bağımsız örneklem t testi, e: Eşli iki örnek testi, Cohen's d: Cohen'in etki büyüklüğü.



Şekil 4.5. Eğitim öncesi ve sonrası postüral parametrelerin karşılaştırılması

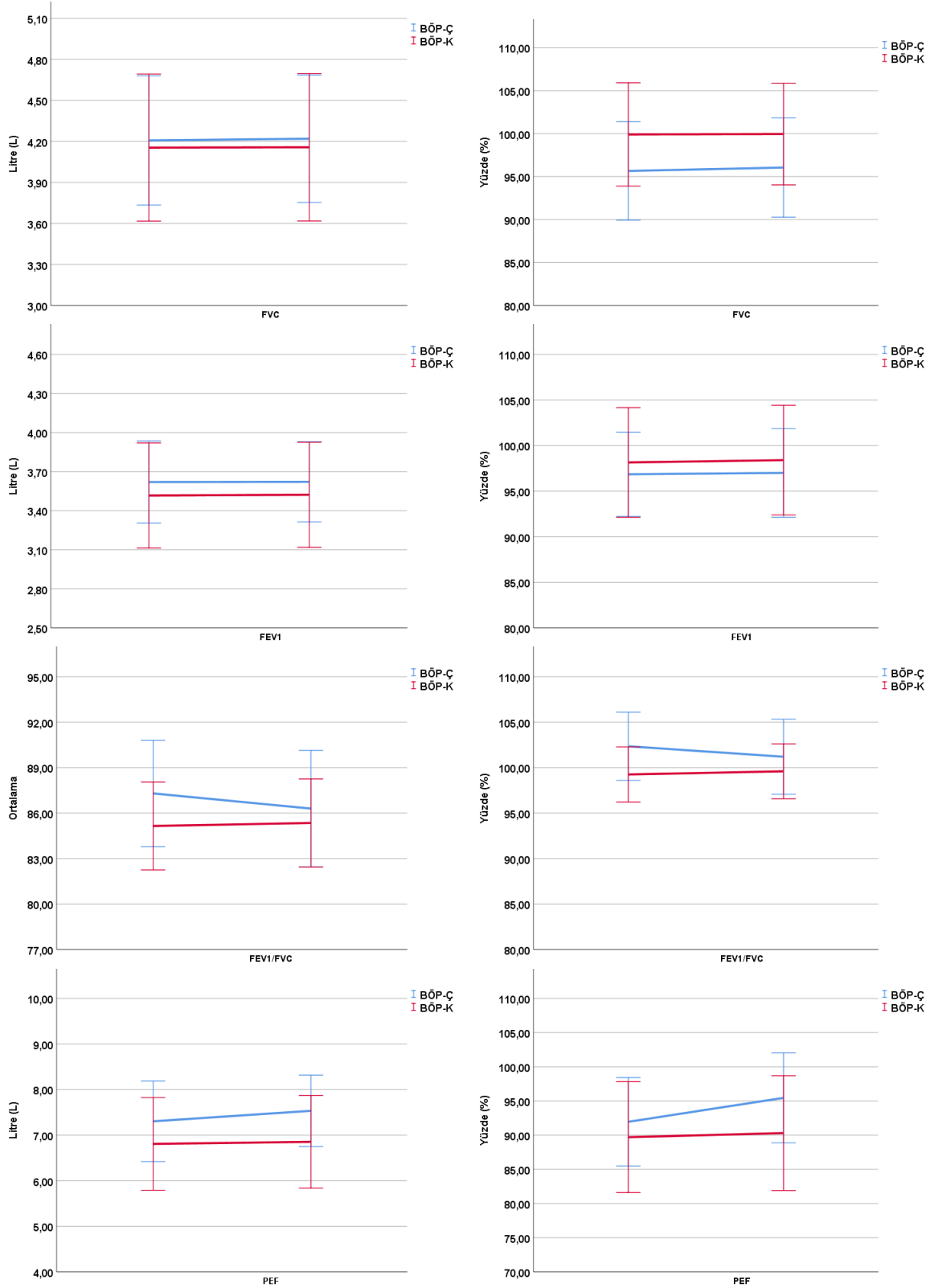
4.7. Eğitim Öncesi ve Sonrası Solunum Fonksiyon Testleri Karşılaştırılması

BÖP-Ç ve BÖP-K grubunun solunum fonksiyon testlerine ilişkin verileri detaylı olarak incelendi. Gruplar arası eğitim öncesi ve eğitim sonrası solunum fonksiyon testlerinde fark görülmedi ($p>0,05$). Grup içi eğitim öncesi ve eğitim sonrası solunum fonksiyon testlerinde de fark olmadığı saptandı ($p>0,05$). Tüm veriler Çizelge 4.7. ve Şekil 4.6.'de detaylı olarak sunuldu.

Çizelge 4.7. Eğitim öncesi ve sonrası solunum fonksiyon testleri karşılaştırılması

Değişkenler	BÖP-Ç (n:20)	BÖP-K (n:20)	Test ist.	p	Cohen's d
Eğitim öncesi- FVC	4,20±1,01	4,15±1,14	0,153	0,879 ^t	0,04
Eğitim sonrası- FVC	4,21±0,99	4,15±1,15	0,184	0,855 ^t	0,06
Test ist.	-0,531	-0,179			
p	0,602 ^e	0,860 ^e			
Cohen's d	0,098	0			
Eğitim öncesi- FVC (%)	95,65±12,23	99,90±12,84	-1,071	0,291 ^t	0,338
Eğitim sonrası- FVC (%)	96,05±12,34	99,95±12,63	-0,987	0,330 ^t	0,312
Test ist.	-0,709	-0,195			
p	0,487 ^e	0,847 ^e			
Cohen's d	0,158	0,043			
Eğitim öncesi- FEV ₁	3,61±0,67	3,51±0,86	0,421	0,676 ^t	0,129
Eğitim sonrası- FEV ₁	3,62±0,65	3,52±0,86	0,410	0,684 ^t	0,131
Test ist.	-0,076	-0,373			
p	0,940 ^e	0,713 ^e			
Cohen's d	0,086	0,150			
Eğitim öncesi- FEV ₁ (%)	96,85±9,87	98,15±12,85	-0,359	0,722 ^t	0,113
Eğitim sonrası- FEV ₁ (%)	97,00±10,40	98,40±12,84	-0,379	0,707 ^t	0,119
Test ist.	-0,196	-0,960			
p	0,847 ^e	0,349 ^e			
Cohen's d	0,043	0,217			
Eğitim öncesi- FEV ₁ /FVC	87,30±7,49	85,15±6,19	0,989	0,329 ^t	0,312
Eğitim sonrası- FEV ₁ /FVC	86,30±8,20	85,35±6,20	0,413	0,682 ^t	0,130
Test ist.	1,581	-0,328			
p	0,130 ^e	0,746 ^e			
Cohen's d	0,353	0,073			
Eğitim öncesi- FEV ₁ /FVC (%)	102,35±8,02	99,25±6,47	1,344	0,187 ^t	0,425
Eğitim sonrası- FEV ₁ /FVC (%)	101,20±8,81	99,60±6,44	0,655	0,516 ^t	0,207
Test ist.	1,510	-0,494			
p	0,148 ^e	0,627 ^e			
Cohen's d	0,336	0,110			
Eğitim öncesi- PEF	7,30±1,88	6,80±2,17	0,772	0,445 ^t	0,246
Eğitim sonrası- PEF	7,53±1,67	6,85±2,17	1,109	0,274 ^t	0,351
Test ist.	-0,979	-0,786			
p	0,340 ^e	0,442 ^e			
Cohen's d	0,219	0,194			
Eğitim öncesi- PEF (%)	91,95±13,82	89,70±17,32	0,454	0,652 ^t	0,143
Eğitim sonrası- PEF (%)	95,45±14,05	90,30±17,93	1,011	0,319 ^t	0,319
Test ist.	-1,206	-0,748			
p	0,243 ^e	0,464 ^e			
Cohen's d	0,269	0,167			

BÖP-Ç: Baş önde postür-çalışma, BÖP-K: Baş önde postür-kontrol, FVC: Zorlu vital kapasite, %: Yüzde, FEV₁: Birinci saniye zorlu ekspirasyon hacmi, PEF: Tepe ekspiratuar akış, t: Bağımsız örneklem t testi, e: Eşli iki örnek testi, Cohen's d: Cohen'in etki büyüklüğü.



Şekil 4.6. Eğitim öncesi ve sonrası solunum fonksiyon testleri karşılaştırılması

4.8. Eğitim Öncesi ve Sonrası Solunum Kuvvet ve Endurans Karşılaştırması

BÖP-Ç ve BÖP-K grubunun solunum kas kuvveti ve solunum enduransı verileri detaylı olarak incelendi. Gruplar arasında eğitim öncesi solunum kas kuvveti ve solunum

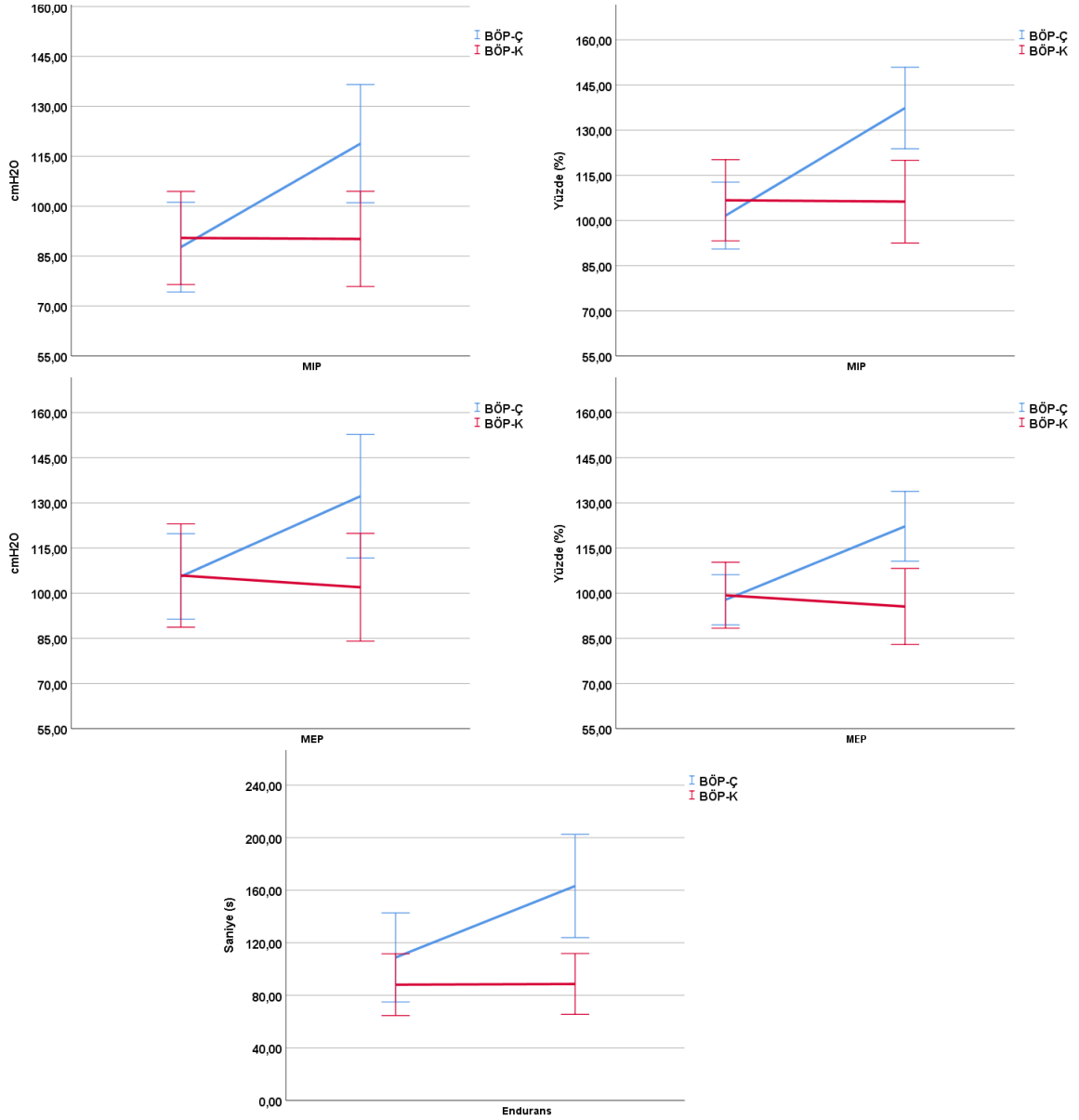
enduransında fark olmadığı görüldü ($p>0,05$). Eğitim sonrası solunum kas kuvveti ve solunum enduransı incelendiğinde; tüm parametrelerde gruplar arası fark olduğu belirlendi ($p<0,05$).

BÖP-Ç grubunun eğitim öncesi ve eğitim sonrası solunum kas kuvveti ve solunum enduransı farkı incelendiğinde; tüm parametrelerde fark olduğu saptandı ($p<0,05$). BÖP-K grubunun eğitim öncesi ve eğitim sonrası solunum kas kuvveti ve solunum enduransı arasında MEP (%) ($p: 0,049$) hariç herhangi bir fark bulunmadı ($p>0,05$). Tüm veriler Çizelge 4.8. ve Şekil 4.7.'de detaylı olarak sunuldu.

Çizelge 4.8. Eğitim öncesi ve sonrası solunum kuvvet ve endurans karşılaştırması

Değişkenler	BÖP-Ç (n:20)	BÖP-K (n:20)	Test ist.	p	Cohen's d
Eğitim öncesi- MİP	87,70±28,80	90,45±29,88	-0,230	0,818 ^m	0,093
Eğitim sonrası- MİP	118,80±37,95	90,15±30,56	-2,544	0,010^m	0,831
Test ist.	-3,920	-0,243			
p	<0,001^w	0,808 ^w			
Cohen's d	0,91				
Eğitim öncesi- MİP (%)	101,60±23,74	106,70±28,82	-0,611	0,545 ^t	0,193
Eğitim sonrası- MİP (%)	137,35±28,91	106,25±29,35	3,375	0,002^t	1,067
Test ist.	-7,913	0,254			
p	<0,001^e	0,802 ^e			
Cohen's d	1,769	0,056			
Eğitim öncesi- MEP	105,55±30,35	105,85±36,63	-0,298	0,766 ^m	0,008
Eğitim sonrası- MEP	132,20±43,89	101,95±38,26	-2,314	0,020^m	0,734
Test ist.	-3,586	-1,954			
p	<0,001^w	0,051 ^w			
Cohen's d	0,68	0,10			
Eğitim öncesi- MEP (%)	97,80±17,83	99,30±23,41	-0,228	0,821 ^t	0,072
Eğitim sonrası- MEP (%)	122,20±24,81	95,55±26,96	3,252	0,002^t	1,028
Test ist.	-5,585	2,098			
p	<0,001^e	0,049^e			
Cohen's d	1,249	0,467			
Eğitim öncesi- Solunum kas enduransı	108,83±72,37	88,11±50,16	-0,703	0,482 ^m	0,332
Eğitim sonrası- Solunum kas enduransı	163,25±83,93	88,65±49,47	-2,867	0,004^m	1,082
Test ist.	-3,323	-0,299			
p	0,001^w	0,765 ^w			
Cohen's d	0,69	0,01			

BÖP-Ç: Baş önde postür-çalışma, BÖP-K: Baş önde postür-kontrol, MİP: Maksimal inspiratuar basınç, %: Yüzde, MEP: Maksimal ekspiratuar basınç, t: Bağımsız örneklem t testi, e: Eşli iki örnek testi, m: Mann Whitney U testi, w: Wilcoxon testi, Cohen's d: Cohen'in etki büyüklüğü.



Şekil 4.7. Eğitim öncesi ve sonrası solunum kuvvet ve endurans karşılaştırması

4.9. Eğitim Öncesi ve Sonrası Performans Karşılaştırması

BÖP-Ç ve BÖP-K grubunun aerobik kapasitelerine ilişkin verileri detaylı olarak incelendi. Gruplar arasında koşu mesafesi ve tahmini VO_{2max} değerlerinde eğitim öncesi fark olmadığı görüldü ($p>0,05$). Eğitim sonrası koşu mesafesi incelendiğinde gruplar arası fark olduğu belirlendi ($p: 0,020$).

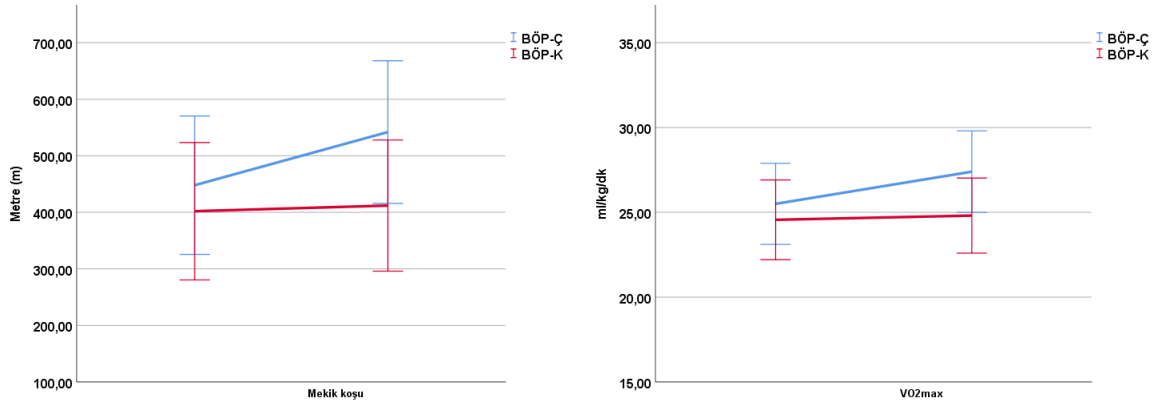
BÖP-Ç grubunun eğitim öncesi ve eğitim sonrası aerobik kapasite farkı incelendiğinde hem toplam mesafede hem de mekik koşu ile tahmin edilen VO_{2max} değerlerinde fark olduğu saptandı ($p<0,05$). BÖP-K grubunda eğitim öncesi ve eğitim sonrası aerobik kapasiteleri

açısından fark olmadığı belirlendi ($p>0,05$). Tüm veriler Çizelge 4.9. ve Şekil 4.8.'de detaylı olarak sunuldu.

Çizelge 4.9. Eğitim öncesi ve sonrası aerobik performans karşılaştırması

Değişkenler	BÖP-Ç (n:20)	BÖP-K (n:20)	Test ist.	p	Cohen's d
Eğitim öncesi- Mesafe	448,00±261,36	402,00±259,62	-1,031	0,314 ^m	0,176
Eğitim sonrası- Mesafe	542,00±269,33	412,00±247,80	-2,332	0,020^m	0,502
Test ist.	-3,839	-0,807			
p	0,001^w	0,420 ^w			
Cohen's d	0,86	0,18			
Eğitim öncesi- VO2_{max}	25,50±5,11	24,56±5,02	0,587	0,561	0,185
Eğitim sonrası- VO2_{max}	27,40±5,13	24,81±4,73	1,659	0,105	0,524
Test ist.	-7,710	-0,885			
p	<0,001^e	0,387 ^e			
Cohen's d	1,729	0,197			

BÖP-Ç: Baş önde postür-çalışma, BÖP-K: Baş önde postür-kontrol, m: Mann Whitney U t testi, w: Wilcoxon testi, e: Eşli iki örnek testi, Cohen's d: Cohen'in etki büyüklüğü.



Şekil 4.8. Eğitim öncesi ve sonrası performans karşılaştırması

4.10. Koşu Öncesi ve Sonrası Kardiyopulmoner Parametrelerinin İncelenmesi

Baş önde postür gruplarının mekik koşu öncesi ve sonrası kardiyopulmoner parametreleri incelendiğinde iki grup arasında yalnızca ilk değerlendirmede ölçülen sistolik kan basıncı parametresinde fark bulundu ($p: 0,049$). Grup içi karşılaştırmada ise BÖP-Ç grubunda son değerlendirmede mekik koşu öncesi ve sonrası değerlerde herhangi bir istatistiki fark bulunmazken ($p:0,428$), BÖP-K grubunda hem ilk değerlendirme ($p: 0,131$) hem de son değerlendirmede herhangi bir fark gözlenmedi ($p: 0,867$). Tüm veriler Çizelge 4.10.'da detaylı olarak sunuldu.

Çizelge 4.10. Kardiyopulmoner parametrelerinin değerlendirilmesi

		İlk değerlendirme			Son değerlendirme			
		Koşu Öncesi	Koşu sonrası	P ¹	Koşu Öncesi	Koşu sonrası	P ¹	P ²
Kalp atım hızı	BÖP-Ç	93,05±7,78	160,95±12,31	<0,001	91,50±11,78	159,60±15,71	<0,001	0,689
	BÖP-K	89,35±15,86	156,30±10,72	<0,001	87,20±9,01	156,95±11,10	<0,001	0,402
	p ³	0,355	0,210		0,203	0,542		
Sistolik kan basıncı	BÖP-Ç	124,50±12,39	148,55±7,95	<0,001	122,50±15,52	140,35±17,45	0,003	0,072
	BÖP-K	117,75±8,03	145,00±9,92	<0,001	119,45±7,09	146,05±8,27	<0,001	0,373
	p ³	0,049	0,219		0,429	0,195		
Diastolik kan basıncı	BÖP-Ç	80,45±8,91	88,45±8,99	<0,001	76,10±10,00	85,45±13,35	0,023	0,296
	BÖP-K	76,55±7,13	83,20±8,45	<0,001	78,45±5,44	86,70±5,95	<0,001	0,106
	p ³	0,135	0,065		0,362	0,705		
Oksijen satürasyon	BÖP-Ç	98,25±,44	97,75±0,85	0,029	98,30±,57	98,10±0,85	0,428	0,260
	BÖP-K	98,15±,81	97,50±1,54	0,131	97,90±,72	97,85±,99	0,867	0,090
	p ³	0,623	0,529		0,059	0,397		
Dispne	BÖP-Ç	0,05±0,15	5,00±1,72	<0,001	0,00±0,00	4,90±1,21	<0,001	0,865
	BÖP-K	0,00±0,00	4,15±1,42	<0,001	0,00±0,00	4,15±1,23	<0,001	1,000
	p ³	0,163	0,097		1,00	0,059		

1:Değerlendirmeler içi eşli iki örnek testi, 2: değerlendirme arası koşu sonrası eşli iki örnek testi, 3: BÖP-Ç ve BÖP-K gruplarının

karşılaştırması, bağımsız örneklem t testi.

5. TARTIŞMA

Bu çalışmanın amacı, BÖP'ü bulunan bireylerle nötral baş pozisyonuna sahip bireyleri karşılaştırmak ve uygulanan inspiratuar kas kuvveti eğitiminin postür, solunum fonksiyonları, solunum kas kuvveti, solunum enduransı ve fiziksel performans üzerindeki etkilerini incelemektir. BÖP ve kontrol grubunun postür parametreleri karşılaştırılmasında KVA, SBA ve C7-DM değerlerinde farklılık tespit edilirken, solunum fonksiyon testleri, solunum kas kuvveti ve aerobik performans test parametrelerinde herhangi bir fark olmadığı görüldü. Uygulanan inspiratuar kas kuvveti eğitiminin, KVA ile SBA'da artışa; C7-duvar mesafesi ile kifozda azalmaya neden olarak BÖP'e yönelik etkili bir müdahale yöntemi olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir. Ayrıca, inspiratuar kas kuvveti eğitiminin solunum kas kuvveti ve aerobik performans üzerinde pozitif etkileri olduğu, ancak solunum fonksiyon test parametreleri üzerinde anlamlı bir etkisinin bulunmadığı görüldü.

Kraniyovertebral açı, BÖP'ü değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Lateral fotoğraf çekimi, klinik uygulamalarda ve araştırmalarda KVA'yı değerlendirmek için sıkça tercih edilen, hızlı ve güvenilir bir yöntem olup altın standart olarak kabul edilmektedir [84]. KVA değeri kullanılan değerlendirme yöntemi ve çalışılan popülasyona göre değişiklik gösterebilse de, 48°-50°'nin altındaki KVA değeri BÖP olarak tanımlanmaktadır [86, 102]. Yapılan bir çalışmada, BÖP derecesi kategorize edilerek incelenmiştir. Buna göre, orta-şiddetli BÖP'e sahip bireylerde KVA değerlerinin 40.7° ile 43.2° arasında, hafif BÖP'e sahip bireylerde ise 46.9° ile 49.1° arasında olduğu belirtilmiştir [81]. Bu referans değerlere dayanarak, çalışmamıza dahil ettiğimiz katılımcıların hafif ile orta derecede BÖP'e sahip oldukları tespit edilmiştir.

Sagittal baş açısı, sagittal düzlemde başın ekstansiyon/ fleksiyon derecesini yansıtır. BÖP'te sıklıkla suboksipital kasların kısılmasına bağlı olarak SBA'da artış gözlenir [2, 3]. Ancak BÖP'te SBA'nın etkilenmediğini belirten ya da azaldığını belirten çalışmalarda literatürde mevcuttur [81, 85]. Çalışmamızda değerlendirdiğimiz katılımcılarda, SBA'nın kontrol grubuna kıyasla daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, çalışmamıza dahil edilen katılımcılarda "metin boyun" (text neck) duruşunun olabileceğini düşündürmektedir. Metin boyun duruşu, baş önde postüre benzer; ancak üst servikal bölgede ekstansiyon yerine, fleksiyon hareketi meydana gelir [112]. Bunun nedeni, günümüzde kullanımı gittikçe artan telefon ya da tablet gibi elle tutulan mobil cihazları kullanırken gözlerin cihaza sabitlenmiş

şekilde aşağıya bakmasıdır. Bu durum, BÖP'te görülen üst servikal vertebraların kompresyonun aksine, posterior yapılar üzerinde distraksiyon kuvvetlerine neden olur. Oksiput, atlas ve aksisin posterior elemanları birbirinden uzaklaşır; bu durum suboksipital kasların uzamasına, faset eklemlerinin üzerindeki yükün azalmasına ve posterior ligamentlerin gerilmesine yol açarak üst servikal vertebralarda fleksiyon hareketini meydana getirir [112]. Çalışmamızda, elle tutulan mobil cihazların ekran süresi ölçülmemiş olmasına rağmen, elde edilen sonuçların bu cihazların kullanım süresiyle ilişkili olabileceğini öngörmekteyiz.

Baş önde postüre genellikle artmış torakal kifoz eşlik etmektedir [4, 69, 113]. Çalışmamızda iki farklı yöntemle değerlendirilen kifoz ölçümleri ise birbirinden farklı sonuçlar ortaya koymuştur. Fotogrametrik ölçümlerde gruplar arasında anlamlı bir fark saptanmazken, C7–DM arasındaki mesafeye bakıldığında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Bu fark çeşitli şekillerde açıklanabilir. Öncelikle, çalışmamıza dahil edilen katılımcıların hafif ile orta dereceli BÖP'e sahip olduğu bilinmektedir [81]. Bu durum, omurgadaki görece küçük yer değiştirmelerin izole olarak servikal vertebralar tarafından tolere edildiğini ve torakal bölgenin kompensasyonuna gerek kalmadığını ya da sadece üst torakal vertebraların bu kompensasyona katıldığını düşündürmektedir [36]. Çalışmamızda ölçtüğümüz kifoz değerlerinin normal değerler içinde olması bu düşüncemizi destekler niteliktedir.

Ek olarak, C7–DM değerinde gruplar arasında fark bulunması, yalnızca üst torakal bölgede bir hiperkifoz gelişmiş olabileceğini düşündürmektedir. Bu duruma katkıda bulunabilecek bir diğer etken ise çalışmamıza dahil edilen katılımcıların genç bireylerden oluşmasıdır. Literatürde, yaşla birlikte torakal kifoz açısının arttığı ve buna bağlı olarak postüral bozuklukların görülme sıklığının yükseldiği bilinmektedir [114]. Bu bağlamda, çalışmamızda baş önde postürün izole bir bozukluk olarak gözlemlenmiş olması, katılımcıların genç yaş grubunda yer almasıyla ilişkili olabilir.

Çalışmamızda, SOA açısından gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. SOA; tekrarlayan baş üstü aktiviteler, uzun süreli masa başı çalışmaları, bilgisayar ve dizüstü bilgisayar kullanımı, ağızdan solunum, sırt çantası taşıma gibi çeşitli çevresel ve alışkanlığa bağlı faktörlerle ilişkilendirilmektedir [64]. Bununla birlikte, çalışmamızda kifoz açısından da gruplar arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır. Literatürde torakal kifoz açısındaki

artışın SOA ile ilişkili olduğu ve artan kifozun yuvarlak omuz postürünü etkileyebileceği bildirilmektedir [4, 64, 69]. Bu bağlamda, çalışmamıza katılan bireylerde kifoz açılarının benzer olması, SOA açısından gruplar arasında anlamlı bir farkın oluşmamasına yol açmış olabilir.

Mevcut literatürde, BÖP'e yönelik müdahalelerde hangi egzersiz türünün daha etkili olduğuna ya da belirli bir egzersiz yaklaşımının diğerlerine üstünlük sağladığına dair yeterli bilimsel kanıt bulunmamaktadır [87, 88, 90]. Literatür incelendiğinde izole olarak inspiratuar kas kuvvet eğitiminin BÖP'e etkisini değerlendiren yalnızca 3 çalışma bulunmaktadır [115–117]. Diğer çalışmalar genellikle ana müdahaleye ek olarak solunum eğitimi vermişlerdir [118–120]. Yapılan araştırmalarda, solunum egzersizlerinin omurga çevresindeki kasları güçlendirmesi yoluyla omurganın doğru hizalanmasına katkı sağladığı vurgulanmıştır. Bu etkinin olası mekanizması olarak, uygulanan eğitimin diyafram kasının kuvvetini ve enduransını artırarak hem istirahat halinde hem de egzersiz sırasında diyaframın daha etkin kullanılmasını sağladığı belirtilmektedir. Bu durum, solunum sırasında boyun ve omuz çevresindeki yardımcı solunum kaslarının kullanım gereksinimini azaltmakta ve postüral kontrolü olumlu yönde etkileyebilmektedir [115]. Ancak, inspiratuar kas kuvveti eğitiminin postür üzerindeki etkilerine ilişkin literatürde tam bir fikir birliği bulunmamaktadır. Bazı çalışmalar eğitim ile postürün düzelebileceğini belirtirken [115, 119–121], bazı çalışmalar ise solunum eğitiminin postürü düzeltmek için yeterli olmadığını savunmaktadır [116–118].

Yıldız ve ark. (2022), çalışmamıza benzer şekilde Powerbreathe® cihazıyla haftada iki gün, dört hafta süren solunum eğitimi sonucunda BÖP ve C7-DM ölçümlerinde anlamlı iyileşmeler bildirmiştir [115]. Buna karşılık, Alvarez ve ark. (2018) ile Villanueva ve ark. (2018), haftada iki gün uygulanan inspiratuar kas kuvveti eğitiminin sırasıyla sigara içen bireyler ve astım hastalarında BÖP ve kifoz üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını belirtmiştir [116, 117]. Jeong ve ark. (2024), omuz stabilizasyon egzersizlerine eklenen diyafram reedükasyon eğitiminin KVA'yı azaltmada daha etkili olduğunu, ancak yuvarlak omuz açısından fark yaratmadığını bildirmiştir [119]. Dareh-deh ve ark. (2022) ise terapötik egzersizlere eklenen balon egzersizlerinin KVA'yı artırmada etkili olduğunu, bu eğitimin ayrıca üst gövde yardımcı solunum kaslarının aktivitesini azaltıp diyafram aktivitesini artırdığını göstermiştir [120].

Bu çalışmaların aksine, Kang ve ark. (2016) haftada dört seans olmak üzere iki hafta süren McKenzie egzersizlerine eklenen geri bildirimli solunum egzersizlerinin, KVA'yı düzeltmede ek bir fayda sağlamadığını bildirmiştir [118]. Öte yandan, dört hafta boyunca haftada üç gün uygulanan respiratuar kas eğitiminin vertebral eğrilikler üzerindeki etkilerini inceleyen bir çalışmada, torakal kifozda %13, lumbal lordozda ise %17 oranında azalma gözlenmiş; ayrıca torakal fleksör kas kuvvetinde %10 artış tespit edilmiştir. Ancak bu çalışmada BÖP değerlendirilmemiştir [121]. Çalışmamızdan elde edilen bulgular, inspiratuar kas kuvveti eğitiminin BÖP ve torakal kifozun düzeltilmesinde etkili bir yöntem olduğunu, ancak SOA üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermektedir. Inspiratuar kas kuvveti eğitiminin postürü düzeltmede farklı etki mekanizmalarının rol oynayabileceğini düşünmekteyiz. Öncelikle, solunum eğitimi sırasında aktif hale gelen diyafram ve bazı yardımcı solunum kasları, aynı zamanda omurganın stabilizasyonunda görev alan kaslardır [121]. Inspiratuar kaslar, özellikle diyafram, yalnızca solunum fonksiyonlarında değil, aynı zamanda gövde stabilitesinin sağlanmasında da kritik bir rol oynamaktadır. Diyaframın düzgün fonksiyonu, spinal stabilizasyonu destekleyerek postüral kontrolü artırabilir [62].

Maksimal inspirasyon ve ekspirasyon sırasında yalnızca torakal bölge kasları değil, aynı zamanda abdominal bölge kasları da aktive olmaktadır. Bu durum, özellikle dirençli solunum egzersizleri sırasında daha belirgin hale gelir; bireyler genellikle dik oturma pozisyonunu tercih eder ve karın kaslarını kontrollü bir biçimde kullanırlar [122]. Dört haftalık solunum kası eğitimi uygulanan genç atletlerde, yalnızca akciğer kapasitesinde değil, aynı zamanda gövde fleksör kas kuvvetinde de artış gözlemlenmiştir [121]. Literatürde, "core" bölgesinde yer alan transversus abdominis kasının solunum süreci ve diyafram aktivitesi ile yakından ilişkili olduğu bildirilmektedir [122]. Bu bölgede bulunan kasların kuvvetinde ve aralarındaki nöromüsküler koordinasyonda meydana gelen artış, intra-abdominal basıncın yükselmesine neden olur. Artan intra-abdominal basınç, gövdede daha rijit bir yapı oluşturarak omurlar arasındaki mikro hareketleri sınırlar ve bu yolla omurga stabilitesini artırır [36, 58]. Verilen inspiratuar kas kuvvet eğitimi ile "core" bölgesinin çatısını oluşturan diyafram kas kuvvetinin artırılması yoluyla "core" bölgesinin kas kuvvetinin artırılması genel omurga üzerinde stabilitenin artmasına ve vertebraların diziliminde değişikliklere neden olmuş olabilir. Eğitim sonrası inspiratuar ve ekspiratuar kas kuvvetlerinin yaklaşık %30 oranında artması bu düşüncemizi destekler niteliktedir.

İkinci bir olasılık ise, diyafram kas kuvvetindeki artışın yardımcı solunum kaslarının işe alımını azaltmış olabileceğidir. BÖP'lü bireylerde SKM, skalen, pektoralis minör ve üst trapezius gibi bazı kasların solunum sırasında aşırı aktif hale geldiği bilinmektedir. Bu durum, solunumun birincil dinamik kası olan diyaframın aktivasyonunun azalmasına neden olabilmektedir [123]. Ayrıca, diyaframın duyuşal ve motor inervasyonundan sorumlu olan frenik sinir, C3–C5 (bazı bireylerde C6) spinal sinir köklerinden kaynaklanmakta ve anterior skalen fasya boyunca seyretmektedir. BÖP'lü bireylerde sık gözlenen anterior skalen kasın aşırı kullanımı, zamanla frenik sinirin kompresyonuna yol açarak trofik değışiklikler ve diyafram disfonksiyonu gelişimine neden olabilmektedir [97, 124]. Çalışmamızda uygulanan inspiratuar kas kuvveti eğitimi sonrasında hem inspiratuar hem de ekspiratuar kas kuvvetlerinde yaklaşık %30'luk bir artış gözlemlenmiştir. Bu artış, inspirasyonun primer kası olan diyaframın kuvvetinin ve aktivasyon düzeyinin arttığını göstermektedir. Diyaframın güçlenmesine bağılı olarak, SKM ve skalen kaslar gibi boyun bölgesindeki yardımcı solunum kaslarının normal solunum üzerindeki katkısının azalabileceğı ve buna paralel olarak BÖP şiddetinin düşmesiyle birlikte bu kasların aktivasyon seviyelerinin de azalmış olabileceğini düşünmekteyiz [115, 120, 125].

Üçüncü olası mekanizma, boyun bölgesindeki kasların aktivasyon düzeylerinin ve agonist–antagonist kas dengelerinin yeniden sağlanmış olmasıdır. Baş önde postürü bulunan bireylerde, genellikle derin boyun fleksör kaslarının zayıflığı görülmekte ve bu durum, SKM ve skalen kaslar gibi yardımcı kasların aşırı aktivitesiyle telafi edilmektedir [118]. BÖP'te SKM ve skalen kasların aktivitesinde artış gözlenirken, servikal omurganın stabilizatörleri olan longus capitis ve longus colli kaslarının aktivasyonu azalmaktadır [86]. SKM'nin BÖP ile birlikte kısılması ve aktivasyonunun artması, antagonist kas grubu olan derin servikal fleksörlerin uzamasına ve aktivasyonlarının azalmasına yol açarak kas kuvveti ve aktivasyonu açısından bir dengesizlik meydana getirir [86, 93]. Uygulanan inspiratuar kas kuvveti eğitimi, SKM aktivitesini azaltarak, antagonist kaslar olan ve servikal vertebraların stabilizasyonunda önemli rol oynayan longus colli ve longus capitis kaslarının aktivasyonunun artmasına katkı sağlamış olabilir. Longus colli ve longus capitis kaslarının yüksek düzeydeki aktivitesi, kraniyoservikal bölge üzerinde belirgin bir öne translasyon oluşturmada, intrinsik stabiliteyi artırmasından dolayı önem arz etmektedir. [44].

Yapılan bir meta-analiz, egzersiz müdahalelerinin KVA üzerinde olumlu etkileri olduğunu ve KVA değerini boyun ağrısı olan bireylerde ortalama 4,5 derece, boyun ağrısı olmayan

bireylerde ise ortalama 4,58 derece artırdığını göstermiştir [89]. Ancak, KVA'daki artışın klinik olarak anlamlı kabul edilebileceği eşik değere ilişkin literatürde henüz net bir görüş birliği bulunmamaktadır. Çalışmamızda uygulanan solunum eğitimi sonucunda KVA'da yaklaşık 4,3 derecelik bir artış gözlenmiş ve elde edilen bu sonuç literatürle uyumlu bulunmuştur. Bu bulgu, uygulanan inspiratuar kas kuvveti eğitiminin diğer egzersiz protokolleriyle benzer etkilere sahip olabileceğini düşündürmektedir. Bununla birlikte, KVA'daki değişimin klinik olarak anlamlı sayılabilmesi için hangi derece aralığında bir farkın yeterli kabul edileceği konusu halen netlik kazanmamıştır. Ancak çalışmamızda gruplar arasında gözlenen farkın etki büyüklüğünün büyük düzeyde olması (Cohen's d: 1,015), bu değişimin klinik açıdan da anlamlı olabileceğini desteklemektedir [126, 127].

Daha önce de belirtildiği üzere, eğitim grubundaki katılımcıların SBA değerleri, kontrol grubuna kıyasla daha düşüktü. Bu durumun olası nedenlerinden biri olarak katılımcılarda “metin boyun” olabileceği belirtilmişti [112]. Eğitim sonrasında SBA'da bir artış gözlenmiştir. Inspiratuar kas kuvveti eğitimi ile birlikte KVA'daki iyileşme, boyun kaslarındaki yapısal ve fonksiyonel değişiklikler ile agonist-antagonist kas aktivasyonlarının yeniden düzenlenmesi, omurga stabilitesinin artmasına katkı sağlamış olabilir. Tüm bu etkenlerin SBA'nın iyileşmesinde rol oynayabileceği düşünülmektedir. Buna ek olarak, solunum eğitiminin bireylerin beden farkındalığını ve postüral kontrolünü artırarak duruş bozukluklarının düzeltilmesinde de etkili olabileceğini düşünmekteyiz [128].

Postural bozukluğu olan genç yetişkin bireylerde inspiratuar kas kuvveti eğitiminin etkisini inceleyen çalışmalar, nispeten kısa süreli müdahalelerin dahi kifozda iyileşmeye yardımcı olabileceğini göstermektedir. Örneğin, Obayashi ve ark. (2012), dört hafta boyunca haftada üç gün uygulanan solunum kas egzersizlerinin ardından, torakal kifoz açısından kontrol grubuna kıyasla anlamlı bir azalma meydana geldiğini rapor etmiştir [121]. Benzer şekilde, Yıldız ve ark. (2022), genç yetişkinlerde hiperkifozu düzeltmek amacıyla inspiratuar kas kuvveti eğitimini etkili olduğunu belirtmektedir [115]. Haghighi ve ark. (2020), belirgin hiperkifozu olan bireylerde haftada beş gün, 12 hafta boyunca uygulanan inspiratuar kas kuvveti eğitiminin, yalnızca postür egzersizlerine kıyasla torakal kifozu anlamlı düzeyde azalttığını bildirmiştir [129]. Buna karşın, Villanueva ve ark. (2018) ile Alvarez ve ark. (2018), inspiratuar kas kuvveti eğitiminin astımlı bireylerde ve sigara içenlerde kifozun düzeltilmesinde yeterli olmadığını belirtmiştir [116, 117].

Çalışmamızdan elde edilen bulgular, altı haftalık inspiratuar kas kuvveti eğitiminin torakal kifozu azalttığını göstermektedir. Önceki çalışmalarda bu etkinin, inspiratuar kas kuvveti eğitiminin abdominal kas kuvvetinde artışa ve torakal-abdominal kaslar arasındaki kas koordinasyonunun gelişmesine neden olmasıyla açıklanabileceği belirtilmiştir. Bu gelişmeler sonucunda artan intra-abdominal basınç, kaburgalara aşağıdan yukarıya doğru bir itme kuvveti uygulayarak torakal vertebralarda ekstansiyon momenti oluşturmakta ve bu da torakal kifozun azalmasına katkı sağlamaktadır [121, 130]. Bir diğer olası mekanizma ise torakal rijiditenin torakal kifoz gelişimine katkıda bulunmasıdır. İnspiratuar kas kuvveti eğitimi sırasında derin inspirasyon ve ekspirasyon yapılması torakal rijiditeyi azaltarak torakal kifozun düzelmesine yardımcı olabileceği belirtilmektedir [121].

Elde ettiğimiz sonuçlar genel olarak literatür ile uyumlu olmakla birlikte [115, 121, 129], bazı çalışmalarla çelişen bulgular da mevcuttur [116, 117]. Örneğin, Alvarez ve ark. (2018) solunum eğitimini dört hafta boyunca haftada iki gün, Villanueva ve ark. (2018) ise altı hafta süresince yine haftada iki gün olarak uygulamıştır. Bu çalışmalara kıyasla, tarafımızca uygulanan solunum eğitimi süre ve sıklık açısından daha yoğundur. Altı hafta boyunca her gün, günde iki kez uygulanan bu yoğun solunum eğitimi, önceki çalışmaların da ortaya koyduğu üzere postüral parametrelerde anlamlı iyileşmelere katkı sağlayabilmektedir. Bu nedenle, çalışmamızda elde edilen olumlu sonuçlar, uygulanan eğitimin yoğunluğu ile açıklanabilir.

Omurganın servikal ve torakal bölgelerinin stabilitesi, sağlıklı ve sorunsuz bir solunum fonksiyonu için kritik öneme sahiptir [131]. Solunum fonksiyonlarındaki bozulmalar, gövde postüründeki bozukluklar ve solunum kaslarının zayıflamasıyla ilişkili çeşitli fonksiyonel sorunlarla bağlantılıdır [132]. Nötral omurga diziliminde meydana gelen herhangi bir değişikliğin, omurganın kinetik zincir yapısı nedeniyle diğer omurga eğriliklerinde telafi edici bozukluklara yol açabileceği bildirilmektedir. Bu bağlamda, baş önde postür; torakal kifoz, yuvarlak omuz postürü ve skapular diskinezi ile yakından ilişkilidir [69]. Bu postüral değişikliklerin, göğüs kafesinin şeklini değiştirerek solunum mekaniğini olumsuz yönde etkileyebileceği belirtilmektedir [11, 120, 125]. Torasik omurgada kifozun artması, kostovertebral eklemlerin hareket açıklığını kısıtlayarak torasik ekspansiyonun azalmasına neden olur [133]. Torasik göğüs kafesi hareketliliğindeki azalma, maksimal inspirasyon sırasında hem torasik hem de akciğer ekspansiyonunu sınırlandırır. Ayrıca, kifozun şiddetlenmesine bağlı olarak gelişen torasik kas zayıflığı da pulmoner fonksiyonlarda ek bir

azalmaya yol açabilir [133]. Göğüs kafesinin hareketliliğinin optimal düzeyde korunması, inspiratuar ve ekspiratuar fazlarda göğüs kafesinin tam ekskursiyon gerçekleştirebilmesi açısından kritik öneme sahiptir ve bu durum pulmoner ventilasyonun etkinliğini doğrudan etkilemektedir [116]. BÖP alt toraksta daralmaya ve göğüs kafesi hareketliliğinde kısıtlanmaya neden olarak, diyaframın aşağı doğru etkili bir şekilde kasılmasını zorlaştırır [12, 134].

Baş önde postürün solunum üzerindeki etkisini inceleyen çalışmaların çoğu, solunum fonksiyonlarının ya etkilenmediğini ya da olumsuz etkilendiğini bildirmektedir [12, 125, 135, 136]. Kim ve ark. (2017) tarafından yürütülen bir çalışmada, KVA ile VC, FVC, FEV₁, PEF arasında anlamlı pozitif korelasyonlar bulunmuştur [125]. Başka bir çalışmada ise BÖP'ün alt toraksın hareketliliğinin azalmasına ve buna bağlı olarak solunum fonksiyonlarının düşmesine yol açtığı belirtilmektedir. Ancak, bu çalışmada katılımcılardan BÖP'ü mümkün olan en fazla düzeyde simüle etmeleri istenmiştir; bu aşırı yer değiştirmenin elde edilen sonuçlar üzerinde etkili olabileceği düşünülmektedir [12]. Han ve ark. (2016), BÖP'ün solunum fonksiyonu ve yardımcı solunum kaslarının aktivitesi üzerindeki etkilerini incelemişler ve BÖP grubunda FVC ve FEV₁ değerlerinin normal gruba kıyasla anlamlı derecede düşük olduğunu göstermiştir [135]. Kang ve ark. (2018) tarafından yürütülen çalışmada, BÖP'ü olan ve KVA değeri ortalama $45,7 \pm 3,4$ olan katılımcılarda KVA ile FVC, SKM ve anterior skalen kasların aktivitesi değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, bu bireylerin pulmoner fonksiyon parametrelerinin normal sınırlar içerisinde olduğunu göstermiştir [136].

Bizim çalışmamızda, BÖP'ü bulunan katılımcılar ile nötral baş pozisyonuna sahip katılımcılar arasında solunum fonksiyon parametreleri açısından anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Önceki araştırmalar, solunum fonksiyonlarındaki bozulmanın başlıca nedeninin BÖP'ten ziyade, torakal omurgada meydana gelen deformasyonlar, özellikle de ileri derecede hiperkifoz ile daha yakından ilişkili olduğunu ortaya koymuştur [125, 133]. Bu doğrultuda, çalışmamızda her iki grubun torakal kifoz açıları normal sınırlar içerisinde yer aldığından, solunum fonksiyonlarında anlamlı bir farklılık gözlenmemesi beklenen bir sonuç olarak değerlendirilebilir. Öte yandan, solunumun etkilendiğini bildiren bazı çalışmalar yalnızca baş önde postürü değerlendirmiş, torakal bölgedeki yapısal değişiklikleri dikkate almamıştır [12, 125, 135, 136]. Bu bağlamda, elde ettiğimiz bulgular, torakal omurga yapısı bozulmadığı sürece yalnızca başın öne konumlanmasının solunum fonksiyonlarını

anlamli düzeyde etkileyebileceğini düşündürmektedir. Ayrıca, literatürde BÖP'lü bireylerde solunum parametrelerinin normal aralıkta kaldığını bildiren çalışmalar da mevcuttur [132, 136]. Çalışmamızın sonuçları da bu çalışmalarla tutarlılık göstermekte ve BÖP'ün solunumu anlamli ölçüde etkileyebilmesi için postüral bozukluğun torakal düzeyde belirgin deformasyonlarla birlikte ortaya çıkması gerektiğine işaret etmektedir.

Sağlıklı bireyler ve çeşitli hasta grupları üzerinde yapılan çalışmalarda, inspiratuar kas kuvveti eğitiminin FEV₁ ve FVC üzerindeki etkilerine ilişkin bulgular tutarsızdır; bazı çalışmalar bu solunum parametrelerinde anlamli artışlar bildirmişken, bazıları ise benzer bir değişiklik saptamamıştır [115–117, 129, 137, 138]. Ramsook ve ark. (2017) tarafından sağlıklı yetişkin bireyler üzerinde yürütölen bir çalışmada, egzersize ek olarak uygulanan beş haftalık inspiratuar kas kuvveti eğitiminin yalnızca MIP'i artırdığı, ancak solunum fonksiyon parametrelerinde anlamli bir iyileşme sağlamadığı rapor edilmiştir [138]. Bu bulguların aksine, Başbuğ ve ark. (2023) tarafından idiopatik skolyoz tanısı almış bireyler üzerinde gerçekleştirilen çalışmada, sekiz hafta boyunca haftada altı gün ve günde iki kez egzersize ek olarak uygulanan inspiratuar kas kuvveti eğitiminin, yalnızca egzersiz uygulanan grupta karşılaştırıldığında FVC, MIP ve MEP düzeylerinde daha belirgin artışlar sağladığı bildirilmiştir [137]. Çalışmamızın bulguları ise, altı haftalık inspiratuar kas kuvveti eğitiminin solunum fonksiyon parametrelerinde anlamli bir değişikliğe yol açmadığını; ancak solunum kas kuvvet ve enduransında artış sağladığını ortaya koymuştur.

Kifoz ve BÖP gibi postüral bozuklukların solunum fonksiyonlarını olumsuz etkileyebileceği literatürde sıklıkla vurgulanmaktadır [12, 125, 135, 139]. Ancak çalışmamızda, uygulanan egzersiz eğitimi sonrasında hem kifoz açısından hem de BÖP açısından anlamli düzeltilmeler elde edilmesine rağmen, solunum fonksiyon parametrelerinde istatistiksel olarak anlamli bir değişiklik gözlenmemiştir. Bu durumun olası nedenleri arasında, çalışmaya dahil edilen bireylerin solunum fonksiyon testlerinin başlangıçta normal sınırlar içinde olması ve dolayısıyla bu parametrelerin müdahaleye duyarlılığının sınırlı kalması yer almaktadır. Ayrıca, postüral iyileşmelerin solunumu etkileyebilecek düzeyde yapısal ya da fonksiyonel değişiklikler oluşturmamış olabileceği de göz önünde bulundurulmalıdır. Çalışmamıza dahil edilen katılımcıların ileri düzeyde BÖP'e sahip olmamaları ve torakal kifoz açısı değerlerinin normal sınırlar içinde bulunmasına ek olarak MIP, MEP, FVC, FEV₁ ve FEV₁/FVC tahmini değerlerinin %95'in, PEF tahmini değerinin ise %90'ın üzerinde olması da bu düşüncemizi destekler niteliktedir. Bir diğör olası açıklama ise, önceki çalışmalarda da belirtildiği gibi

[116, 117], uygulanan inspiratuar kas kuvveti eğitiminin ekspiratuar kaslara doğrudan odaklanmamasından kaynaklanıyor olabileceğidir.

Çalışmamızda elde edilen dikkat çekici bulgulardan biri, inspiratuar kas kuvveti eğitimi sonrasında yalnızca inspiratuar değil, aynı zamanda ekspiratuar kas kuvvetinde de artış gözlemlenmiş olmasıdır. Bu etkinin olası nedenleri arasında, inspiratuar ve ekspiratuar kas gruplarının fonksiyonel olarak birbirine yakın çalışması, eğitimle birlikte nöromusküler koordinasyonun gelişmesi ve abdominal bölgede yer alan kasların kuvvetlenmesi yer almaktadır [121, 137, 140].

Çalışmamızda, inspiratuar kas kuvveti eğitiminin hem aerobik kapasiteyi hem de fiziksel performansı anlamlı düzeyde artırdığı tespit edilmiştir. Bu bulgular, inspiratuar kas eğitiminin solunum kas gücünü artırarak egzersiz performansını iyileştirdiğini bildiren önceki literatürle uyumlu bir görünüm sergilemektedir [111, 141–145]. İspiratuar kas kuvveti eğitiminin egzersiz performansını artırmadaki etkisi, birden fazla fizyolojik mekanizmayla açıklanabilmektedir. Egzersiz sırasında solunum kaslarında gelişen yorgunluğun, performansı olumsuz etkilediği bilinmektedir. Bu durum, solunum kaslarında biriken metabolitlerin grup III ve IV afferent sinir liflerini aktive etmesiyle birlikte sempatik sinir sisteminin uyarılmasına ve buna bağlı olarak periferik kaslarda vazokonstriksiyona yol açmasına neden olan metaborefleks mekanizmasıyla açıklanmaktadır [142]. İspiratuar kas kuvveti eğitimi, öncelikli olarak diyafram kasını hedef alır ve diyaframın kuvvet ve dayanıklılığını artırarak solunum yorgunluğunu azaltır. Bu sayede, metaborefleksin devreye girme süresi gecikir, egzersiz sırasında kan laktat düzeyleri düşer. Bunun sonucunda sempatik aktivasyon azalır, sistemik düzeyde vazodilatasyon sağlanır ve periferik kasların perfüzyonu iyileşir; bu da fonksiyonel kapasitenin artmasına katkı sunar [141]. Nitekim, PowerBreathe® cihazı kullanılarak uygulanan inspiratuar kas eğitimi değerlendiren bir meta-analiz, eğitim ile MIP'te anlamlı düzeyde artış sağlandığını ortaya koymuştur. Bu bulgu, diyaframın oksidatif kapasitesinde artış ve buna bağlı olarak yorgunluğa karşı artan direnç ile ilişkilendirilmiştir [146]. Ayrıca, inspiratuar kas eğitiminin, solunum kaslarının enerji metabolizmasını daha verimli hale getirerek iskelet kaslarına kıyasla daha az oksijen tüketimine neden olduğu da bildirilmektedir [141].

Yoğun egzersiz sırasında solunum kaslarının kalp debisinin yaklaşık %16'sını kullandığı bilinmektedir [147]. Solunum kaslarının eğitilmesiyle bu kasların iş yükünün azalması, hem

primer hem de yardımcı solunum kaslarına olan oksijen talebini düşürmekte; böylece lokomotor kaslara daha fazla kan akışı sağlanarak egzersiz sırasında yorgunluğa karşı daha yüksek direnç elde edilmektedir [18]. Egzersiz performansında gözlemlenen iyileşmelerin, efor sırasında hissedilen dispne düzeylerindeki azalma ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Ancak bu iyileşmenin altında yatan fizyolojik mekanizmalar henüz tam olarak açıklığa kavuşturulamamıştır [138, 145]. Tüm bu bulgular ışığında, inspiratuar kas kuvvet eğitimi sportif performansı artırmaya yönelik potansiyel bir ergojenik antrenman yöntemi olarak değerlendirilmektedir [141].

İnspiratuar kas eğitiminin VO_{2max} üzerindeki etkileri, fiziksel performans üzerindeki etkileri kadar net ve tutarlı değildir. Literatürde yer alan bazı araştırmalar VO_{2max} değerinde küçük fakat istatistiksel olarak anlamlı artışlar bildirirken [143, 148], diğer çalışmalar ise VO_{2max} 'da belirgin bir değişiklik olmadığını ya da elde edilen performans artışlarının VO_{2max} 'tan bağımsız gerçekleştiğini öne sürmektedir [149–151]. Chatham ve ark. (1999), inspiratuar kas eğitiminin sağlıklı bireylerde mekik koşusu performansını ve bu testten elde edilen tahmini VO_{2max} değerini artırdığını bildirmiştir [143]. Benzer şekilde, Griffiths ve ark. (2007) de inspiratuar kas kuvveti eğitimi sonrasında VO_{2max} değerinde anlamlı bir artış saptamıştır [148]. Ancak, konuyla ilgili yapılan bir meta-analiz, inspiratuar kas kuvveti eğitiminin VO_{2max} üzerinde olumlu etkiler gösterebileceğini, fakat bu etkinin istatistiksel açıdan anlamlı düzeyde olmadığını ortaya koymuştur. Çalışmamızda ise, mekik koşu testinden elde edilen tahmini VO_{2max} değerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlemlenmiştir. Bu bulgu, inspiratuar kas eğitiminin özellikle düşük kardiyorespiratuar uygunluk düzeyine sahip bireylerde daha etkili olabileceğini ortaya koyan önceki çalışmalarla uyumludur [142]. Bu bağlamda, çalışmamıza dahil edilen katılımcıların sedanter bireylerden oluşması, önceki çalışmaların ise genellikle antrenmanlı sporcular üzerinde gerçekleştirilmiş olması, literatürdeki farklı sonuçların açıklanmasında etkili bir faktör olabilir.

5.1. Çalışmanın Güçlü Yanları ve Limitasyonları

Çalışmamız izole BÖP'ü olan katılımcılarda inspiratuar kas kuvvet eğitiminin etkisini inceleyen ilk çalışma olma özelliğini taşımaktadır. Çalışmamızda etkinliği daha önceki çalışmalarda kanıtlanmış, kişiye özel ve yapılandırılmış bir inspiratuar kas kuvvet eğitiminin kullanılması çalışmanın bir diğer güçlü yanını oluşturmaktadır. Bir başka önemli güçlü yön

ise değerlendirme sırasında postür, solunum fonksiyonları, solunum kas kuvveti, solunum enduransı ve fiziksel performans gibi çok boyutlu ölçümlerin kullanılmasıdır. Bu durum uygulanan eğitimin etkilerinin kapsamlı ve bütüncül bir şekilde incelenmesini sağlamıştır. Çalışmamızın güçlü yönlerinden bir diğeri ise, herhangi bir klinik tanı almamış genç bir popölasyon üzerinde yürütölmüş olmasıdır. Günümüzde mobil cihaz ve bilgisayar kullanım sürelerinin artmasıyla birlikte BÖP, yaygın bir halk sağlığı problemi haline gelmektedir. Bu bağlamda, çalışmamız inspiratuar kas kuvvet eğitiminin birinci basamak sağlık hizmetlerinde BÖP'e yönelik egzersize ek olarak kullanılabilecek etkili ve alternatif bir tedavi seçeneği olduğunu göstermektedir.

Eğitimle birlikte gözlemlenen postür, solunum ve performans iyileşmelerinin altında yatan mekanizmalar çalışmamız kapsamında açıklanamamıştır. Servikal ve torakal bölgede yer alan postüral ve yardımcı solunum kaslarının aktivasyon düzeyleri ile kas kuvvetlerinin değerlendirilmemiş olması, çalışmamızın limitasyonlarından biridir. Ek olarak çalışmamızda lumbal lordoz açısının değerlendirilmemesi bir limitasyon olarak değerlendirilmektedir. Çalışmamızda plasebo grubunun yer almaması, bir diğer metodolojik sınırlılık olarak değerlendirilmektedir. Uygulanan eğitim yalnızca inspiratuar kas kuvvetine odaklanmıştır; ancak ekspiratuar kas kuvveti eğitiminin de dahil edilmesinin, müdahalenin genel etkinliğini artırabileceği düşünülmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Baş önde postüre sahip katılımcılar ile normal baş postürüne sahip katılımcıların postür, solunum fonksiyonları, solunum kas kuvveti, solunum enduransı ve fiziksel performans açısından karşılaştırıldığı ve BÖP'ü bulunan katılımcılara verilen inspiratuar kas kuvveti eğitiminin bu parametreler üzerindeki etkisinin incelendiği çalışmamızın sonuçları aşağıda sunulmuştur.

- BÖP'le birlikte SBA ve C7-DM postüral parametrelerinde de değişiklikler meydana gelmektedir; ancak BÖP'ün solunum fonksiyonları, solunum kas kuvveti ve fiziksel performans parametreleri üzerinde anlamlı bir etkisi bulunmamaktadır.
- BÖP'ü bulunan katılımcılara verilen inspiratuar kas kuvveti eğitimi, KVA, SBA, C7-DM ve Kifoz parametrelerini iyileştirerek postür üzerinde olumlu etkiler sağlamaktadır.
- BÖP'ü bulunan katılımcılara verilen inspiratuar kas kuvveti eğitimi FVC, FEV₁, FEV₁/FVC ve PEF gibi solunum fonksiyon parametrelerinde değişiklik meydana getirmemiştir.
- Eğitim sonrası hem inspiratuar hem de ekspiratuar kas kuvvetlerinde artış gözlemlenmiştir.
- BÖP'ü bulunan katılımcılara verilen inspiratuar kas kuvveti eğitimi ile birlikte mekik koşu testi ile hem koşulan mesafe hem de tahmin edilen VO₂max değerinde anlamlı bir artış tespit edilmiştir.

Çalışma öncesi kurduğumuz hipotezlerden H1₁, H1₄ ve H1₆ sağlanırken, H1₂, H1₃ ve H1₅ sağlanmamıştır.

Çalışmamızın bu sonuçları doğrultusunda, verilen inspiratuar kas kuvvet eğitiminin BÖP'ün düzeltilmesinde etkili bir yöntem gibi gözükmektedir. Özellikle genç ve sağlıklı bireylerde, yapısal deformitenin ileri düzeyde olmadığı durumlarda, yalnızca solunum kaslarına yönelik uygulanan bir eğitim programı ile postüral parametrelerde anlamlı iyileşmeler elde edilmiştir. Bu sonuç inspiratuar kas kuvveti eğitiminin postüral bozuklukların yönetilmesinde alternatif bir müdahale olabileceğini göstermektedir.

Gelecek çalışmalarda, BÖP bulunan bireylerde uygulanan inspiratuar kas kuvveti eğitiminin yardımcı solunum kaslarının aktivasyonu üzerindeki etkilerinin araştırılması önerilmektedir.

Ayrıca, bireyin biyopsikososyal bir varlık olduğu göz önünde bulundurularak, bu eğitimin postüral iyileşme sonrasında emosyonel durum üzerindeki olası etkilerinin de değerlendirilmesi önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

1. Shaghayegh Fard, B., Ahmadi, A., Maroufi, N., and Sarrafzadeh, J. (2016). Evaluation of forward head posture in sitting and standing positions. *European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*, 25(11), 3577–3582.
2. Patwardhan, A. G., Khayatzadeh, S., Havey, R. M., Voronov, L. I., Smith, Z. A., Kalmanson, O., Ghanayem, A. J., and Sears, W. (2018). Cervical sagittal balance: a biomechanical perspective can help clinical practice. *European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*, 27(Suppl 1), 25–38.
3. Khayatzadeh, S., Kalmanson, O. A., Schuit, D., Havey, R. M., Voronov, L. I., Ghanayem, A. J., and Patwardhan, A. G. (2017). Cervical Spine Muscle-Tendon Unit Length Differences Between Neutral and Forward Head Postures: Biomechanical Study Using Human Cadaveric Specimens. *Physical therapy*, 97(7), 756–766.
4. Griegel-Morris, P., Larson, K., Mueller-Klaus, K., and Oatis, C. A. (1992). Incidence of common postural abnormalities in the cervical, shoulder, and thoracic regions and their association with pain in two age groups of healthy subjects. *Physical therapy*, 72(6), 425–431.
5. Key J. (2013). 'The core': understanding it, and retraining its dysfunction. *Journal of bodywork and movement therapies*, 17(4), 541–559.
6. Dawood, R. S., Abdelraouf, O. R., Mehmed, S., Moubarak, E. Els., and Elborady, A. A. (2023). Assessment of core endurance and shoulder proprioception in dental students with and without forward head posture. *Bulletin of Faculty of Physical Therapy*, 28(1), 1–7.
7. Akuthota, V., and Nadler, S. F. (2004). Core strengthening. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 85(3 Suppl 1), S86–S92.
8. Colston, M. A. (2012). Core Stability, Part 2: The Core-Extremity Link. *International Journal of Athletic Therapy and Training*, 17(2), 10–15.
9. Kim, E. K., and Kim, J. S. (2016). Correlation between rounded shoulder posture, neck disability indices, and degree of forward head posture. *Journal of physical therapy science*, 28(10), 2929–2932.
10. De Troyer A. (1997). Effect of hyperinflation on the diaphragm. *The European respiratory journal*, 10(3), 708–713.
11. Szczygiał, E., Węglarz, K., Piotrowski, K., Mazur, T., Mętel, S., and Golec, J. (2015). Biomechanical influences on head posture and the respiratory movements of the chest. *Acta of bioengineering and biomechanics*, 17(2), 143–148.

12. Koseki, T., Kakizaki, F., Hayashi, S., Nishida, N., and Itoh, M. (2019). Effect of forward head posture on thoracic shape and respiratory function. *Journal of physical therapy science*, 31(1), 63–68.
13. Triangto, K., Widjanantie, S. C., and NUSDWINURINGTYAS, N. (2019). Biomechanical Impacts of Forward Head Posture on the Respiratory Function. *Indonesian Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 8(02), 50–64.
14. Legrand, A., Schneider, E., Gevenois, P. A., and De Troyer, A. (2003). Respiratory effects of the scalene and sternomastoid muscles in humans. *Journal of Applied Physiology*, 94(4), 1467–1472.
15. Thigpen, C. A., Padua, D. A., Michener, L. A., Guskiewicz, K., Giuliani, C., Keener, J. D., and Stergiou, N. (2010). Head and shoulder posture affect scapular mechanics and muscle activity in overhead tasks. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20(4), 701–709.
16. Kang, J. I., Choi, H. H., Jeong, D. K., Choi, H., Moon, Y. J., and Park, J. S. (2018). Effect of scapular stabilization exercise on neck alignment and muscle activity in patients with forward head posture. *Journal of physical therapy science*, 30(6), 804–808.
17. Szczygieł, E., Fudacz, N., Golec, J., and Golec, E. (2020). The impact of the position of the head on the functioning of the human body: a systematic review. *International journal of occupational medicine and environmental health*, 33(5), 559–568.
18. Borelli, G. (1680). *De motu animalium*. Roma: Ex typographia Angeli Bernabo.
19. Braune, W., and Fischer, O. (1985). *On the centre of gravity of the human body : as related to the equipment of the German infantry soldier*. Germany: Springer
20. American Academy of Orthopaedic Surgeons. (1947). *Posture and its relationship to orthopaedic disabilities. A report of the posture committee*. Evanston, Illinois.
21. Kendall HO, Kendall FP, and Boynton DA. (1952). *Posture And Pain* (First edition). Baltimore: Willians and Wilkins.
22. Conroy, V. M., Murray, B., Alexopoulos, Q. T., and McCreary, J. B. (2023). *Kendall's muscles : testing and function with posture and pain* (6th ed.). Philadelphia: Wolters Kluwer.
23. Czaprowski, D., Stoliński, Ł., Tyrakowski, M., Kozinoga, M., and Kotwicki, T. (2018). Non-structural misalignments of body posture in the sagittal plane. *Scoliosis and spinal disorders*, 13, 6.
24. Barra-López M. E. (2024). The standard posture is a myth: a scoping review. *Journal of rehabilitation medicine*, 56, jrm41899.
25. Şener, G., and Erbahçeci, F. (2016). *Kinezyoloji ve Biyomekanik* (Birinci baskı). Türkiye: Hipokrat Kitabevi.

26. Bogduk, N. (2012). *Clinical and radiological anatomy of the lumbar spine* (Fifth edition). Churchill Livingstone.
27. Frost, B. A., Camarero-Espinosa, S., & Foster, E. J. (2019). Materials for the Spine: Anatomy, Problems, and Solutions. *Materials (Basel, Switzerland)*, 12(2), 253.
28. Izzo, R., Guarnieri, G., Guglielmi, G., and Muto, M. (2013). Biomechanics of the spine. Part I: spinal stability. *European journal of radiology*, 82(1), 118–126.
29. Oxland, T. R. (2016). Fundamental biomechanics of the spine--What we have learned in the past 25 years and future directions. *Journal of biomechanics*, 49(6), 817–832.
30. Neumann, D. A. (2017). *Kinesiology of the Musculoskeletal System, Foundations for Rehabilitation* (Third edition). Elsevier, 391-436
31. Netter, F. H. (2023). *Netter atlas of human anatomy: classic regional approach* (Eighth edition). Elsevier.
32. Swartz, E. E., Floyd, R. T., and Cendoma, M. (2005). Cervical spine functional anatomy and the biomechanics of injury due to compressive loading. *Journal of athletic training*, 40(3), 155–161.
33. Edmondston, S. J., and Singer, K. P. (1997). Thoracic spine: anatomical and biomechanical considerations for manual therapy. *Manual therapy*, 2(3), 132–143.
34. Ebraheim, N. A., Hassan, A., Lee, M., and Xu, R. (2004). Functional anatomy of the lumbar spine. *Seminars in Pain Medicine*, 2(3), 131–137.
35. Lirette, L. S., Chaiban, G., Tolba, R., and Eissa, H. (2014). Coccydynia: an overview of the anatomy, etiology, and treatment of coccyx pain. *Ochsner journal*, 14(1), 84–87.
36. Neumann, D. A. (2017). *Kinesiology of the Musculoskeletal System, Foundations for Rehabilitation* (Third edition). Elsevier, 319-391
37. Ordway, N. R., Seymour, R., Donelson, R. G., Hojnowski, L., Lee, E., and Edwards, W. T. (1997). Cervical sagittal range-of-motion analysis using three methods. Cervical range-of-motion device, 3space, and radiography. *Spine*, 22(5), 501–508.
38. Van Mameren, H., Drukker, J., Sanches, H., and Beursgens, J. (1990). Cervical spine motion in the sagittal plane (I) range of motion of actually performed movements, an X-ray cinematographic study. *European journal of morphology*, 28(1), 47–68.
39. Bogduk, N., and Mercer, S. (2000). Biomechanics of the cervical spine. I: Normal kinematics. *Clinical biomechanics (Bristol, Avon)*, 15(9), 633–648.
40. Penning, L., and Wilmink, J. T. (1987). Rotation of the cervical spine. A CT study in normal subjects. *Spine*, 12(8), 732–738.

41. Lamartina, C., Berjano, P., Petruzzi, M., Sinigaglia, A., Casero, G., Cecchinato, R., Damilano, M., and Bassani, R. (2012). Criteria to restore the sagittal balance in deformity and degenerative spondylolisthesis. *European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*, 21 (Suppl 1), S27–S31.
42. Ackland, D. C., Merritt, J. S., and Pandy, M. G. (2011). Moment arms of the human neck muscles in flexion, bending and rotation. *Journal of biomechanics*, 44(3), 475–486.
43. Buford, J. A., Yoder, S. M., Heiss, D. G., and Chidley, J. V. (2002). Actions of the scalene muscles for rotation of the cervical spine in macaque and human. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 32(10), 488–496.
44. Kettler, A., Hartwig, E., Schultheiß, M., Claes, L., and Wilke, H. J. (2002). Mechanically simulated muscle forces strongly stabilize intact and injured upper cervical spine specimens. *Journal of Biomechanics*, 35(3), 339–346.
45. Dugailly, P. M., Sobczak, S., Moiseev, F., Sholukha, V., Salvia, P., Feipel, V., Rooze, M., and Van Sint Jan, S. (2011). Musculoskeletal modeling of the suboccipital spine: kinematics analysis, muscle lengths, and muscle moment arms during axial rotation and flexion extension. *Spine*, 36(6), E413–E422.
46. Armstrong, B., McNair, P., and Taylor, D. (2008). Head and neck position sense. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 38(2), 101–117.
47. Haer, T. R., O'Brien, M., Kauffman, C., and Liao, K. C. (1993). Biomechanics of the Spine in Sports. *Clinics in Sports Medicine*, 12(3), 449–464.
48. White, A. A., 3rd, Johnson, R. M., Panjabi, M. M., and Southwick, W. O. (1975). Biomechanical analysis of clinical stability in the cervical spine. *Clinical orthopaedics and related research*, (109), 85–96.
49. Wirth, K., Hartmann, H., Mickel, C., Szilvas, E., Keiner, M., and Sander, A. (2017). Core Stability in Athletes: A Critical Analysis of Current Guidelines. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 47(3), 401–414.
50. Panjabi, M. M. (1992). The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *Journal of spinal disorders*, 5(4), 383–389.
51. Colston, M. A. (2012). Core Stability, Part 1: Overview of the Concept. *International Journal of Athletic Therapy and Training*, 17(1), 8–13.
52. Cattrysse, E., Provyn, S., Kool, P., Clarys, J. P., and Van Roy, P. (2011). Morphology and kinematics of the atlanto-axial joints and their interaction during manual cervical rotation mobilization. *Manual therapy*, 16(5), 481–486.
53. Panjabi, M. M. (1992). The stabilizing system of the spine. Part II. Neutral zone and instability hypothesis. *Journal of spinal disorders*, 5(4), 390–397.

54. Kolber, M. J., and Beekhuizen, K. (2023). Lumbar Stabilization. *Strength and Conditioning Journal*, 37(4), 85–93.
55. Delitto, A., George, S. Z., Van Dillen, L., Whitman, J. M., Sowa, G., Shekelle, P., Denninger, T. R., Godges, J. J., and Orthopaedic Section of the American Physical Therapy Association (2012). Low back pain. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 42(4), A1–A57.
56. Barr, K. P., Griggs, M., and Cadby, T. (2005). Lumbar stabilization: core concepts and current literature, Part 1. *American journal of physical medicine and rehabilitation*, 84(6), 473–480.
57. Kahle, N., and Tevald, M. A. (2014). Core muscle strengthening's improvement of balance performance in community-dwelling older adults: a pilot study. *Journal of aging and physical activity*, 22(1), 65–73.
58. Hodges, P. W., Eriksson, A. E. M., Shirley, D., and Gandevia, S. C. (2005). Intra-abdominal pressure increases stiffness of the lumbar spine. *Journal of Biomechanics*, 38(9), 1873–1880.
59. Hodges, P. W., and Gandevia, S. C. (2000). Changes in intra-abdominal pressure during postural and respiratory activation of the human diaphragm. *Journal of Applied Physiology*, 89(3), 967–976.
60. Vostatek, P., Novák, D., Rychnovský, T., and Rychnovská, S. (2013). Diaphragm postural function analysis using magnetic resonance imaging. *PloS one*, 8(3), e56724.
61. McKeough, Z. J., Alison, J. A., and Bye, P. T. P. (2003). Arm positioning alters lung volumes in subjects with COPD and healthy subjects. *The Australian journal of physiotherapy*, 49(2), 133–137.
62. Kolar, P., Sulc, J., Kyncl, M., Sanda, J., Neuwirth, J., Bokarius, A. V., Kriz, J., and Kobesova, A. (2010). Stabilizing function of the diaphragm: dynamic MRI and synchronized spirometric assessment. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 109(4), 1064–1071.
63. Bouisset, S., and Duchêne, J. L. (1994). Is body balance more perturbed by respiration in seating than in standing posture? *Neuroreport*, 5(8), 957–960.
64. Singla, D., and Veqar, Z. (2017). Association Between Forward Head, Rounded Shoulders, and Increased Thoracic Kyphosis: A Review of the Literature. *Journal of Chiropractic Medicine*, 16(3), 220–229.
65. Cagnie, B., Dickx, N., Peeters, I., Tuytens, J., Achten, E., Cambier, D., and Danneels, L. (2008). The use of functional MRI to evaluate cervical flexor activity during different cervical flexion exercises. *Journal of Applied Physiology*, 104(1), 230–235.
66. Falla, D., Jull, G., Dall'Alba, P., Rainoldi, A., and Merletti, R. (2003). An Electromyographic Analysis of the Deep Cervical Flexor Muscles in Performance of Craniocervical Flexion. *Physical Therapy*, 83(10), 899–906.

67. Lee, T. H., and Liu, T. Y. (2013). Postural and muscular responses while viewing different heights of screen. *International journal of occupational safety and ergonomics : JOSE*, 19(2), 251–258.
68. Patwardhan, A. G., Havey, R. M., Khayatzadeh, S., Muriuki, M. G., Voronov, L. I., Carandang, G., Nguyen, N. L., Ghanayem, A. J., Schuit, D., Patel, A. A., Smith, Z. A., and Sears, W. (2015). Postural Consequences of Cervical Sagittal Imbalance: A Novel Laboratory Model. *Spine*, 40(11), 783–792.
69. Lv, P., Peng, Y., Zhang, Y., Ding, K., and Chen, X. (2016). Kinematic Causes and Exercise Rehabilitations of Patients with Round Shoulder, Thoracic Kyphosis and Forward Head Posture (FHP). *Epidemiology: Open Access*, 6(5), 263.
70. Sepehri, S., Sheikhhoseini, R., Piri, H., and Sayyadi, P. (2024). The effect of various therapeutic exercises on forward head posture, rounded shoulder, and hyperkyphosis among people with upper crossed syndrome: a systematic review and meta-analysis. *BMC musculoskeletal disorders*, 25(1), 105.
71. Smith, Z. A., Khayatzadeh, S., Bakhsheshian, J., Harvey, M., Havey, R. M., Voronov, L. I., Muriuki, M. G., and Patwardhan, A. G. (2016). Dimensions of the cervical neural foramen in conditions of spinal deformity: an ex vivo biomechanical investigation using specimen-specific CT imaging. *European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*, 25(7), 2155–2165.
72. Wilson, J. M., Loenneke, J. P., Jo, E., Wilson, G. J., Zourdos, M. C., and Kim, J. S. (2012). The effects of endurance, strength, and power training on muscle fiber type shifting. *Journal of strength and conditioning research*, 26(6), 1724–1729.
73. Falla, D. L., Jull, G. A., and Hodges, P. W. (2004). Patients with neck pain demonstrate reduced electromyographic activity of the deep cervical flexor muscles during performance of the craniocervical flexion test. *Spine*, 29(19), 2108–2114.
74. Sung Y. H. (2022). Suboccipital Muscles, Forward Head Posture, and Cervicogenic Dizziness. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*, 58(12), 1791.
75. Liu, J. X., Thornell, L. E., and Pedrosa-Domellöf, F. (2003). Muscle spindles in the deep muscles of the human neck: A morphological and immunocytochemical study. *Journal of Histochemistry and Cytochemistry*, 51(2), 175–186.
76. Armstrong, B. S., McNair, P. J., and Williams, M. (2005). Head and neck position sense in whiplash patients and healthy individuals and the effect of the cranio-cervical flexion action. *Clinical biomechanics (Bristol, Avon)*, 20(7), 675–684.
77. Oakley, P. A., Moustafa, I. M., Haas, J. W., Betz, J. W., and Harrison, D. E. (2024). Two Methods of Forward Head Posture Assessment: Radiography vs. Posture and Their Clinical Comparison. *Journal of clinical medicine*, 13(7), 2149.

78. Harrison, D. D., Janik, T. J., Troyanovich, S. J., and Holland, B. (1996). Comparisons of lordotic cervical spine curvatures to a theoretical ideal model of the static sagittal cervical spine. *Spine*, 21(6), 667–675.
79. Jackson, B. L., Harrison, D. D., Robertson, G. A., and Barker, W. F. (1993). Chiropractic biophysics lateral cervical film analysis reliability. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, 16(6), 384–391.
80. Tang, J. A., Scheer, J. K., Smith, J. S., Deviren, V., Bess, S., Hart, R. A., Lafage, V., Shaffrey, C. I., Schwab, F., Ames, C. P., and ISSG (2012). The impact of standing regional cervical sagittal alignment on outcomes in posterior cervical fusion surgery. *Neurosurgery*, 71(3), 662–669.
81. Salahzadeh, Z., Maroufi, N., Ahmadi, A., Behtash, H., Razmjoo, A., Gohari, M., and Parnianpour, M. (2014). Assessment of forward head posture in females: observational and photogrammetry methods. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*, 27(2), 131–139.
82. Mylonas, K., Tsekoura, M., Billis, E., Aggelopoulos, P., Tsepis, E., and Fousekis, K. (2022). Reliability and Validity of Non-radiographic Methods of Forward Head Posture Measurement: A Systematic Review. *Cureus*, 14(8), e27696.
83. Furlanetto, T. S., Sedrez, J. A., Candotti, C. T., and Loss, J. F. (2016). Photogrammetry as a tool for the postural evaluation of the spine: A systematic review. *World journal of orthopedics*, 7(2), 136–148.
84. Gallego-Izquierdo, T., Arroba-Díaz, E., García-Ascoz, G., Val-Cano, M. D. A., Pecos-Martin, D., and Cano-De-la-cuerda, R. (2020). Psychometric Proprieties of a Mobile Application to Measure the Craniovertebral Angle a Validation and Reliability Study. *International journal of environmental research and public health*, 17(18), 1–9.
85. Singla, D., Veqar, Z., and Hussain, M. E. (2017). Photogrammetric Assessment of Upper Body Posture Using Postural Angles: A Literature Review. *Journal of chiropractic medicine*, 16(2), 131–138.
86. Çobanoğlu, G., Demirkan, M. Y., Ecemiş, Z. B., Atalay Güzel, N. (2024). Forward Head Posture and Its Effect on Muscle Activation. *Gazi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 9(1), 85-93.
87. Chang, M. C., Choo, Y. J., Hong, K., Boudier-Revéret, M., and Yang, S. (2023). Treatment of Upper Crossed Syndrome: A Narrative Systematic Review. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, 11(16), 2328.
88. Chaudhuri, S., Chawla, J. K., and Phadke, V. (2023). Physiotherapeutic Interventions for Upper Cross Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cureus*, 15(9), e45471.
89. Sheikhhoseini, R., Shahrbanian, S., Sayyadi, P., and O’Sullivan, K. (2018). Effectiveness of Therapeutic Exercise on Forward Head Posture: A Systematic Review

- and Meta-analysis. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 41(6), 530–539.
90. Porto, A. B., Nascimento Guimarães, A., and Alves Okazaki, V. H. (2024). The effect of exercise on postural alignment: A systematic review. *Journal of bodywork and movement therapies*, 40, 99–108.
 91. Titcomb, D. A., Melton, B. F., Miyashita, T., and Bland, H. W. (2022). Evidence-Based Corrective Exercise Intervention for Forward Head Posture in Adolescents and Young Adults Without Musculoskeletal Pathology: A Critically Appraised Topic. *Journal of sport rehabilitation*, 31(5), 640–644.
 92. Cools, A. M. J., Struyf, F., De Mey, K., Maenhout, A., Castelein, B., and Cagnie, B. (2014). Rehabilitation of scapular dyskinesis: from the office worker to the elite overhead athlete. *British journal of sports medicine*, 48(8), 692–697.
 93. Arshadi, R., Ghasemi, G. A., and Samadi, H. (2019). Effects of an 8-week selective corrective exercises program on electromyography activity of scapular and neck muscles in persons with upper crossed syndrome: Randomized controlled trial. *Physical therapy in sport : official journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, 37, 113–119.
 94. Sbardella, S., La Russa, C., Bernetti, A., Mangone, M., Guarnera, A., Pezzi, L., Paoloni, M., Agostini, F., Santilli, V., Saggin, R., and Paolucci, T. (2021). Muscle Energy Technique in the Rehabilitative Treatment for Acute and Chronic Non-Specific Neck Pain: A Systematic Review. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, 9(6), 746.
 95. Gillani, S. N., Qurat-Ul-Ain, Rehman, S. U., and Masood, T. (2020). Effects of eccentric muscle energy technique versus static stretching exercises in the management of cervical dysfunction in upper cross syndrome: a randomized control trial. *JPM. The Journal of the Pakistan Medical Association*, 70(3), 394–398.
 96. Aneis, Y. M., El-Badrawy, N. M., El-Ganainy, A. E. A., and Atta, H. K. (2022). The effectiveness of a multimodal approach in the treatment of patients with upper crossed syndrome: A randomized controlled trial. *Journal of bodywork and movement therapies*, 32, 130–136.
 97. Zafar, H., Albarrati, A., Alghadir, A. H., and Iqbal, Z. A. (2018). Effect of Different Head-Neck Postures on the Respiratory Function in Healthy Males. *BioMed research international*, 2018, 4518269.
 98. Gutiérrez, M. F., Valenzuela, S., Miralles, R., Portus, C., Santander, H., Fuentes, A. D., and Celhay, I. (2014). Does breathing type influence electromyographic activity of obligatory and accessory respiratory muscles? *Journal of oral rehabilitation*, 41(11), 801–808.
 99. Beyer, B., Van Sint Jan, S., Chèze, L., Sholukha, V., and Feipel, V. (2016). Relationship between costovertebral joint kinematics and lung volume in supine humans. *Respiratory physiology and neurobiology*, 232, 57–65.

100. Dimitriadis, Z., Kapreli, E., Strimpakos, N., and Oldham, J. (2014). Pulmonary function of patients with chronic neck pain: a spirometry study. *Respiratory care*, 59(4), 543–549.
101. Moustafa, I. M., Youssef, A., Ahbouch, A., Tamim, M., and Harrison, D. E. (2020). Is forward head posture relevant to autonomic nervous system function and cervical sensorimotor control? Cross sectional study. *Gait and posture*, 77, 29–35.
102. Watson, D. H., and Trott, P. h. (1993). Cervical headache: an investigation of natural head posture and upper cervical flexor muscle performance. *Cephalalgia*, 13(4), 272–284.
103. Amatachaya, P., Wongsas, S., Sooknuan, T., Thaweewannakij, T., Laophosri, M., Manimanakorn, N., and Amatachaya, S. (2016). Validity and reliability of a thoracic kyphotic assessment tool measuring distance of the seventh cervical vertebra from the wall. *Hong Kong physiotherapy journal : official publication of the Hong Kong Physiotherapy Association Limited = Wu li chih liao*, 35, 30–36.
104. Azadinia, F., Hosseinabadi, M., Ebrahimi, I., Mohseni-Bandpei, M. A., Ghandhari, H., Yassin, M., Behtash, H., and Ganjavian, M. S. (2022). Validity and test-retest reliability of photogrammetry in adolescents with hyperkyphosis. *Physiotherapy theory and practice*, 38(13), 3018–3026.
105. Graham, B. L., Steenbruggen, I., Miller, M. R., Barjaktarevic, I. Z., Cooper, B. G., Hall, G. L., Hallstrand, T. S., Kaminsky, D. A., McCarthy, K., McCormack, M. C., Oropez, C. E., Rosenfeld, M., Stanojevic, S., Swanney, M. P., and Thompson, B. R. (2019). Standardization of Spirometry 2019 Update. An Official American Thoracic Society and European Respiratory Society Technical Statement. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 200(8), e70–e88.
106. ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. (2002). *American journal of respiratory and critical care medicine*, 166(4), 518–624.
107. Léger, L. A., Mercier, D., Gadoury, C., and Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of sports sciences*, 6(2), 93–101.
108. Paliczka, V. J., Nichols, A. K., and Boreham, C. A. (1987). A multi-stage shuttle run as a predictor of running performance and maximal oxygen uptake in adults. *British journal of sports medicine*, 21(4), 163–165.
109. Ramsbottom, R., Brewer, J., and Williams, C. (1988). A progressive shuttle run test to estimate maximal oxygen uptake. *British journal of sports medicine*, 22(4), 141–144.
110. Hanel, B., and Secher, N. H. (1991). Maximal oxygen uptake and work capacity after inspiratory muscle training: A controlled study. *Journal of Sports Sciences*, 9(1), 43–52.
111. Kilding, A. E., Brown, S., and McConnell, A. K. (2010). Inspiratory muscle training improves 100 and 200 m swimming performance. *European journal of applied physiology*, 108(3), 505–511.

112. Fiebert, I., Kistner, F., Gissendanner, C., and Dasilva, C. (2021). Text neck: An adverse postural phenomenon. *Work*, 69(4), 1261–1270.
113. Kang, J. H., Park, R. Y., Lee, S. J., Kim, J. Y., Yoon, S. R., and Jung, K. I. (2012). The effect of the forward head posture on postural balance in long time computer based worker. *Annals of rehabilitation medicine*, 36(1), 98–104.
114. Zappalá, M., Lightbourne, S., and Heneghan, N. R. (2021). The relationship between thoracic kyphosis and age, and normative values across age groups: a systematic review of healthy adults. *Journal of orthopaedic surgery and research*, 16(1), 447.
115. Yıldız, Ş., Balcı, L. A., and Özkurt, S. (2022). The Effects of Manual Therapy and Inspiratory Muscle Training on Respiratory Parameters in Young Adults with Postural Problems: A Randomized Trial. *International Journal of Traditional and Complementary Medicine Research*, 3(3), 160–166.
116. Balbás-Álvarez, L., Candelas-Fernández, P., Del Corral, T., La Touche, R., and López-de-Uralde-Villanueva, I. (2018). Effect of Manual Therapy, Motor Control Exercise, and Inspiratory Muscle Training on Maximum Inspiratory Pressure and Postural Measures in Moderate Smokers: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 41(5), 372–382.
117. López-de-Uralde-Villanueva, I., Candelas-Fernández, P., de-Diego-Cano, B., Mínguez-Calzada, O., and del Corral, T. (2018). The effectiveness of combining inspiratory muscle training with manual therapy and a therapeutic exercise program on maximum inspiratory pressure in adults with asthma: a randomized clinical trial. *Clinical Rehabilitation*, 32(6), 752–765.
118. Kang, J. Il, Jeong, D. K., and Choi, H. (2016). The effect of feedback respiratory exercise on muscle activity, craniovertebral angle, and neck disability index of the neck flexors of patients with forward head posture. *Journal of physical therapy science*, 28(9), 2477–2481.
119. Jeong, G. H., and Lee, B. H. (2024). Effects of Telerehabilitation Combining Diaphragmatic Breathing Re-Education and Shoulder Stabilization Exercises on Neck Pain, Posture, and Function in Young Adult Men with Upper Crossed Syndrome: A Randomized Controlled Trial. *Journal of clinical medicine*, 13(6), 1612.
120. Dareh-Deh, H. R., Hadadnezhad, M., Letafatkar, A., and Peolsson, A. (2022). Therapeutic routine with respiratory exercises improves posture, muscle activity, and respiratory pattern of patients with neck pain: a randomized controlled trial. *Scientific reports*, 12(1), 4149.
121. Obayashi, H., Urabe, Y., Yamanaka, Y., and Okuma, R. (2012). Effects of respiratory-muscle exercise on spinal curvature. *Journal of sport rehabilitation*, 21(1), 63–68.
122. Abe, T., Kusuhara, N., Yoshimura, N., Tomita, T., and Easton, P. A. (1996). Differential respiratory activity of four abdominal muscles in humans. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 80(4), 1379–1389.

123. Bordoni, B., Marelli, F., Morabito, B., and Sacconi, B. (2016). Manual evaluation of the diaphragm muscle. *International journal of chronic obstructive pulmonary disease*, 11(1), 1949–1956.
124. Wallden, M. (2017). The diaphragm – More than an inspired design. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 21(2), 342–349.
125. Kim, M. S., Cha, Y. J., and Choi, J. D. (2017). Correlation between forward head posture, respiratory functions, and respiratory accessory muscles in young adults. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 30(4), 711–715.
126. Jaeschke, R., Singer, J., and Guyatt, G. H. (1989). Measurement of health status. Ascertaining the minimal clinically important difference. *Controlled clinical trials*, 10(4), 407–415.
127. Page, P. (2014). Beyond statistical significance: clinical interpretation of rehabilitation research literature. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 9(5), 726.
128. Janssens, L., McConnell, A. K., Pijnenburg, M., Claeys, K., Goossens, N., Lysens, R., Troosters, T., and Brumagne, S. (2015). Inspiratory muscle training affects proprioceptive use and low back pain. *Medicine and science in sports and exercise*, 47(1), 12–19.
129. Haghighi, M., Hamledari, A., and Ghasemikahrizangi, G. (2020). The Effect of Inspiratory Muscle Training on the Thoracic Spine Curve, Inspiratory Volume and Cardio-Respiratory Endurance in Boys with Hyper-kyphosis: Inspiratory muscle training and hyper-kyphosis. *International Journal of Health Studies*, 6(2), 24–27.
130. Kapandji, I. A. (1998). *The Physiology of the Joints* (3rd ed.). London: Churchill Livingstone.
131. Kapreli, E., Vourazanis, E., and Strimpakos, N. (2008). Neck pain causes respiratory dysfunction. *Medical hypotheses*, 70(5), 1009–1013.
132. Kim, S. Y., Kim, N. S., and Kim, L. J. (2015). Effects of cervical sustained natural apophyseal glide on forward head posture and respiratory function. *Journal of physical therapy science*, 27(6), 1851–1854.
133. Lorbergs, A. L., O'Connor, G. T., Zhou, Y., Travison, T. G., Kiel, D. P., Cupples, L. A., Rosen, H., and Samelson, E. J. (2017). Severity of Kyphosis and Decline in Lung Function: The Framingham Study. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, 72(5), 689–694.
134. Zacharkow, Dennis. (1988). *Posture: sitting, standing, chair design, and exercise*. Thomas.
135. Han, J., Park, S., Kim, Y., Choi, Y., and Lyu, H. (2016). Effects of forward head posture on forced vital capacity and respiratory muscles activity. *Journal of physical therapy science*, 28(1), 128–131.

136. Kang, J. Il, Jeong, D. K., and Choi, H. (2018). Correlation between pulmonary functions and respiratory muscle activity in patients with forward head posture. *Journal of physical therapy science*, 30(1), 132–135.
137. Basbug, G., Gurses, H. N., Zeren, M., and Elmadag, N. M. (2023). Effects of inspiratory muscle training on respiratory muscle strength, respiratory function and functional capacity in adolescents with idiopathic scoliosis : A randomized, controlled trial. *Wiener klinische Wochenschrift*, 135(11–12), 282–290.
138. Ramscook, A. H., Molgat-Seon, Y., Schaeffer, M. R., Wilkie, S. S., Camp, P. G., Reid, W. D., Romer, L. M., and Guenette, J. A. (2017). Effects of inspiratory muscle training on respiratory muscle electromyography and dyspnea during exercise in healthy men. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 122(5), 1267–1275.
139. Uchida, M., Yamaguchi, K., Tamai, T., Kobayashi, K., and Tohara, H. (2023). Effects of simulated kyphosis posture on swallowing and respiratory functions. *Journal of physical therapy science*, 35(8), 593–597.
140. Sasaki, M., Kurosawa, H., and Kohzuki, M. (2005). Effects of inspiratory and expiratory muscle training in normal subjects. *Journal of the Japanese Physical Therapy Association = Rigaku ryoho*, 8(1), 29–37.
141. Fernández-Lázaro, D., Gallego-Gallego, D., Corchete, L. A., Fernández Zoppino, D., González-Bernal, J. J., García Gómez, B., and Mielgo-Ayuso, J. (2021). Inspiratory Muscle Training Program Using the PowerBreath®: Does It Have Ergogenic Potential for Respiratory and/or Athletic Performance? A Systematic Review with Meta-Analysis. *International journal of environmental research and public health*, 18(13), 6703.
142. Illi, S. K., Held, U., Frank, I., and Spengler, C. M. (2012). Effect of respiratory muscle training on exercise performance in healthy individuals: a systematic review and meta-analysis. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 42(8), 707–724.
143. Chatham, K., Baldwin, J., Griffiths, H., Summers, L., and Enright, S. (1999). Inspiratory muscle training improves shuttle run performance in healthy subjects. *Physiotherapy*, 85(12), 676–683.
144. Chang, Y. C., Chang, H. Y., Ho, C. C., Lee, P. F., Chou, Y. C., Tsai, M. W., and Chou, L. W. (2021). Effects of 4-Week Inspiratory Muscle Training on Sport Performance in College 800-Meter Track Runners. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*, 57(1), 1–8.
145. Romer, L. M., McConnell, A. K., and Jones, D. A. (2002). Effects of inspiratory muscle training on time-trial performance in trained cyclists. *Journal of sports sciences*, 20(7), 547–562.
146. Powers, S. K., Lawler, J., Criswell, D., Dodd, S., Grinton, S., Bagby, G., and Silverman, H. (1990). Endurance-training-induced cellular adaptations in respiratory muscles. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 68(5), 2114–2118.

147. Harms, C. A., Wetter, T. J., McClaran, S. R., Pegelow, D. F., Nickele, G. A., Nelson, W. B., Hanson, P., and Dempsey, J. A. (1998). Effects of respiratory muscle work on cardiac output and its distribution during maximal exercise. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 85(2), 609–618.
148. Griffiths, L. A., and McConnell, A. K. (2007). The influence of inspiratory and expiratory muscle training upon rowing performance. *European journal of applied physiology*, 99(5), 457–466.
149. Edwards, A. M., Wells, C., and Butterly, R. (2008). Concurrent inspiratory muscle and cardiovascular training differentially improves both perceptions of effort and 5000 m running performance compared with cardiovascular training alone. *British journal of sports medicine*, 42(10), 523–527.
150. Salazar-Martínez, E., Gatterer, H., Burtcher, M., Naranjo Orellana, J., and Santalla, A. (2017). Influence of Inspiratory Muscle Training on Ventilatory Efficiency and Cycling Performance in Normoxia and Hypoxia. *Frontiers in physiology*, 8, 133.
151. Hartz, C. S., Sindorf, M. A. G., Lopes, C. R., Batista, J., and Moreno, M. A. (2018). Effect of Inspiratory Muscle Training on Performance of Handball Athletes. *Journal of human kinetics*, 63(1), 43–51.

EKLER

EK-1 Etik Komisyon İzni

Evrak Tarih ve Sayısı: 11.01.2024-E.848903



T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Etik Komisyonu



Sayı : E-77082166-302.08.01-848903
Konu : Bilimsel ve Eğitim Amaçlı

11.01.2024

Dağıtım Yerlerine

Üniversitemiz Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Ana Bilim Dalı Doktora Öğrencisi Gürkan DEMİRTAŞ'ın, Prof.Dr.Nevin Aysel GÜZEL'in danışmanlığında yürüttüğü *"Baş Önde Postürü Olan Sağlıkli Yetişkinlerde İspiratuar Kas Kuvveti Eğitiminin Postür, Solunum Fonksiyonları, Solunum Kas Kuvveti ve Performansa Etkisi"* adlı tez çalışması ile ilgili konu Komisyonumuzun 09.01.2024 tarih ve 01 sayılı toplantısında görüşülmüş olup,

İlgilinin çalışmasının, yapılması planlanan yerlerden izin alınması koşuluyla yapılmasında etik açıdan bir sakınca bulunmadığına oybirliği ile karar verilmiş ve karara ilişkin imza listesi ekte gönderilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Araştırma Kod No: 2024 - 41

Prof. Dr. İsmail KARAKAYA
Komisyon Başkanı

Ek:1 Liste

DAĞITIM

Gereği:

Sayın Prof. Dr. Nevin Aysel GÜZEL

Bilgi:

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

Belge Doğrulama Kodu : B59HP0UBS2

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Takip Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/gazi-universitesi-ebys>

Emniyet Mahallesi Bandırma Caddesi No :6/1 06560 Yenimahalle/ANKARA
Tel:0 (312) 202 20 57 - 0 (312) 2... Faks:0 (312) 202 38 76
İnternet Adresi :<http://etikkomisyon.gazi.edu.tr/>
Kep Adresi: gaziuniversitesi@hs01.kep.tr

Bilgi için :Nurzel Göner
Genel Evrak Sorumlusu
Telefon No:202 20 57



Bu belge,güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

EK-1. (devam) Etik Komisyon İzni

Evrak Tarih ve Sayısı: 11.01.2024-E.848903 GAZİ ÜNİVERSİTESİ ETİK KOMİSYONU KATILIM LİSTESİ	
TOPLANTI TARİHİ : 09.01.2024	TOPLANTI SAYISI : 01
ADI – SOYADI	İMZA
Prof. Dr. İsmail KARAKAYA BAŞKAN	
Prof. Dr. Zehra GÖÇMEN BAYKARA BAŞKAN YRD.	
Prof. Dr. C. Haluk BODUR	
Prof. Dr. Seçil ÖZKAN	
Prof. Dr. Cevriye TEMEL GENCER	
Prof. Dr. İlkay ULUTAŞ	
Prof. Dr. Kemalettin DENİZ	
Prof. Dr. Makbule GEZMEN KARADAĞ	
Prof. Dr. İlyas OKUR	
Prof. Dr. Nihan KAFA	
Doç. Dr. Melek Gülşah ŞAHİN	
Doç. Dr. Gökhan DELİCEOĞLU	
Doç. Dr. Elvan İNCE AKA	

Bu belge,güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

EK-2 Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

GAZİ ÜNİVERSİTESİ ETİK KOMİSYONU FORM-2

Rev-2
25.01.2022T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
ETİK KOMİSYONU

KATILIMCILAR İÇİN BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Sizi, Gazi Üniversitesi Etik Komisyonu'ndan tarih / sayısı ile izin alınan* ve Prof. Dr. Nevin A. Güzel tarafından yürütülen "Baş Önde Postürü Olan Sağlıklı Yetişkinlerde İspiratuar Kas Kuvvet Eğitiminin Postür, Solunum Fonksiyonları, Solunum Kas Kuvveti ve Performansa Etkisi" başlıklı araştırmaya davet ediyoruz. Bu çalışmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmadan çıkma hakkına sahipsiniz. Bu çalışmaya katılmanız için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığınız için size bir ödeme yapılmayacaktır. Çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup kişisel bilgileriniz gizli tutulacaktır.

*Gazi Üniversitesi Etik Komisyon izni alındıktan sonra doldurularak kullanılacaktır.

Araştırmanın Amacı	Çalışmamızın amacı normal durumda başı önde olan sağlıklı yetişkinlere verilecek olan solunum kası kuvvet eğitiminin baş duruşu, solunum fonksiyonları, solunum kas kuvveti, enduransı ve performansa etkisini incelemektir.
Araştırmanın Yöntemi	Çalışmayı kabul ettiğiniz takdirde baş pozisyonunu belirlemek için sizin yan profilden bir fotoğrafınız çekilecektir. Baş pozisyonunuza göre 3 farklı gruptan birisine dahil olacaksınız. Eğer birinci gruba dahil olursanız sizin solunum fonksiyonlarınız, solunum kas kuvveti ve dayanıklılığınız burnunuz mandalla kapatılarak bir alete üfleme yöntemiyle ölçülecektir. Bunlara ek olarak spor performansınız 20 metre mesafedeki dubalara belli sürelerde git gel koşu şeklinde bir testle ölçülecektir. Daha sonrasında 6 haftalık her gün günde 2 kere 15 dakika olacak şekilde sizlere verilecek alet ile solunum egzersizleri yapmanız istenecek ve egzersiz sonrası yapılan değerlendirmeler tekrarlanacaktır. Eğer ikinci gruba düşerseniz, birinci gruba yapılan tüm testler arada 6 hafta olacak şekilde 2 kere size aynı şekilde uygulanacaktır ancak herhangi bir solunum eğitimi verilmeyecektir. Üçüncü grupta olmanız dahilinde sadece 1 kere üstte belirtilen testler uygulanacak bunun dışında ek bir ölçüm gerçekleştirilmeyecektir.
Araştırmanın Öngörülen Süresi	01.02.2024- 01.06.2025
Araştırmaya Katılması Beklenen Katılımcı/Gönüllü Sayısı	68
Araştırmanın Yapılacağı Yerler	Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi/Bor Sağlık Bilimleri Fakültesi, Gazi Üniversitesi/Sağlık Bilimleri Fakültesi
Görüntü ve/veya ses kaydı alınacak mı?	Evet ☒ Hayır ☐

Tablo katılımcıların anlayabileceği biçimde, akademik dil kullanılmadan yazılacaktır.

KATILIMCI BEYANI

Yukarıda amacı ve içeriği belirtilen bu araştırma ile ilgili bilgiler tarafıma aktarıldı. Bu bilgilerden sonra araştırmaya katılımcı olarak davet edildim. Bu çalışmaya katılmayı kabul ettiğim takdirde gerek araştırma yürütülürken gerekse yayımlandığında kimliğimin gizli tutulacağı konusunda güvence aldım. Bana ait verilerin kullanımına izin veriyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin dikkatle korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi. Araştırmanın yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden çekilebilirim. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana herhangi bir ödeme yapılamayacaktır. Araştırma ile ilgili bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Bu çalışmaya hiçbir baskı altında kalmadan kendi bireysel onayım ile katılıyorum. İmzalı bu form kağıdının bir kopyası bana verilecektir.

Araştırma yürütücüsü(Tez çalışmalarında Danışman tarafından imzalanacaktır.)

Adı ve Soyadı	Prof. Dr. Nevin A. GÜZEL	Tarih ve İmza
Adres ve telefonu	Gazi Üniversitesi- Sağlık Bilimleri Fakültesi	

Katılımcı

Adı ve Soyadı		Tarih ve İmza
Adres ve telefonu		

Velayet veya Vesayet Altındaki Katılımcılar için Veli/Vasi

Adı ve Soyadı		Tarih ve İmza
Adres ve telefonu		

EK-3. Görüşme Formu

GÖRÜŞME FORMU

BAŞ ÖNDE POSTÜRÜ OLAN SAĞLIKLI YETİŞKİNLERDE İNSPİRATUAR KAS KUVVET EĞİTİMİNİN POSTÜR, SOLUNUM FONKSİYONLARI, SOLUNUM KAS KUVVETİ VE PERFORMANSA ETKİSİ

Değerlendiren:

Tarih:

Grubu:

Katılımcı No:

Yaş:

Cinsiyet:

Boy:

Kilo:

BMI:

Meslek:

Eğitim Durumu: Okuryazar değil ☐ / Okuryazar ☐ / İlkokul ☐ / Ortaokul ☐ / Lise ☐ /Üniversite ☐ / Lisansüstü ☐

İletişim bilgileri:

Özgeçmiş:

Daha önce doktor tarafından tam aldığınız respiratuar, nörolojik, ortopedik, psikiyatrik veya kardiyak hastalığınız var mı?

Var ()

Yok ()

Kullandığı ilaçlar:

Gebelik şüpheniz var mı? Emziriyor musunuz?

Var ()

Yok ()

Daha önce boynunuzun çok ağrıdığı bir kaza ya da travma yaşadınız mı ?

Evet ()

Hayır ()

Daha önce omurganızdan herhangi bir cerrahi (ameliyat) geçirdiniz mi ?

Evet ()

Hayır ()

Alışkanlıklar: Sigara

var() paket/yıl

yok()

Alkol

var() şişe/yıl

yok()

Egzersiz alışkanlığı

var()

yok()

EK-4. Gözlem Formu

GÖZLEM FORMU

KATILIMCI NO:

ÖLÇÜM NO:

Fotografik postür ölçümleri

Kraniovertebral açı:	
Sagittal baş açısı:	
Sagittal omuz-C7 açısı:	
C7-Duvar mesafesi (C7-DM):	

Solunum Fonksiyon Testleri

FVC	FEV ₁	FEV ₁ /FVC	PEF

Solunum Kas Kuvveti

MİP	MEP

Solunum Kas Endüransı

20m-Mekik koşu testi

ÖNCE		SONRA	
Kalp atım hızı		Kalp atım hızı	
Kan basıncı (sistol)		Kan basıncı (sistol)	
Kan basıncı (diastol)		Kan basıncı (diastol)	
O ₂ satürasyonu		O ₂ satürasyonu	
Solunum frekansı		Solunum frekansı	
Dispne		Dispne	

EK-5. Eğitim Takip Çizelgesi

Eğitim Takip Çizelgesi

Katılımcı No:

Eğitim Başlangıç Tarihi:

Eğitim Bitiş Tarihi:

		Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar
1. Hafta	Sabah							
	Akşam							
2. Hafta	Sabah							
	Akşam							
3. Hafta	Sabah							
	Akşam							
4. Hafta	Sabah							
	Akşam							
5. Hafta	Sabah							
	Akşam							
6. Hafta	Sabah							
	Akşam							
Ek Hafta	Sabah							
	Akşam							

Not: Ek haftayı pazartesi günü dışında eğitime başladı iseniz eksik kalan gününüzü tamamlamak için doldurunuz.
Eğitime pazartesi günü başladı iseniz Ek Hafta satırını boş bırakınız.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : DEMİRTAŞ, Gürkan
Uyruğu : T.C.

Eğitim Derecesi	Okul/Program	Mezuniyet Yılı
Doktora	Gazi Üniversitesi / Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı	Devam Ediyor
Yüksek Lisans	Pamukkale Üniversitesi / Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı	2021
Lisans	Nuh Naci Yazgan Üniversitesi/ Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü	2018
Lise	Necdet Taş Anadolu Lisesi	2014

İş Deneyimi

Yıl	Çalıştığı Yer	Görev
2021-devam ediyor	Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi	Öğretim Görevlisi
2018-2021	Özel Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezi	Fizyoterapist

Yabancı Dili

İngilizce

Yayınlar

- Demirtaş, G., Özal, Ş. Y., and Güzel, N. A. (2025). Cross-Cultural Adaptation, Validation, and Reliability Testing of the Psychological Readiness of Injured Athlete to Return to Sport (PRIA-RS) Questionnaire in Turkish Athletes. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 44 (2025): 155-160.
- Demirtaş, G., Can Akman, T., Demirtaş, A., and Bir, L. S. (2025). Investigation of pulmonary function, physical activity and functional capacity of people with early-stage relapsing-remitting multiple sclerosis: A controlled study. *Multiple sclerosis and related disorders*, 100, 106537.
- Demirtaş G, A. Güzel N. (2025). Forward Head Posture: Examination from Biomechanical, Postural, and Therapeutic Perspectives – Current Literature and Rehabilitation Methods. *Laodikya Rehabilitasyon Bilimleri*. 3(1):10-7.

4. İşcan D, Demirtaş G, Demirtaş A. (2024). Relationship between nonmotor symptoms and neutrophil-to- lymphocyte ratio in Parkinson's disease. Çukurova Medical Journal. 49(4): 916-924.
5. Demirtaş A, İşcan D, Demirtaş G. (2024). Effects of Motor Freezing on Balance, Activity-Specific Balance Confidence, and Quality of Life in Patients with Parkinsons Disease. Dicle Tıp Dergisi. 51(4): 485-493.
6. Çelik A, Eroğlu HS, Akbulut A, Demirtaş G. (2023). Türk kadınlarında premenstruel sendrom varlığına göre fiziksel aktivite öz değerinin incelenmesi. CPHS. 4(2):46-53.

Hobiler

Bilgisayar teknolojileri, Binicilik



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR..