

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SAĞLIKLI BİREYLERDE, FLEKSÖR VE EKSTANSÖR
KASLARA ODAKLANMIŞ SERVİKAL SPİNAL
STABİLİZASYON EGZERSİZ PROGRAMLARININ SERVİKAL
KASLARDA OLUŞTURDUĞU MORFOLOJİK
DEĞİŞİKLİKLERİN MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEME
İLE İNCELENMESİ**

Uzm. Fzt. Erdi KAYABINAR

**Nöroloji Fizyoterapistliği Programı
DOKTORA TEZİ**

ANKARA

2020

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SAĞLIKLI BİREYLERDE, FLEKSÖR VE EKSTANSÖR
KASLARA ODAKLANMIŞ SERVİKAL SPİNAL
STABİLİZASYON EGZERSİZ PROGRAMLARININ SERVİKAL
KASLARDA OLUŞTURDUĞU MORFOLOJİK
DEĞİŞİKLİKLERİN MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEME
İLE İNCELENMESİ**

Uzm. Fzt. Erdi KAYABINAR

**Nöroloji Fizyoterapistliği Programı
DOKTORA TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Nezire KÖSE**

ANKARA

2020

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan **“Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”** kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- o Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. ⁽¹⁾
- o Enstitü / Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 6 (altı) ay ertelenmiştir. ⁽²⁾
- o Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. ⁽³⁾

22 /12/2020

Erdi KAYABINAR

¹“Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”

(1) Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.

(2) Madde 6. 2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internetten paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.

(3) Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir *. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.
Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir

* Tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir.

ETİK BEYAN

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu, Prof. Dr. Nezire KÖSE danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Yönergesine göre yazıldığını beyan ederim.

Uzm. Fzt. Erdi KAYABINAR

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca ve tezimin her aşamasında değerli bilgilerini ve zamanını benimle paylaşan, karşılaştığım bütün problemlerde desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, tez çalışmama en az benim kadar emek veren, sadece bilgi ve becerisi ile değil bütün yaşantısı ile nasıl iyi bir akademisyen olunacağını bana öğreten, çok değerli hocam, danışmanım Sayın Prof. Dr. Nezire KÖSE'ye,

Tez çalışmam sırasında bilgi ve tecrübeleri ile yol gösterici olan ve hem Hacettepe Üniversitesi Radyoloji A.B.D'nin hem de Bilkent Üniversitesi Ulusal Manyetik Rezonans Araştırma Merkezinin bütün imkanlarını kullanmama yardım eden Sayın Prof. Dr. Hatice Kader KARLI OĞUZ'a,

Tez çalışmamın başarılı bir şekilde tamamlanması için verdikleri bütün önerileri, destekleri ve emekleri için tez izleme komitesi üyesi hocalarım, Sayın Doç. Dr. Sevil BİLGİN ve Doç. Dr. İlke KESER'e

Tez çalışmamın her anında yanımda olan, desteğini ve katkısını hiçbir zaman esirgemeyen sevgili dostum, meslektaşım Uzm. Fzt. Ceyhun TÜRKMEN'e,

Tez içerisindeki radyolojik değerlendirmelerin yapılmasındaki bütün destekleri için Hacettepe Üniversitesi Radyoloji A.B.D. öğretim elemanları Sayın Dr. Şafak PARLAK ve Dr. Ekim GÜMELER'e,

Tez çalışmama destek olan Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne,

Tez çalışmama gönüllü katılan tüm katılımcılara,

Eğitim hayatım boyunca emeği geçen bütün hocalarıma,

Tüm hayatım boyunca olduğu gibi bu süreçte de destekleri ve sevgileri ile bana güç veren, üzerimde büyük emekleri olan sevgili aileme,

Hem doktora eğitimim sırasında hem de hayatımın diğer bütün anlarında yanımda olan, beni sevgisi ve huzuru ile destekleyen, hayatımın her anının sayesinde güzelleştiği sevgili eşim Uzm. Fzt. Büşra KAYABINAR'a

Sonsuz teşekkürlerimle.

Uzm. Fzt. Erdi KAYABINAR

ÖZET

Kayabınar, E. Sağlıklı Bireylerde, Fleksör Ve Ekstansör Kaslara Odaklanmış Servikal Spinal Stabilizasyon Egzersiz Programlarının Servikal Kaslarda Oluşturduğu Morfolojik Değişikliklerin Manyetik Rezonans Görüntüleme İle İncelenmesi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Nöroloji Fizyoterapistliği Programı, Doktora Tezi, Ankara, 2020. Bu çalışma fleksör ve ekstansör kaslara odaklanmış servikal spinal stabilizasyon (SSS) egzersiz programlarının, servikal kaslarda meydana getirdiği etkileri incelemek amacıyla planlandı. Çalışmaya 27 sağlıklı, gönüllü erkek üniversite öğrencisi dahil edildi. Çalışmaya katılan tüm bireylere T₂ relaksasyon süresi ve anatomik enine kesit alanı ölçümleri, servikal kasların kuvvet ve endurans ölçümleri, eklem hareket açıklıklarının (EHA) ölçülmesi ve postür analizlerinden oluşan değerlendirmeler, egzersiz programları başlamadan önce ve 8 haftalık egzersiz programı sonrasında olmak üzere iki defa uygulandı. Bireyler “fleksiyon odaklı” ve “ekstansiyon odaklı” SSS egzersiz grupları ve “kontrol grubu” olmak üzere 3 gruba ayrıldı. Her iki egzersiz grubundaki bireylere, haftada 2 defa toplam 8 hafta, bir gruba fleksiyon odaklı diğer gruba ekstansiyon odaklı SSS egzersizleri uygulandı. Kontrol grubundaki bireylere ise 8 hafta süresince hiçbir uygulama yapılmadı. Çalışma sonrasında egzersiz programı uygulanan çalışma gruplarının her ikisinde de derin fleksör ve ekstansör kas aktivasyonlarını gösteren T₂ relaksasyon sürelerinde, servikal bölge kas kuvvetlerinde, endurans değerlendirmelerinde, bazı EHA değerlendirmelerinde ve postür analizi sonuçlarında artış olduğu görüldü ($p<0,05$). Fleksiyon odaklı egzersiz grubunda hem derin fleksör hem de derin ekstansör kasların enine kesit alanında, ekstansiyon odaklı egzersiz yapan grupta ise yüzeysel FK haricinde tüm kasların enine kesit alanlarında artış bulundu ($p<0,05$). Çalışmamız sonucunda her iki gruptaki kaslarda her iki egzersiz programının da etkili olduğu sonucunda varıldı. Çalışmamızın gelecekte yapılması planlanacak diğer çalışmalara ışık tutacağı düşünüldü.

Anahtar kelimeler : Servikal stabilizasyon egzersizleri, kas T₂ relaksasyon süresi, kas anatomik enine kesit alanı

Çalışmamız Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından, proje kodu 17897 olan Lisansüstü Tez Destek Projesi ile desteklendi.

ABSTRACT

Kayabinar, E. Investigation of Morphological Changes of Cervical Spinal Stabilization Exercise Programs Focused on Flexor and Extensor Muscles in Cervical Muscles by Magnetic Resonance Imaging in Healthy Individuals. Hacettepe University Graduate School of Health Sciences, Programme of Neurology Physiotherapy, Doctor of Philosophy Thesis, Ankara, 2020. This study was planned to investigate the effects of cervical spinal stabilization (CSS) exercise programs focused on flexor and extensor muscles in cervical region. Twenty-seven healthy volunteer male university students were included in the study. Evaluations consisting of T₂ relaxation time and anatomical cross-sectional area measurements, strength and endurance measurements of cervical muscles, measurement of joint range of motion and posture analysis were applied to all individuals participating in the study twice, before the exercise program started and after the 8-week exercise program. The individuals were divided into 3 groups as "flexion focused" and "extension focused" CSS exercise groups and "control group". CSS exercises focused on flexion in one group and extension in the other group were applied to individuals in both exercise groups twice a week for a total of 8 weeks. No application was applied to the individuals in the control group. Evaluations were applied to all individuals twice, before the exercise programs started and after the 8-week exercise programs. An increase was observed in T₂ relaxation times which show the activation of deep FMs and EMs, cervical region muscle strengths, endurance measurements, range of motion of some movements in cervical region, results of posture analysis in both study groups ($p < 0.05$). A significant increase was seen in the cross-sectional areas of both deep flexor and extensor muscles in the flexion focused CSS exercise group and the cross-sectional area of all muscles except the superficial flexor muscles in the extension focused CSS exercise group after the study ($p < 0.05$). In our study, it was concluded that both exercise programs were effective in the both muscle groups. It was thought that our study would guide the other studies that will be planned in the future.

Key Words: Cervical stabilization exercises, muscle T₂ relaxation time, muscle anatomical cross-sectional area

Our study was supported by Hacettepe University Scientific Research Projects Coordination Unit with the Postgraduate Thesis Support Project (Project ID: 17897).

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iii
ETİK BEYAN	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER ve KISALTMALAR	xi
ŞEKİLLER	xiii
TABLolar	xiv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Servikal Bölge Anatomisi ve Biyomekaniği	4
2.1.1. Servikal Bölge Kemik ve Eklem Yapıları	5
2.1.2. Servikal Bölge Kasları	9
2.1.3. Servikal Bölgenin Biyomekaniği	14
2.2. Servikal Bölgede Oluşan Yapısal ve Fonksiyonel Değişiklikler	17
2.2.1. Servikal Bölge Kas Aktivitelerindeki Değişiklikler	17
2.2.2. Servikal Bölge Kaslarındaki Yapısal Değişiklikler	21
2.2.3. Servikal Bölge Kaslarının Kuvvet ve Endurans Değişiklikleri	23
2.2.4. Servikal Bölgede Normal Eklem Hareketlerinin Değişimi	25
2.2.5. Servikal Bölgede Postürün Değişimi	25
2.2.6. Servikal Bölge Yapısal ve Fonksiyonel Değişiklikleri ile İş Koşullarının İlişkisi	27
2.3. Servikal Bölge Yapısal ve Fonksiyonel Değişikliklerinin Değerlendirilmesi	28
2.3.1. Servikal Bölge Kas Aktivitelerinin Değerlendirilmesi	28
2.3.2. Servikal Kasların Yapısal Değişikliklerinin Değerlendirilmesi	30
2.3.3. Kas Kuvveti ve Servikal Enduransın Değerlendirilmesi	31
2.3.4. Servikal Normal Eklem Hareketlerinin Ölçülmesi	32
2.3.5. Servikal Düzgünlüğün Değerlendirilmesi	32

2.4. Servikal Bölge Yapısal ve Fonksiyonel Değişikliklerinde Egzersiz Uygulamalarının Önemi	33
3. BİREYLER VE YÖNTEM	42
3.1. Bireyler	42
3.2. Yöntem	43
3.2.1. Çalışma Planı	43
3.2.2. Örneklem Büyüklüğünün Belirlenmesi	43
3.2.3. Değerlendirme	43
3.2.4. Egzersiz Programları	53
3.3. İstatistiksel Yöntem	64
4. BULGULAR	65
4.1. Bireylerin Demografik Bilgileri	66
4.2. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) Yöntemi ile Yapılan Değerlendirme Sonuçları	66
4.2.1. Bireylerin T ₂ Relaksasyon Süresi Ölçümlerinin Sonuçları	66
4.2.2. Bireylerin Kas Enine Kesit Alanı Ölçümlerinin Sonuçları	70
4.3. Bireylerin Servikal Bölge Kas Kuvveti Değerlendirme Sonuçları	72
4.4. Bireylerin Endurans Değerlendirmelerinin Sonuçları	74
4.5. Bireylerin Eklem Hareket Açıklığı Değerlendirme Sonuçları	76
4.6. Bireylerin Postüral Düzgünlük Değerlendirmelerinin Sonuçları	78
5. TARTIŞMA	80
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	94
7. KAYNAKLAR	98
8. EKLER	
EK-1. Etik Kurul İzni	
EK-2. <i>New York</i> Postür Analizi	
EK-3. Orjinallik Ekran Çıktısı	
EK-4. Dijital Makbuzu	
9. ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER ve KISALTMALAR

%:	: Yüzde
$\bar{X}$:	: Ortalama
C₁:	: 1. Servikal vertebra
C₂:	: 2. Servikal vertebra
C₃:	: 3. Servikal vertebra
C₄:	: 4. Servikal vertebra
C₅:	: 5. Servikal vertebra
C₆:	: 6. Servikal vertebra
C₇:	: 7. Servikal vertebra
cm²:	: Santimetre kare
CROM:	: Cervical Range of Motion
ÇÖ:	: Çalışma öncesi
ÇS:	: Çalışma sonrası
E grubu:	: Ekstansiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon grubu
EHA:	: Eklem Hareket Açıklığı
EMG:	: Elektromyografi
F grubu:	: Fleksiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon grubu
GÖ:	: Görev öncesi
GS:	: Görev sonrası
K grubu:	: Kontrol grubu
KSF:	: Kraniyoservikal fleksiyon
maks:	: Maksimum
mfMRG:	: Kas fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme
min:	: Minimum
mmHg:	: Milimetre civa
MRG:	: Manyetik Rezonans Görüntüleme
ms:	: Milisaniye
N:	: Newton
NY:	: <i>New York</i>
p:	: İstatistiksel yanlışma payı
ROI:	: Region of Interest

S:	: Standart sapma
sn:	: Saniye
SPSS:	: Statistical Package for Social Sciences
T₁:	: 1. Torakal vertebra
T2A:	: T2 ağırlıklı
UMRAM:	: Ulusal Manyetik Rezonans Araştırma Merkezi
USA:	: United States of America
vb:	: ve benzeri
VKİ:	: Vücut kütle indeksi
$\bar{X}$:	: Ortanca



ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
2.1. Servikal bölge anterior-posterior (a) ve lateral (b) grafisi.	7
2.2. Servikal vertebraların anterior ve lateral görünümü.	9
2.3. Servikal bölge kasları.	12
2.4. Servikal omurganın patolojik ve düzgün postürleri	27
2.5. Basınçlı biofeedback cihazı.	38
3.1. Görevin görselleştirilmesi.	45
3.2. T ₂ relaksasyon süresi ve anatomik enine kesit alanı ölçümü için kas ROI'leri	46
3.3. Derin servikal fleksör kasların endurans ölçümü.	48
3.4. Derin servikal ekstansör kasların endurans ölçümü.	49
3.5. Servikal normal eklem hareketlerinin CROM ile değerlendirilmesi.	50
3.6. T ₂ sagittal MR görüntüsü üzerinden <i>Cobb</i> açısının ölçülmesi.	51
3.7. Başın önde duruşunun değerlendirmesi.	53
3.8. Germe egzersizi örnekleri.	54
3.9. Fleksiyon odaklı stabilizasyon egzersizleri seviye 1.	56
3.10. Fleksiyon odaklı stabilizasyon egzersizleri seviye 2.	57
3.11. Fleksiyon odaklı stabilizasyon egzersizleri seviye 3.	58
3.12. Ekstansiyon odaklı stabilizasyon egzersizleri seviye 1.	60
3.13. Ekstansiyon odaklı stabilizasyon egzersizleri seviye 2.	61
3.14. Ekstansiyon odaklı stabilizasyon egzersizleri seviye 3.	63
4.1. Çalışmanın akış diyagramı.	65

TABLOLAR

Tablo	Sayfa
2.1. Servikal bölge kasları ve görevleri.	13
4.1. Bireylerin demografik verilerinin karşılaştırılması.	66
4.2. Bireylerin, çalışma başlangıcında yaptırılan görev sonrası servikal kaslardaki T ₂ relaksasyon süresi değişimlerinin, gruplar arası ve grup içi karşılaştırılması.	67
4.3. Bireylerin görev sonunda T ₂ relaksasyon süresi değişimlerinin gruplar arası ve grup içi karşılaştırılması.	69
4.4. Gruplar arası ve grup içi enine kesit alanı ölçümlerinin karşılaştırılması.	71
4.5. Bireylerin servikal bölge kas kuvvetlerinin gruplar arasında ve grup içi karşılaştırılması.	73
4.6. Bireylerin kas enduranslarının gruplar arasında ve grup içi karşılaştırılması	75
4.7. Bireylerin eklem hareket açıklığı ölçümlerinin gruplar arasında ve grup içi karşılaştırılması.	77
4.8. Gruplar arası ve grup içi postürel düzgünlük ölçümlerinin karşılaştırılması.	79

1. GİRİŞ

Servikal bölge problemleri ve bu problemlere bağlı olarak gelişen ağrı, lumbal bölgeden sonra ikinci sıklıkla görülmekte ve genel popülasyonun %70'e yakınının hayatlarının bir bölümünde, bu problemten etkilendiği düşünülmektedir (1, 2). Servikal bölge problemlerine sahip yetişkin bireylerin %5-10'unun ise bu problem nedeniyle şiddetli yetersizlik yaşadığı bildirilmektedir (1). Son yıllarda özellikle gelişmekte olan ülkelerde, teknolojinin gelişmesiyle ve bilgisayarların kullanımının artması ile birlikte, toplumun statik postür gerektiren işlere doğru yönelmesi, servikal bölge problemleri ve boyun ağrısını giderek artırmaktadır (3). Dünya genelinde son 10 yılda, üç aydan uzun süren boyun ağrısına sahip olan kişilerin sayılarının, yaşlanan nüfus ve çalışma koşullarının zorlaşması ile birlikte, %21.1 oranında arttığı gösterilmiştir (4).

Yapılan çalışmalarda servikal bölge problemi olan bireylerde; kasların aktivite, enine kesit alanı ve kuvvetinde değişimlerin, endurans ve yorgunluk problemlerinin, servikal bölgede duruş bozuklukları gibi yapısal ve fonksiyonel değişikliklerin (5-8) ve özellikle servikal omurganın stabilizasyonunu sağlayan derin kasların stabilizasyon yeteneklerinde bozulmaların görüldüğü, bütün bunların da servikal bölge problemlerinin oluşmasına, artmasına veya sürekli hale gelmesine neden olduğu belirtilmektedir (9, 10).

Servikal bölge problemlerin azaltılması ve servikal bölgedeki yapısal ve fonksiyonel değişikliklerinin önlenmesi için öncelikle koruyucu egzersiz uygulamalarının yapılması, özellikle servikal omurganın stabilizasyon yeteneğinin sağlanması ve korunması gerekmektedir (11). Servikal bölge problemlerinde, yapısal ve fonksiyonel değişiklikler dahil iyi, kapsamlı bir değerlendirme yapıp, bireyselleştirilmiş özel fizyoterapi programlarının uygulanması gereklidir (9, 12). Literatür incelendiğinde bu alanda birçok farklı fizik tedavi ve rehabilitasyon yöntemlerinin kullanıldığı, bunlardan en etkililerinden birisinin de egzersiz tedavileri olduğu belirtilmektedir (13-15). Egzersiz tedavileri; germe, kuvvetlendirme, endurans, stabilizasyon, denge ve propriosepsiyon egzersizlerini kapsamaktadır (16-18). Son yıllardaki çalışmalarda, düşük yoğunluklu servikal spinal stabilizasyon egzersiz programlarının, sık kullanılan ve kapsamlı bir yöntem olduğu görülmektedir (9, 12, 19). Servikal spinal stabilizasyon egzersizleri ile motor öğrenme prensiplerine uygun

olarak, vücut farkındalığının ve postür düzgünlüğünün geliştirilmesi, derin kasların segmental stabilizasyon yeteneğinin kazandırılması, kuvvet ve enduranslarının artırılması sağlanmaktadır (12). Bu sayede özellikle önde longus kolli ve longus kapitis, arkada multifidus, semispinalis servisis ve suboksipital kasların, servikal omurganın stabilizasyonunu sağlama yetenekleri geliştirilerek, servikal bölge problemlerinin önlenmesi ve/veya tedavi edilmesi amaçlanmaktadır (9, 12).

Servikal bölge problemleri olan kişilerde, problemlerin nedenlerine ve patolojilerine bağlı olarak, bireylerde duruş ve hareket konusunda rahat ettikleri pozisyona göre tercih ettikleri farklı yönelimler oluşabilmektedir. Bazı kişilerde fleksiyon postürü, bazılarında ise ekstansiyon postürü, semptomları azaltmakta veya ortadan kaldırmaktadır. Bu nedenlerle bu kişiler, ya fleksiyon ya da ekstansiyon postürüne doğru yönelim gösterirler. Kisner ve Colby; spinal bölge için egzersiz programları oluşturulurken, fleksiyon pozisyonuna yönelimi olan bireylerde fleksiyon odaklı, ekstansiyon pozisyonuna yönelimi olan bireylerde ise ekstansiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersizlerinin tercih edilmesinin faydalı olacağından bahsetmektedir (12). Kisner ve Colby'nin bu düşüncesi konusunda yapılan literatür incelemesinde, fleksiyon odaklı ve ekstansiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersiz programlarının ayrı ayrı etkilerini inceleyen çalışma ile karşılaşılmamış olması nedeniyle, fleksiyon ve ekstansiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersiz programlarının, servikal kaslarda meydana getirdiği etkileri incelemek amacıyla bu çalışma planlanmıştır. Servikal bölge problemleri olan bireyler arasında etkilimlerin farklılıklar gösterebileceği ve bu nedenle egzersizlerin kaslarda meydana getireceği etkilerde de değişiklikler oluşabileceği düşünülerek, araştırmanın servikal bölge problemi olmayan sağlıklı bireylerde yapılmasına karar verilmiştir.

Çalışmamızın hipotezleri aşağıda belirtilmiştir:

Hipotez 1: Sağlıklı bireylerde fleksör kaslara odaklı spinal stabilizasyon egzersiz programının servikal kasların T₂ relaksasyon sürelerine etkileri, ekstansör kaslara odaklı egzersiz programı ile benzerdir.

Hipotez 2: Sağlıklı bireylerde fleksör kaslara odaklı spinal stabilizasyon egzersiz programının servikal kasların anatomik enine kesit alanları üzerinde etkileri, ekstansör kaslara odaklı egzersiz programı ile benzerdir.

Hipotez 3: Sağlıklı bireylerde fleksör kaslara odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersiz programı, ekstansör kaslar üzerinde de etki meydana getirmektedir.

Hipotez 4: Sağlıklı bireylerde ekstansör kaslara odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersiz programı, fleksör kaslar üzerinde de etki meydana getirmektedir.

Çalışmamızın amacı, sağlıklı bireylere uygulanan fleksör ve ekstansör kaslara odaklanmış servikal spinal stabilizasyon egzersiz programlarının, boyun kaslarında meydana getireceği morfolojik değişikliklerin incelenmesidir.



2. GENEL BİLGİLER

Servikal bölge problemleri, lumbal bölge problemlerinden sonra en sık görülen ikinci kas-iskelet sistemi problemi olup toplumun büyük bir bölümünü etkilemektedir (1, 4). Kişilerin yetersizlik ile geçen yaşam süresi hesaplamalarında ise boyun ağrısı; iskemik kalp hastalığı, serebrovasküler olay ve alt solunum yolu enfeksiyonlarından sonra dördüncü sırada gelmektedir (4). Görülme sıklığı; sedanter yaşam, çalışma koşullarının ağırlaşması, yaşlanma ve artan yaşlı nüfus gibi nedenler ile sürekli olarak artmaktadır (3, 4). Amerika’da boyun ağrısı için toplam yıllık harcamanın 29 milyar dolara kadar ulaştığı, Hollanda gibi küçük bir ülkede bile yıllık harcamanın 686 milyon dolar seviyesinde olduğu gösterilmiştir (4, 20, 21).

Bu nedenlerle servikal bölge problemlerinin önlenmesi veya kısa sürede tedavi edilebilmesinin önemi büyüktür. Servikal bölge problemleri sırasında servikal bölgede birçok farklı yapısal ve fonksiyonel değişikliğin görülmesi ve patolojilerine uygun olarak bazı bireylerin fleksiyon hareketleri sırasında, bazı bireylerin ise ekstansiyon hareketleri sırasında semptomlarında azalma ve rahatlama yaşamaları, buna bağlı olarak da rahat ettikleri farklı pozisyona yönelimleri, bu kişiler için uygun egzersiz seçimini ve uygulamalarını zorlaştırabilmekte ve tedavi sürelerini uzatabilmektedir (9, 12). Bu yapısal ve fonksiyonel değişikliklerin ve servikal bölge problemleri olan kişilerde problemlerin nedenlerine ve patolojilerine bağlı olarak gelişen farklı postürlere yönelimlerin, iyi ve kapsamlı bir şekilde incelenmesi ve bunlara özgü bireyselleştirilmiş tedavi programlarının oluşturulması gerekmektedir.

Servikal bölgede görülen problemler ile yapısal ve fonksiyonel değişikliklerin iyi bir şekilde anlaşılabilmesi ve uygun tedavi yöntemlerinin belirlenebilmesi için öncelikle servikal bölge anatomisi ve biyomekaniğinin bilinmesi gereklidir.

2.1. Servikal Bölge Anatomisi ve Biyomekaniği

Fonksiyonel olarak vertebral kolon; yerçekimine karşı dik duruşu ve dengeyi sağlamak, uygulanan eksternal kuvvet ve dirençlere karşı segmental hareketleri ortaya çıkarmak ve ilişkili olduğu bölgelerin hareketlerine stabilizer ya da kinetik olarak yardımcı olmak gibi görevlere sahiptir (22).

Servikal bölge, baş ve torakal bölge arasında bağlantıyı sağlayan omurganın en hareketli bölgesidir. Servikal bölgenin hemen üzerinde bulunan baş ise görme, işitme,

koklama, tatma gibi duyuşal fonksiyonlara özelleşmiştir ve bu fonksiyonlarını yerine getirebilmek için servikal bölgenin fonksiyonelliğine ihtiyaç duyar. Servikal bölge de; başın bu fonksiyonlarını sürdürebilmesini sağlamak amacıyla bu duyuşal yapıyı, 3 boyutlu uzayda hareket ettiren ve ona stabilite sağlayan bir destek yüzeyi gibi görev yapar (23). Servikal bölge fonksiyonu aynı zamanda, toraks, omuz kuşağı ve temporomandibular bölge ile de yakından ilişkilidir (9).

Servikal omurga; temel olarak içerisinde bulunan medulla spinalis, spinal sinirler ve vertebral arterin korunması için belli bir sertliğe, kinematiğı için ise esnekliğe ihtiyaç duyar (22). Hem sertliğe hem de esnekliğe ihtiyaç duyan bu bölgenin anatomik yapısı karmaşık bir organizasyona sahiptir (19). Bu karmaşık yapı daha rahat tanımlanabilmesi için 2 fonksiyonel bölgeye ayrılarak incelenebilir. Üstte kraniyum ile bağlantıyı sağlayan ve başın ağırlığının çoğunu destekleyen bölge; servikal 1. ve 2. vertebralardan oluşmaktadır ve atipik vertebral bölge, kraniyoservikal bölge ya da üst segment olarak adlandırılabilir. Servikal 3. ve servikal 7. vertebra arasındaki bölge ise tipik vertebral bölge ya da alt segment olarak isimlendirilebilir (9, 19, 22). Böylece, 2. ve 3. servikal vertebralardan oluşan hareket segmentinde ortaya çıkan bir geçiş ile servikal omurganın anatomik ve fonksiyonel olarak iki ayrı bölüme ayrıldığı söylenebilir (9). Bu hareket segmenti aynı zamanda, başı tipik vertebralardan üzerinde tutan ve hareket ettiren bir aparat için çapa olarak da nitelendirilmektedir (9, 23).

2.1.1. Servikal Bölge Kemik ve Eklem Yapıları

Kemik Yapıları

Servikal omurga, kraniyum ile torakal birinci vertebra arasındaki yedi vertebra (C₁-C₇) tarafından oluşturulur. Uzunluğunun yaklaşık dörtte biri, ikinci servikal vertebradan sonra vertebralardan arasında bulunan intervertebral disk yapısından oluşur. Servikal omurga, eğimi anteriora doğru olan bir lordoz açısına sahiptir (22).

Servikal omurgayı oluşturan vertebralardan C₁ (atlas), C₂ (aksis) ve C₇ (vertebra prominens) diğer vertebralardan farklı özelliklere sahiptir. C₃₋₆ arasındaki vertebralardan ise servikal vertebralardan tipik özelliklerine sahiptir (22).

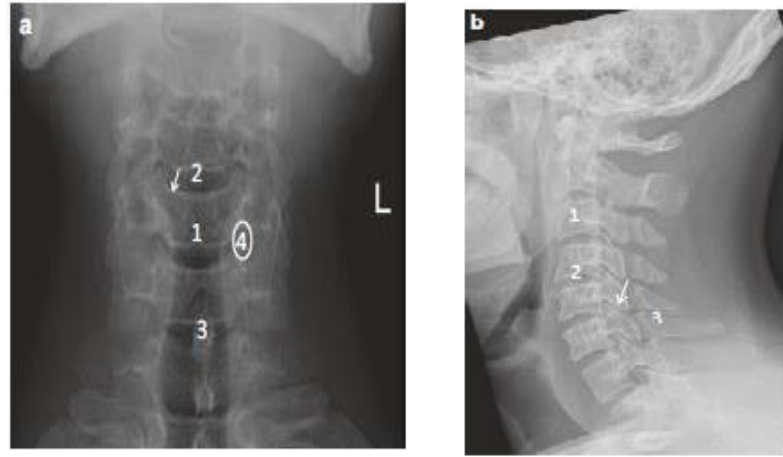
Birinci servikal vertebra olan atlas, başın ağırlığını taşımakla görevlidir. Atlas halka şeklinde bir yapıya sahiptir ve korpusu bulunmaz. İki lateral arkı vardır, bunlar

anteriyor ve posteriyor arklarda birleşirler. Oksiput ile eklemleşmesini, superiyorda bulunan konkav eklem yüzeyi ile yapar. Oksiput da bu eklem yüzeyine uygun olarak konveks kondillere sahiptir. Atlas, inferiyorda ise ikinci servikal vertebra olan aksis ile eklem yapacağı fovea dentise sahiptir (22, 24).

İkinci servikal vertebra, kraniyoservikal bölgede başın rotasyon hareketinin büyük bir bölümünün ortaya çıkmasını sağlayan bir eksen gibi çalıştığı için, aksis olarak isimlendirilmiştir. Aksis, atlasın hemen altında bulunmakla birlikte, kendisine özel dens aksis ya da odontoid proses olarak adlandırılan çıkıntıya sahiptir. Bu çıkıntı sadece aksiste bulunur ve atlas ile eklem yapmasını sağlar (19, 22). Dens aksis, aynı zamanda kraniyoservikal ve tipik servikal bölgelerin birçok derin posteriyor kası için de yapışma yeri oluşturmaktadır (9).

Üçüncü servikal vertebradan itibaren gördüğümüz tipik vertebralar; korpus, vertebral foramen, pedinküller, laminalar, spinöz proses, fasetler ve transvers proseslerden oluşur. Transvers prosesler, servikal bölgeye özgüdür, üzerinde bulunan foramen transversariumların içinden vertebral arter ve ven geçer. Pedinküller, vertebra korpusundan posteriyora ve laterale doğru olan çıkıntılardır ve posteriyorda laminalar ile birleşerek vertebranın posteriyordaki çıkıntısı olan spinöz prosesleri oluşturur. Vertebral foramen içinden medulla spinalis geçer. Fasetler ise lamina ve pedinküllerin lateraldeki uzantılarıdır ve iki alt-üst vertebranın kendi aralarında zigapofizyal (faset) eklemleri yapmasını sağlar (19, 24, 25) (Şekil 2.1).

C₇ vertebra, servikal ve torakal vertebralar arasındaki geçiş ve birleşme yeridir. C₇ vertebra, spinöz prosesinin tipik vertebralara göre daha iyi gelişmiş olması, daha uzun olması ve dorsale ve inferiyora doğru yönelmiş olması, bifid olmaması (çatallaşma göstermemesi) gibi özelliklerle tipik vertebralardan ayrılır. C₇'nin spinöz prosesi, prominent tüberkül ile sonlanır ve burası ligamentum nukha için yapışma yeridir (25). Aynı zamanda C₇ bu özellikleri ile birlikte vücutta en rahat palpe edilen vertebralardandır ve bu nedenle klinik öneme sahiptir (19, 24).



Şekil 2.1. Servikal bölge anterior-posterior (a) ve lateral (b) grafisi (26).

1: vertebra gövdesi, 2: intervertebral disk aralığı, 3: spinöz proses, 4: unkovertebral eklem, 5 (okla gösterilmiş): faset eklem

Eklem Yapıları

Servikal bölgede bulunan farklı eklemler, omurganın farklı hareketlerine izin verecek şekilde oluşmuştur (22). Üst bölge ve alt bölge eklemleri olarak iki gruba ayrılarak incelenebilir.

Üst servikal bölge eklemlerinden olan atlanto-oksipital eklem, atlasın konkav eklem yüzü ile oksiputun konveks kondilleri arasında meydana gelmektedir. Atlanto-oksipital eklem anteriororda, atlanto-oksipital membran tarafından örtülür. Posteriororda ise atlasın posterior arkı ve foramen magnumun posterior kenarı arasında uzanan posterior longitudinal ligament bulunur (9, 19, 22).

Diğer üst servikal bölge eklemi ise atlanto-aksiyal eklemdir. Bu eklem bir medial atlanto-aksiyal eklem ve iki lateral atlanto-aksiyal eklemden oluşur (19). Medial eklem, aksisin dens aksisi ile atlas arasında meydana gelirken, lateral eklem her iki vertebra'nın lateral eklem yüzleri arasında oluşur. Bu eklemin en büyük stabilizeri krusiform ligamentin bir parçası olan transvers ligament olmakla birlikte, üst servikal bölgenin eklemleri, tektorial membran, krusiform ligamentin superiyor ve inferiyor longitudinal ligamentleri ve alar ligamentler tarafından da desteklenir (19, 22).

Alt servikal bölgedeki eklem yapıları incelendiğinde ise iki vertebra gövdesi arasında intervertebral eklem (diskosomatik eklemler) ve unkovertebral eklemler,

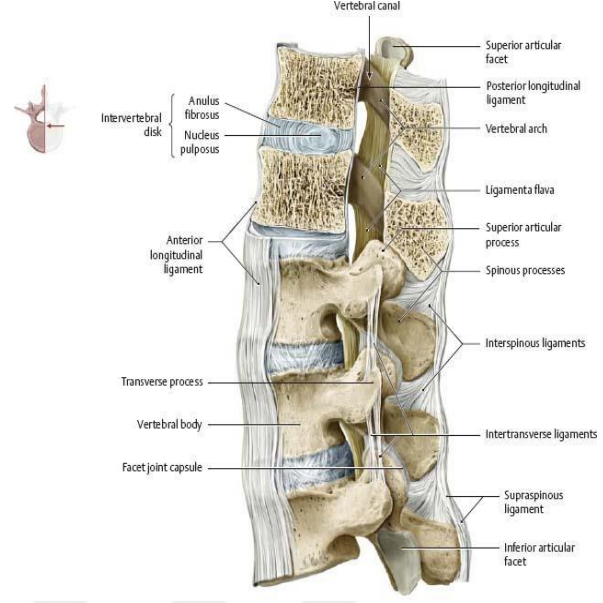
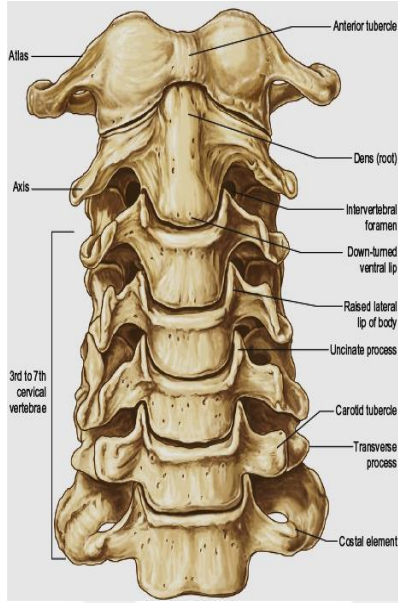
vertebraların lateral eklem yüzleri arasında ise faset eklemler (zigapofizyal eklemler) bulunmaktadır (19).

İntervertebral eklemler, alt ve üst iki vertebranın gövdeleri arasında oluşan eklemlerdir ve bu eklemler arasında bir eklem kavitesi bulunmaz. Bütün bağlantı, eklem yüzleri arasında bulunan intervertebral diskin üzerinden sağlanır. İntervertebral diskler, santralde nukleus pulposus ve periferde anulus fibrosis liflerinden oluşur. Nukleus, mukopolisakkarid ve sudan oluşan jel kıvamında bir yapıdır. Yetişkin intervertebral diskinin anulusu hilal şeklinde ince bir tabakadır, iç içe geçmiştir ve torsiyonel talepleri karşılamaya uygun olarak yüksek konsantrasyonda kollajen içeren lif yapısına sahiptir (9, 19, 22, 25).

Unkovertebral eklemler, C₃-T₁ arasında vertebra gövdelerinin süperiyör son plaklarının her iki yönünde bulunan unsinat prosesler ve üstteki vertebranın gövdesinin alt son plağında bulunan eklem yüzleri arasında oluşan eklemlerdir. Unsinat prosesler yukarıya doğru çıkıntı oluşturur ve hareketleri sınırlar (25, 26).

Faset eklemler, üstteki vertebranın lateral eklem yüzünde bulunan inferiyör fasetler ile alttaki vertebranın lateral eklem yüzünde bulunan süperiyör fasetler arasında oluşan eklemlerdir. Bu faset eklemlerin kapsülleri, temel olarak segmental stabilizasyonda görev alır (19, 25, 26).

Alt servikal bölgenin eklemleri ve eklemleri oluşturan yapılar; anterior longitudinal ligament, posterior longitudinal ligament, ligamentum flavum, ligamentum nukha ve interspinöz ligamentler tarafından desteklenir (19, 25, 26) (Şekil 2.1. ve Şekil 2.2.).



Şekil 2.2. Servikal vertebraların anterior ve lateral görünümü (27).

2.1.2. Servikal Bölge Kasları

Servikal bölge kasları farkı gruplamalar yapılarak incelenebilmektedir. **Bir gruplamaya göre;** bu kasların bir bölümü **sadece kraniyoservikal bölgede (atipik servikal bölge) bulunan kaslardan**, bir bölümü de **tipik servikal bölgede bulunup** kraniyoservikal bölgeye uzanan kaslardan oluşur (9, 28). Yine bu kasların bazıları sadece vertebralara ve kraniyuma yapışırken, diğerleri hem vertebralar ve kraniyum ile hem de diğer iskelet sistemi segmentleri ile bağlantı kurmaktadır (22). Kasların bütün halde temel görevleri; servikal bölgenin anatomik olarak neresinde bulunduğundan bağımsız olarak, hem başın duyuşal işlevleri için büyük bir hareket genişliği oluşturmak, hem de bu hareketler sırasında baş ve boynun stabilitesini sağlamaktır (9). Servikal kasların, servikal omurga duruşunu ve hareketini kontrol etmedeki rolleri; omurgada etkiledikleri bölgeye (kraniyoservikal ya da tipik servikal bölgeler) ve vertebral kolondaki anatomik yerleşim yeri derinliklerine göre belirlenebilir (9). Bu nedenle servikal bölgenin kas grupları, karmaşık bir organizasyona sahiptir.

Kraniyoservikal bölgede yer alan suboksipital kaslar;

Anterolateral grup, longus kapitis ve antero-lateral suboksipital kaslardan (rektus kapitis anterior ve rektus kapitis lateristen),

posteriyor grup ise posteriyor suboksipital kaslardan (rektus kapitis posteriyor major, rektus kapitis posteriyor minor, obliquus kapitis inferiyor ve obliquus kapitis superiyor) oluşur.

Bu suboksipital kaslar, vestibüler ve görsel bağlantıları ile birlikte kraniyuma olan yakınlıkları ile önemli propioseptif monitörler olarak görev alır (9, 28). Bu bilgiler aynı zamanda suboksipital kas gruplarının, atlanto-oksipital ve atlanto-aksiyal eklemlerin segmental stabilizasyonunda rol aldığını da göstermektedir (19).

Tipik servikal bölge kasları;

Antero-lateral bölgede incelendiğinde, önde *longus kolli* kasının, tipik servikal vertebraların bütün uzunluğu boyunca yapıştığı ve kraniyuma doğru çıkarak atlasta sonlandığı görülürken,

lateralde ise tipik servikal bölge, *skalen* kasların 3 grubu (anteriyor, medial ve posteriyor) tarafından çevrelenir (9, 28).

Servikal bölge kasları başka bir gruplamaya göre de; antero-lateral ve posteriyor grup olarak iki ana başlık altında da incelenebilmektedir (29).

Antero-lateral bölgede bulunan;

Longus kolli kası, *longus kapitis* ile birlikte derin servikal fleksör kaslar olarak isimlendirilir, baş ve boynun fleksiyon ve rotasyon hareketlerinde rol alır. Bu kasların, aynı zamanda büyük bir stabilizatör özellikleri de bulunmaktadır. Özellikle yer çekiminin ve yüzeysel posteriyor kasların çekim kuvvetinin lordozu artırıcı kuvvetlerine karşı, dengeleyici olarak da çalışırlar (19).

Skalen kaslar birlikte çalıştıklarında başın fleksiyon hareketini, tek taraflı çalıştıklarında ise lateral fleksiyon hareketini yaparlar, anteriyor skalen kasların baş rotasyonunda da rol aldıkları bilinmektedir (19). Skalen kaslar aynı zamanda kostalara olan yapışmaları ile birlikte solunuma yardımcı olarak da çalışırlar (12, 30).

Sternokloidomastoid kası ile *infrahyoid* ve *suprahyoid* kasların, hem kraniyoservikal hem de tipik servikal bölgeyi kat ettikleri görülür (9).

Sternokloidomastoid kası anteriyor bölümdeki yüzeysel yerleşimli kaslardan biridir ve başın fleksiyon, lateral fleksiyon ve rotasyon hareketlerinin hepsinde rol

oyunar. İki taraflı kasılmasında başta fleksiyon, tek taraflı kasılmasında ise aynı tarafa lateral fleksiyon ve karşı tarafa rotasyon hareketleri ortaya çıkar (19).

İnfrahyoid ve suprahoid kaslar öncelikli olarak yutma, konuşma ve çiğneme gibi fonksiyonlarda görev alsalar da bu fonksiyonlar sırasında servikal bölgenin özellikle kraniyoservikal fleksiyon hareketine de katılmaktadır (12) (Şekil 2.3.).

Posteriyor tipik servikal bölge kaslarının bazı kaynaklarda yüzeysel, orta ve derin olarak üç grup altında incelendiği bazı kaynaklarda ise bu incelemelerin omurga kaslarının altı tabakada incelenmesi ile yapıldığı görülmektedir (19, 31).

Yüzeysel kaslar, birinci tabakadaki en yüzeysel yerleşimli olan *trapez kası* ve ikinci tabakadaki *levator skapula* kasları tarafından oluşturulur.

Orta grup kaslar dördüncü ve üçüncü tabaka kaslarıdır. Üçüncü tabakada bulunan *serratus posterior inferior* ve *serratus posterior superior* kasları alt servikal vertebralara yapışsa da fonksiyonları sadece kostalar üzerindedir. Dördüncü tabakada bulunan kaslar *splenius kapitis* ve *splenius servisis* kaslarıdır.

Derin grup kaslar ise beşinci tabakada bulunan *longissimus kapitis*, *longissimus servisis*, *spinalis kapitis*, *spinalis servisis* ve *iliokostalis servisis* kasları ve altıncı tabakada bulunan *semispinalis servisis*, *semispinalis kapitis*, *multifidus* ve *rotator* kaslar tarafından oluşturulur (9, 19, 31).

Bu kaslardan trapez, splenius kapitis, splenius servisis, semispinalis kapitis ve longissimus kapitis hem tipik servikal bölgeyi hem de kraniyoservikal bölgeyi kat eder (9).

Trapezius kası en yüzeysel yerleşimli posteriyor kas olması ile birlikte, başa ekstansiyon hareketini yaptırmaktadır.

Levator skapula kası ise başın lateral fleksiyon ve rotasyon hareketlerinde rol alır. Hem trapezius hem levator skapula kası temel olarak skapulanın elevasyonunda da görev alır.

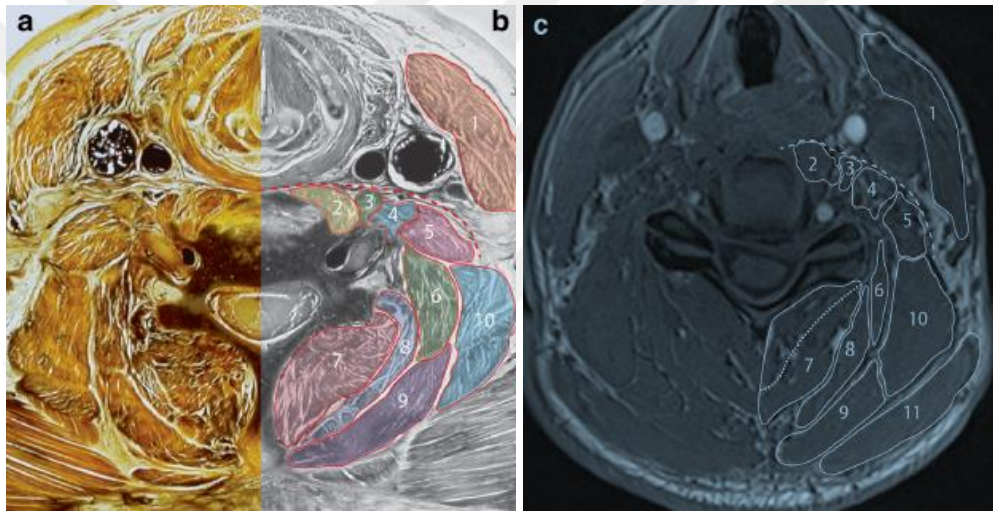
Splenius kapitis ve splenius servisis kasları başa ekstansiyon, lateral fleksiyon ve aynı tarafa rotasyon hareketlerinden sorumludur.

Beşinci tabakada bulunan kaslar erektör spina kasları olarak da isimlendirilmektedir. Bu kaslardan iliokostalis servisis, baş ekstansiyon ve lateral fleksiyonundan; longissimus kapitis, longissimus servisis, spinalis servisis ve spinalis

kapitis, başa lateral fleksiyon, rotasyon ve iki taraflı çalışmalarında ekstansiyon hareketinden sorumludur.

Semispinalis servisis ve multifidus kasları ise derin servikal ekstansör kaslar olarak isimlendirilir ve görevleri baş ve servikal omurganın ekstansiyon hareketlerini yaptırmaktır, ancak yapılarında bulundukları lif tipleri ve yerleşimleri bu kasların daha fazla stabilizatör olarak çalıştıklarını göstermektedir (19). Özellikle derin servikal fleksör kaslar gibi lordoz açısındaki bozulmalara yönelik olan kassal aktivitelere karşı koyma özelliği bu kaslarda da bulunmaktadır (9).

Şekil 2.3.'te servikal bölge kaslarının ilistrasyon ile yapılan çizimleri ve manyetik rezonans görüntüleri ile yerleşimleri gösterilmektedir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Servikal bölge kasları a,b: İllistrasyon; c: C₅₋₆ seviyesi manyetik rezonans görüntüsü; 1: Sternokloidomastoid; 2: Longus kolli; 3: Longus kapitis; 4: Anteriyor skalen; 5: Medial skalen; 6: Splenius servisis; 7: Multifidus / semispinalis servisis; 8: Semispinalis kapitis; 9: Splenius kapitis; 10: Levator skapula; 11: Üst trapezius. (32).

Servikal bölge kasları ve görevlerine ilişkin bilgiler Tablo 2.1'de verilmiştir (Tablo 2.1.).

Tablo 2.1. Servikal bölge kasları ve görevleri (29, 33)

Lokalizasyon	Kas adı	Fonksiyonu
Antero-lateral kraniyoservikal ve suboksipital bölge	Longus kapitis	Atlanto-oksipital eklem fleksiyonu, servikal bölge stabilizasyonu, ipsilateral rotasyon
	Rektus kapitis anterior	Atlanto-oksipital eklem fleksiyonu
	Rektus kapitis lateralis	Atlanto-oksipital eklem lateral fleksiyonu
	Rektus kapitis posterior major	Atlanto-oksipital eklem ekstansiyonu ve servikal bölge stabilizasyonu
Posteriyor suboksipital bölge	Rektus kapitis posterior minor	Kraniyoservikal blok ekstansiyonu, ipsilateral rotasyonu ve servikal bölge stabilizasyonu
	Obliquus kapitis inferior	Atlanto-aksiyal eklem ipsilateral rotasyon
	Obliquus kapitis superior	Atlanto-oksipital eklem ekstansiyonu ve lateral fleksiyonu
Derin anterior servikal bölge	Longus kolli	Servikal bölge stabilizasyonu, Atlanto-oksipital eklem fleksiyonu, kontralateral rotasyonu
Yüzeyel antero-lateral servikal bölge	Anterior skalen	Servikal fleksiyon, lateral fleksiyon, kontralateral rotasyon
	Medial skalen	Servikal fleksiyon ve lateral fleksiyon
	Posterior skalen	Servikal fleksiyon ve lateral fleksiyon
	Sternoklomidomastoid	Servikal fleksiyon, lateral fleksiyon, kontralateral rotasyon
Hyoid çevresi	İnfra ve suprahoid kaslar	Servikal fleksiyon, kraniyoservikal fleksiyon ve çiğneme, konuşma, yutma
Yüzeyel posteriyor servikal bölge	Trapezius	Servikal ekstansiyon
	Levator skapula	Lateral fleksiyon ve ipsilateral rotasyon
Orta posteriyor servikal bölge	Splenius kapitis	Servikal ekstansiyon, lateral fleksiyon, ipsilateral rotasyon
	Splenius servisis	Servikal ekstansiyon, lateral fleksiyon, ipsilateral rotasyon
Derin posteriyor servikal bölge	Longissimus kapitis	Servikal ekstansiyon, ipsilateral rotasyon, lateral fleksiyon
	Longissimus servisis	Servikal ekstansiyon, ipsilateral rotasyon, lateral fleksiyon
	Spinalis kapitis	Servikal ekstansiyon, ipsilateral rotasyon, lateral fleksiyon
	Spinalis servisis	Servikal ekstansiyon, ipsilateral rotasyon, lateral fleksiyon
	İliokostalis servisis	Servikal ekstansiyon, lateral fleksiyon
	Semispinalis servisis	Servikal bölge stabilizasyonu, servikal ekstansiyon
	Semispinalis kapitis	Servikal ekstansiyon, kontralateral rotasyon
	Multifidus	Servikal bölge stabilizasyonu, servikal ekstansiyon
	Rotator kaslar	Servikal ekstansiyon, kontralateral rotasyon

2.1.3. Servikal Bölgenin Biyomekaniği

Servikal bölge, vertebral kolon içerisinde en yüksek hareket genişliğine sahip olan bölgedir (9). Servikal bölgenin yapısı kraniyoservikal bölge ve tipik servikal bölge olarak iki ana grupta incelendiği gibi servikal bölgenin biyomekaniği de iki gruba ayrılarak incelenebilir. Atlas ve aksisin oluşturduğu kraniyoservikal segment, başın atlanto-oksipital ve atlanto-aksiyal eklemlerdeki hareketlerini içerir. Tipik servikal segmentler ise alt ve üst vertebraalar arasında oluşan ünitelerin segmental hareketlerini oluşturur (9, 22, 25).

Servikal bölge hareketlerinin yaklaşık %20'si, bölgede bulunan kemik ve ligament yapılarının yardımı ile, %80'i ise kassal aktivite ile stabilize edilir (34, 35).

Atlas ve oksiput bir ünite şeklinde hareket ederek, atlanto-oksipital eklemi oluşturur. Atlanto-oksipital eklem yapısı sagittal düzlemde geniş bir hareket açısına izin verir (9, 23). Sagittal düzlemdeki bu hareket başı evet ve hayır yapar gibi yapılan baş ile onay verme (servikal nod) şeklindeki fleksiyon ve ekstansiyondur. Atlanto-oksipital eklem stabilitesinin temel sağlayıcısı atlasın soketleridir ve atlas soketlerinin yan duvarlarının dikliği oksiputun yana hareketlerini ve ön ve arka duvarları ise başın anterior ve posterior kaymalarını sınırlar (23). Bu soket yapısı ve eklem kapsüllerinin gerginliği frontal ve transvers düzlemde minimal rotasyon ve lateral fleksiyon hareketlerine izin verir, ancak bu hareketler göz ardı edilebilecek kadar azdır (9, 23, 28). Atlasın servikal bölge kinetiği içerisindeki hareketleri incelendiğinde, genellikle kendi başına hareketler ortaya çıkarmak yerine, baş ve boynun diğer segmentlerinin hareketleri sırasında, bu hareketlere uygun hareketler ortaya çıkardığı görülmüştür (23). Atlasın bu hareketleri ise genellikle paradoksal hareketlerdir, yani atlas servikal vertebraaların tam fleksiyonu sırasında küçük bir miktar ekstansiyona gitmektedir (9, 23, 36).

Atlanto-aksiyal eklem, atlanto-oksipital eklem göre daha gevşek kapsül ligamentlerine sahip olması ve yapı özellikleri, transvers düzlemde daha büyük bir hareket açıklığına sahip olmasını sağlamaktadır (9). Bu nedenle atlanto-aksiyal eklem, temel görevinin, başın yükünü taşıma görevi ile birlikte rotasyon hareketlerinin oluşmasını sağlamak olduğu da söylenebilir (23). Atlanto-aksiyal eklemden fleksiyon, ekstansiyon, lateral fleksiyon ve rotasyon hareketleri ortaya çıkmaktadır ve baş rotasyonunun %50'sinden fazlası bu eklemden yapılmaktadır (19).

Hem atlanto-okspital hem de atlanto-aksiyel eklem birlikte incelendiğinde (genel olarak kraniyoservikal bölge) ise servikal bölgenin sagittal düzlemdeki tüm hareketlerin 1/3'ünü ve transvers düzlem hareketlerinin yarısını ortaya çıkardıkları söylenebilir (9).

Servikal bölgenin tipik vertebraları arasında bulunan eklemler; fleksiyon, ekstansiyon, lateral fleksiyon ve rotasyon hareketlerine izin verir (9, 19, 25). Fleksiyon sırasında hareket baskın olarak alt servikal bölgede başlatılır ve sonlandırılır (C₄₋₇) (9). Kraniyoservikal bölge (C₀₋₂) ve orta servikal bölgeler (C₂₋₄) ise hareketin orta aşamasından sonra harekete katkıda bulunmaya başlarlar, ancak fleksiyonun son aşamasında C₀₋₂ hareket segmentleri ekstansiyon yönünde paradoksal hareketlerini yaparlar (9, 23). Servikal ekstansiyon sırasında da bütün segmentlerde benzer bir hareket şekli gözlenir, ancak maksimal ekstansiyonda bu sefer kraniyoservikal bölgenin de ekstansiyonda olduğu gözlenmiştir (9, 37). C₄₋₇ segmentlerindeki fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri incelendiğinde de C₂₋₃ segmentinden C₆₋₇ segmentlerine doğru aşağı inildikçe fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerine katkı miktarının arttığı ve C₆₋₇ segmentinden itibaren aşağıya inildikçe tekrar azalmaya başladığı görülmüştür (19). Bu da fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerinin en fazla C₅₋₆ segmentlerinde olduğunu göstermektedir.

Tipik servikal vertebraların, frontal ve transvers düzlemdeki hareketleri de incelendiğinde, rotasyon hareketi için geniş bir açıya sahip oldukları, ancak unkovertebral ve faset eklemlerin yapısından dolayı lateral fleksiyonun bir miktar kısıtlandığı görülmüştür (38). Tipik servikal vertebralarda lateral fleksiyon hareketi sırasında, rotasyon hareketi de görülür ve bu hareketler ikili hareket olarak isimlendirilir (9, 39, 40). C₂ segmentinde ortaya çıkan her 3 derecelik lateral fleksiyon için 2 derecelik bir rotasyon ikili hareketinin ortaya çıktığı, alt segmentlere inildikçe ikili hareketteki rotasyon miktarının azaldığı bulunmuştur (40)

Başın diğer bir sagittal düzlem hareketi de protraksiyon ve retraksiyondur (9, 28). Başın protraksiyon ve retraksiyon hareketleri sırasında, servikal vertebraların zıt uçlarında zıt hareketler meydana gelir. Protraksiyon sırasında alt segmentlerde fleksiyon ve üst segmentlerde ise ekstansiyon ortaya çıkar ve kraniyoservikal bölge tam ekstansiyondadır. Zıt olarak retraksiyon sırasında ise alt bölge orta derecede

ekstansiyon açısına, üst segmentler ise aşırı bir fleksiyona sahiptir ve kraniyoservikal bölgede en son açıda fleksiyon ortaya çıkar (41).

Servikal bölgenin bu hareketlerini kontrol eden bir diğer yapı grubunun da ligamentler olduğu belirtilmiştir. Bu ligamentlerin biyomekanideki rolleri incelendiğinde, birçok hareketi sınırladıkları görülmektedir (19, 42-44).

Servikal bölge hareketleri sırasında kassal kontrol

Servikal bölgenin *fleksiyon ve ekstansiyonu sırasında kassal hareketler* incelendiğinde, servikal bölgenin fleksiyondan dik postüre gelirken yaptığı ekstansiyon hareketinde, fleksör kasların öncelikle eksentrik bir aktiviteye sahip oldukları ve ardından konsantrik kontrolü sağladıkları görülmüştür. Hareketin başında hareketi başlatabilmek için patlama tarzında güçlü bir ekstansör kas aktivitesi vardır (9). Baş nötrale geldiğinde ise bu ekstansör kas aktivitesi azalır ve ilerleyen dönemde ekstansör kaslar tam servikal ekstansiyon açısına sahip olmak için tekrar aktive olur (45). Bu sırada fleksör kasların eksentrik kontrolü; longus kolli, sternokloidomastoid, anteriyor skalen ve hyoid kaslar tarafından sağlanır. Ekstansiyon arttıkça ise sternokloidomastoid ve skalen aktivitesinin azaldığı ve derin longus kolli kasının yer çekimi torkunu karşılayabilmek için daha büyük bir rol üstlendiği görülür (9). Servikal omurganın ekstansiyondan dik postüre ve fleksiyona doğru dönüşü ise servikal ekstansör kasların eksentrik ve takip eden konsantrik kontrolü ile gerçekleşir. Hareketin hem eksentrik hem de konsantrik evrelerinde semispinalis kapitis, splenius kapitis, semispinalis servisis ve multifidus kasları aktiftir (45). İlginç bir şekilde servikal fleksiyon açısının en son noktasında ise servikal ekstansör kas aktivitesinin azaldığı görülmektedir ve bunun nedeninin, bu noktada aktivitenin ligamentum nukha da dahil olmak üzere pasif sınırlandırmalar ile dengelenmesi olduğu düşünülmektedir (45, 46).

Servikal bölgenin *transvers ve frontal düzlemdeki hareketleri sırasında kassal aktiviteler* incelendiğinde ise sternokloidomastoid ve splenius kapitis kaslarının, kontralateral ve ipsilateral rotasyon sırasında güçlü bir şekilde aktif oldukları görülmüştür (47). Daha derin servikal kaslar (multifidus, suboksipital kaslar, longus kapitis ve longus kolli) transvers ve frontal düzlemlerdeki hareketlere katkıda bulunmak için uygun oblik oryantasyonlara sahip olsalar da küçük moment kolları

nedeniyle yüksek tork üretme kapasitesine sahip değildirler. Bu nedenle bu derin kaslar temel hareket ettirici özelliklerinden çok, rotasyon sırasında segmental stabilitenin sağlanmasında görev alır (9, 45, 48). Elektromyografi (EMG) ölçümleri de bu kasların ipsilateral ve kontralateral izometrik servikal rotasyon ve lateral fleksiyon aktiviteleri sırasında, hareket ettirici özelliklerinden çok stabilizer özellikleri olduğunu göstermektedir (9, 49).

2.2. Servikal Bölgede Oluşan Yapısal ve Fonksiyonel Değişiklikler

Servikal bölgede yapısal ve fonksiyonel değişikliklere neden olan birçok etken vardır. Bunlar; travmatik nedenler (whiplash, kırıklar vb.), mekanik bozukluklar (diskopatiler, aşırı ve tekrarlı boyun hareketleri, tortikollis, uygun olmayan çalışma koşulları, faset eklem sendromu, skolyoz, vb.), nörolojik sistem kaynaklı bozukluklar (radikülopatiler, myelopatiler, periferik sinir iltihaplanmaları, merkezi sinir sistemi etkilenimleri, vb.), romatolojik hastalıklar (ankilozan spondilit, vb.), psikolojik stresler (iş memnuniyetsizlikleri, depresyon, vb.) ya da idiopatik nedenler olarak sıralanabilir (9, 20, 50). Servikal bölgede bütün bu problemlerin en temel ortak bulgusu ise boyun ağrısıdır (9). Boyun ağrısının servikal bölgedeki yapısal ve fonksiyonel değişikliklerden mi kaynaklandığı, yoksa bu yapısal ve fonksiyonel değişikliklerin altında yatan nedeninin ağrı mı olduğu ise hala tartışılmaktadır. Ağrı dışında, bütün servikal bölge problemlerinde;

- Servikal bölge kaslarının aktivitelerindeki değişiklikler (nöromusküler adaptasyon bozuklukları),
- Yapısal değişiklikler (enine kesit alanı, lif tipi, yağ oranı değişiklikleri),
- Kuvvet ve endurans etkilenimleri,
- Servikal bölge mobilitesinde değişiklikler (eklem hareket açıklığı etkilenimi),
- Servikal bölge postüründe değişiklikler (lordoz açısı değişiklikleri, başın önde duruşu) gibi yapısal ve fonksiyonel değişiklikler de görülebilmektedir (9).

2.2.1. Servikal Bölge Kas Aktivitelerindeki Değişiklikler

Servikal bölge problemleri sonrasında en hızlı adaptasyon gösteren yapılar, servikal bölge kaslarıdır (51-54). Bu kasların servikal bölge problemleri sonrasında aktivitelerindeki değişiklikleri anlayabilmek için, öncelikle sağlıklı bireylerdeki kas

aktivitelerini incelemek gerekmektedir. Servikal bölgenin yüzeyel kasları, daha büyük kuvvet kolları ve enine kesit alanlarına sahip olmalarının yanı sıra, kraniyum ve gövdeye olan yapışmaları ile birlikte, derinde bulunan kaslara göre daha fazla tork üretme yeteneğine sahiptirler ve hareket ettirici görevlerde rol alırlar (9, 55). Derin kaslar (özellikle ventralde longus kolli ve longus kapitis, dorsalde multifidus ve semispinalis servisis) ise kraniyoservikal bölgede ya da tipik servikal bölgede, vertebralara daha yakın yapışma yerlerine sahiptirler. Bu segmental bağlantıları, uygun kas içiçi dağılımları ve uygun kas lifi dağılımları ile segmental stabilizasyondan ve omurganın üst ekstremit ve baş hareketleri sırasında stabilizasyonundan sorumludurlar (35, 55, 56). Bu sayede bu derin kaslar, vertebraları nötral zonda tutarak yükün bütün destek yapılarına eşit oranlarda dağılmasını sağlar (57). Servikal bölgede derin ekstansör kas olarak çalışan multifidus, %70'leri geçen tip 1 lif oranına sahiptir ve semispinalis servisis ile birlikte statik postüral kontrolde aktif rol üstlenir. Tip 1 ve tip 2 lif sayıları neredeyse eşit oranda olan derin fleksör longus kolli kası ise hem statik postüral kontrol sırasında hem de fazik boyun fleksiyonu sırasında görev yapar (56, 58, 59). Yine derin fleksör kaslardan olan longus kapitisin yapısı incelendiğinde ise bu kasın temel görevinin kraniyoservikal fleksiyon olduğu, ancak lif yapısı ve yapışma özellikleri ile birlikte longus kollinin stabilizasyon görevini desteklediği görülmektedir (60). Bu bilgilerin ışığı altında, servikal bölgenin hareketlerinin kontrolü ve optimal fonksiyon için fleksör ve ekstansör, derin ve yüzeyel kaslar arasında uygun bir aktivite paterninin ve ko-aktivasyonların olması gerekmektedir (61-63).

Boyun problemleri olan özellikle boyun ağrılı bireylerde, bu fleksör ve ekstansör, derin ve yüzeyel kaslar arasındaki optimal aktivasyonlarda bozulmalar ortaya çıkmaktadır. Boyun ağrılı kişilerde veya deneysel ağrı çalışmalarında; kraniyoservikal testlerde, üst ekstremit hareketlerinden oluşan görevlerde ve farklı egzersizler sırasında fleksör ve ekstansör, derin ve yüzeyel kasların aktivitelerini inceleyen çalışmalarda, derin kasların aktivitelerinde baskılanma ve buna karşılık olarak yüzeyel kasların aktivitelerinde artış olduğu belirtilmektedir (10, 52, 60, 64-73). Boyun ağrısı olan kişilerde, kraniyoservikal test sırasında yüzeyel fleksör sternokloidomastoid ve anterior skalen kasların aktivitesinde büyük bir artış olduğu ve bu aktivitenin derin fleksör longus kolli ve longus kapitisin aktivitesini baskıladığı

görülmektedir (10, 69). Yüzeyel kaslardaki bu artış, bir kompensatuar mekanizma olarak ortaya çıkmaktadır (10, 74). Boyun ağrılı popülasyonda, yüzeyel kaslardaki bu aktivite artışı bireyler arasında farklılık gösterebilmektedir. Bazı hastalarda kompensatuar mekanizma olarak sternoklomidomastoid kaslarında, bazı hastalarda anteriyor skalen kaslarda ve hatta bazı hastalarda hyoid kaslarda aktivite artışı görülebilmektedir (10, 75, 76). Benzer olarak, servikal yüzeyel fleksör kaslarda olduğu gibi, servikal yüzeyel ekstansör kaslarda da (özellikle üst trapez kası) boyun ağrılı popülasyonda bir aktivite artışı görülmektedir (65, 66). Yüzeyel kaslardaki bu aktivite artışını, derin ekstansör kaslardaki aktivite azalmaları da takip etmektedir. Derin ekstansör kaslardaki bu aktivite azalması, derin fleksör kaslardaki azalma ile aynı karakterdedir. Boyun ağrılı popülasyonda, semispinalis servisisin ve multifidusun nöral kontrolünde bozulmalar meydana gelmekte ve aktiviteleri azalmaktadır (67, 68, 72). Ağrının, derin kasların motor aktivasyonlarını, yüzeyel kasların motor aktivasyonlarından daha fazla etkilediği gösterilmiştir (77). Asemptomatik popülasyonda, deneysel ağrı oluşturularak yapılan çalışmalarda da ağrılı popülasyona benzer aktivite paternlerine rastlanmaktadır. Salin enjeksiyonu ile oluşturulan deneysel ağrılı durumda da multifidus ve semispinalis servisis aktivitesinin hızlı bir şekilde azaldığı, splenius kapitis ve üst trapez kasının bu azalmış aktiviteye kompensatuar olarak artmış aktivite gösterdiği bulunmuştur (64). Deneysel ağrının fleksör kaslar üzerindeki etkisi incelendiğinde ise salin enjeksiyonu sonrasında longus kolli ve longus kapitis aktivitesinin azaldığı ve sternoklomidomastoid kas aktivitesinin bilateral olarak arttığı görülmektedir (60). Deneysel ağrı çalışmaları, asemptomatik bireylerde anlık ağrı oluşturan çalışmalar olduğu için bu çalışmaların sonuçlarından yola çıkarak; ağrının servikal derin kasların aktivitesinde hızlı bir inhibisyon yarattığını ve servikal yüzeyel kasların aktivitesinde hızlı bir artışa yol açtığı söylenebilmektedir (52, 60, 64). Bu nedenle ağrı, servikal kasları etkilediğinde kaslar arasındaki koordinasyon hızlı bir şekilde bozulmaktadır (67).

Boyun problemleri olan kişilerde sadece kasların aktivitelerinde azalmaların ya da artmaların olmadığı, aynı zamanda kasların aktivite zamanlarında da değişimlerin olduğu görülmektedir. Sağlıklı bireylerde deltoid kasının aktivitesini takiben 50 ms gibi çok hızlı bir süre içerisinde, derin fleksör, sternoklomidomastiod, anteriyor skalen ve ekstansör kasların, baş ve gövdeyi kontrol edebilmek için aktivite gösterdiği

görülmüştür. Ağrılı popülasyonda bu aktivite incelendiğinde ise bütün boyun kaslarının aktivitelerinde gecikme olduğu belirlenmiştir (78, 79). Bu durum, ağrı sonrasında özellikle derin servikal kasların, servikal lordozu ve servikal eklemleri koruma görevleri sırasında sahip oldukları tepkime sürelerini etkileyerek, servikal bölgenin koldan gelen reaktif kuvvetleri karşılayamamasına yol açmaktadır. Bu aktivite zamanı değişikliklerinden en fazla derin kaslar etkilenmektedir (78). Boyun problemleri olan kişilerde, yüzeysel sternoklomidomastoid ve üst trapez kaslarında görev veya fonksiyon sırasında oluşan aktivite artışları, görev bittikten sonra bile normale dönememekte ve her iki kasın gevşeme süreleri de uzayabilmektedir. Bu durum, yüzeysel kas aktivitesinin ağrıyı tetiklemesine de neden olmaktadır (5, 71, 80, 81).

Servikal kasların aktivitelerinin, boyun problemleri sonrası neden değiştiği incelendiğinde ise farklı hipotezlerin olduğu görülmüştür. Yüzeysel kas aktivitesinin;

- derin kasların aktivite azalmasına kompensatuar olarak,
- agonist kaslardaki aktivite artışına sinerjist olarak,
- sempatik aktivasyon sonrası kas içiği aktivitesindeki değişiklikler sonucunda,
- ağrıya motor nöron cevabı olarak (refleks inhibisyon) ya da
- psikolojik streslerden dolayı arttığı söylenebilmektedir (52, 71, 82).

Özellikle üst trapez kasının aktivite artışı ve aktivite gecikmesi için bir diğer neden de, bu kasın skapulotorasik bir kas olması nedeniyle günlük yaşamdaki üst ekstremiteler aktiviteleri sırasında artmış aktivite göstermesi olabilir (83, 84). Derin kaslardaki aktivite azalmasını en iyi açıklayan mekanizma ise ağrı kaynaklı refleks inhibisyonudur (52). Derin kaslar, yine yüzeysel kaslarda olduğu gibi agonist kasların aktivitelerinin azalmasından ve antagonist kasların aktivite artışından da etkilenmektedir (52, 71). Kaslardaki motor aktivite değişiklikleri, ağrının devam etmesinin yanı sıra, ağrı hikayesinin olmasından bile etkilenebilmekte, daha önce ağrı yaşamış bireyler korku ve kompensatuar davranış olarak kasların motor aktivasyonlarını değiştirebilmektedir (85). Aktivite değişikliklerindeki bir diğer etki ise ağrının miktarıdır. Yüksek düzeyde ağrı derin fleksör ve ekstansör kasların aktivitesinde daha büyük baskılanmaya neden olmaktadır (86, 87). Aynı şekilde yüzeysel kasların aktivitesi de ağrının miktarı ile doğru orantılı olarak artmaktadır (82).

Sonuç olarak; bu aktivite değişikliklerinin hepsi boyun ağrısına cevap olarak ortaya çıkan, mal-adaptif değişiklikler ve kompensatuar stratejilerdir (88). Daha çok

görev odaklı olarak, dinamik aktiviteler sırasında ortaya çıkmaktadır (9). Bu değişiklikler uzun zamanda motor kontrol bozukluklarının ve servikal problemlerin oluşması için bir döngü oluşturmaktadır (89). İleri dönemlerde aktivite paterni değişen bu kasların, motor korteks representasyonlarında bile değişiklikler ortaya çıktığı belirtilmektedir (90).

2.2.2. Servikal Bölge Kaslarındaki Yapısal Değişiklikler

Servikal bölge problemleri sonrası kaslarda meydana gelen temel yapısal değişiklikler; enine kesit alanı değişimleri, yağ infiltrasyonları ve lif tipi değişiklikleridir. Bu değişikliklerin her biri birbirleriyle yakından ilişkilidir ve bu değişiklikler servikal bölgede ortaya çıkan probleme göre de değişebilmektedir (91).

Birçok servikal bölge problemi sonrasında kasların enine kesit alanındaki değişiklikler, genellikle derin servikal kaslarda azalma ve yüzeysel kaslarda ise artış ya da değişmeme yönündedir (91-94). Yapılan çalışmalarda sağlıklı kişilerde de aktivite sırasında anlık olarak longus kolli ve longus kapitis kaslarında enine kesit alanı ve kas kalınlığı artışları bulunurken, servikal bölge problemlerine sahip bireylerde bu artışların olmadığı görülmüştür (95, 96). Üst ekstremité görevleri sırasında da multifidus ve semispinalis servisis kalınlıklarının sağlıklı bireylerde arttığı ve ağırlı kişilerde ise bu artışın sağlıklı bireyler kadar olmadığı bulunmuştur (77). Başka bir çalışmada da derin servikal kasların enine kesit alanı değişiklikleri incelenmiş ve multifidusun, longus kolli ve longus kapitise göre daha fazla etkilendiği görülmüştür (92). Servikal problemi olan hastalarda etkilenim unilateral olsa bile multifidus ve longus kolli enine kesit alanındaki azalmalar bilateral olarak görülebilmektedir (6, 97).

Kasların bu enine kesit alanındaki azalmaların tersine bazı çalışmalarda, whiplash yaralanması olan hastaların derin servikal kaslarında, özellikle multifidusta, enine kesit alanı artışları rapor edilmiştir (91, 98, 99). Whiplash yaralanması olan hastalarda ortaya çıkan bu enine kesit alanı artışının, servikal problemler sonrası görülen bir diğer yapısal değişiklik olan yağ infiltrasyonlarından kaynaklandığı belirtilmektedir (99). Hatta bazı çalışmalarda bu enine kesit alanı artışları, yağ infiltrasyonu ve konnektif doku birikimi nedeniyle olduğu için, myopatili hastalarda görülen psödohipertrofilere benzetilmektedir (98, 100). Yağ infiltrasyonlarının, özellikle whiplash gibi travmatik servikal bölge problemlerinden sonra daha fazla

olduğu, whiplash dışındaki birçok servikal problemde ise servikal kaslarda yağ infiltrasyonlarının görülmediği gösterilmiştir (91, 98, 101). Whiplash yaralanması olan hastalarda fleksör kaslarda da yağ infiltrasyonlarının olabildiği rapor edilmiştir, ancak fleksör kaslardaki yağ infiltrasyonunun ekstansör derin kaslardakine göre daha az olduğu bulunmuştur (102). Tip 1 lif sayısı fazla olan kaslarda yağ metabolizması da (alım, yapım ve depolama) daha fazla olmaktadır. Bu nedenle multifidus gibi %70'lere varan tip 1 lif dominansına sahip bir kasta, yağ infiltrasyonları ve buna bağlı enine kesit alanı artışları daha belirgin olabilmektedir (103, 104). Başka bir çalışmada da servikal problemleri takiben en fazla yağ infiltrasyonlarının derin rektus kapitis posteriyor major, rektus kapitis posteriyor minor ve multifidus kaslarında olduğu saptanmıştır (105). Asemptomatik bireylerde de servikal bölgedeki fleksör kasların, ekstansör kaslara oranla daha az, ekstansör kaslarda da derin kasların yüzeysel kaslara oranla daha fazla yağ içeriğine sahip olduğu bulunmuştur (55). Akut whiplash yaralanması olan hastalarda ise servikal kasların enine kesit alanı, sağlıklı bireylerden farklı bulunmamıştır. Bu durum whiplash yaralanması sonrasında yağ infiltrasyonlarının ve enine kesit alanı değişimlerinin uzun bir süreç içerisinde ortaya çıktığını göstermektedir (106). Enine kesit alanından yağlara ilişkin sinyallerin çıkarıldığı manyetik rezonans görüntüleme çalışmalarında ise whiplash yaralanması olan hastaların derin servikal fleksör ve ekstansör kaslarında, sağlıklı bireylere göre daha az enine kesit alanına sahip oldukları görülmüştür (98).

Kas boyutlarındaki ve yağ infiltrasyonundaki değişikliklere ek olarak, servikal kasların lif yapıları da servikal bölge problemleri sonrasında değişebilmektedir. Özellikle hem ekstansör hem de fleksör derin grup kaslarda, yavaş kasılan oksidatif tip 1 liflerden, hızlı kasılan glikolitik tip 2 liflere dönüşümlerin olduğu görülebilmektedir (56). Sağlıklı bireylerin kas yapılarında, değişim gösteren lifler olarak tabir edilen tip 2c liflerine çok az sayıda rastlanırken, semptomatik kişilerin servikal fleksör ve ekstansör kaslarında tip 2c liflerinde büyük bir artış olduğu tespit edilmiştir (107). Semptomların uzun sürdüğü kişilerde yavaş kasılan oksidatif tip 1 liflerin, hızlı kasılan glikolitik tip 2b liflere bile dönüşebildiği rapor edilmiştir (102, 107).

Kas yapısındaki bu değişikliklerin nedenleri incelendiğinde; ağrı nedeniyle korku sonrası kullanmama, diğer kaslarda oluşan aktivite değişikliklerine cevap,

kasların refleks inhibisyonları (özellikle derin kaslarda), sempatik sinir sistemi etkilenimi, ağrıya karşı oluşan mal-adaptif kompensatuar artmış aktiviteler (özellikle yüzeysel kaslarda), hafif spinal kord yaralanmaları, kronik denervasyon ile semptomların süresi ve ciddiyeti, altta yatan nedenler arasında gösterilebilmektedir (56, 91, 102, 108). Örneğin; semptomların ciddiyeti arttıkça yağ infiltrasyonlarının ve tip 2 lif transformasyonlarının daha fazla olduğu görülmektedir (93, 101, 107, 109). Kas yapısındaki değişiklikler asemptomatik kişilerde, ilerleyen yaş ile de ortaya çıkabilmektedir. Özellikle derin stabilizatör kasların enine kesit alanlarının 40 yaşlarına kadar artmaya devam ettiği ve bu yaşlardan sonra da azalmaya başladığı rapor edilmiştir (110).

Sonuç olarak bir kasın güç üretme yeteneğinin, enine kesit alanı ve barındırdığı lif tipi ile ilişkili olması, kas yapısındaki değişiklikleri çok önemli bir hale getirmektedir (111, 112). Özellikle derin kaslarda görülen enine kesit alanı azalması ya da yağ infiltrasyonları ile birlikte enine kesit alanı artışlarının, atrofi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Longus kolli ve multifidus kasında saptanan atrofi, servikal omurganın stabilitesinin azalmasına ve servikal omurganın tehlikelere daha açık hale gelmesine neden olarak, servikal bölge problemlerinin oluşmasına veya devam etmesine yol açabilmektedir (86, 102, 113). Lumbal bölge ağrısı ile ilgili yapılan bir çalışmada da multifidus enine kesit alanındaki azalmanın, ağrının ortadan kalkmasından sonra bile kendiliğinden düzelemediği bulunmuştur (114).

2.2.3. Servikal Bölge Kaslarının Kuvvet ve Endurans Değişiklikleri

Kuvvet, bir kasın istemli hareketi ortaya çıkarabilmek ya da tork üretebilmek için kasılma gücünü; endurans, kasın bu kuvveti devam ettirebilme ya da belirli bir periyod içerisinde tekrarlı güç üretebilme yeteneğini belirtir. Bununla birlikte, kasın bu güç üretme yeteneğini bu periyodun sonunda kaybetmesine de yorgunluk denir (115). Kuvvet ve endurans değişimleri; enine kesit alanı değişimleri, atrofi, değişmiş lif dağılımları, bozulmuş servikal kas aktivasyonları ve koordinasyonu ile yakından ilişkilidir (116). Servikal bölgede yaşanan neredeyse bütün problemler sonrasında kas kuvveti ve enduransındaki değişiklikler, özellikle kasdaki yapısal ve fonksiyonel değişiklikleri takiben hızlı bir şekilde ortaya çıkmaktadır (92, 115, 116). Semptomatik bireylerde zirve tork üretme kapasitesi ve izometrik kontraksiyon kuvvetinin azaldığı

birçok çalışmada bildirilmiştir (7, 117-120). Semptomatik bireylerin kas kuvvetleri, asemptomatik bireylerin kas kuvvetlerinin % 30-50'si kadar düşebilmektedir (7, 119). Çalışmaların bazıları kuvvet azalmasının sadece fleksör kaslarda (118, 119, 121) olduğunu, bazıları sadece ekstansör kaslarda (122-124) olduğunu gösterirken, bazı çalışmalar da hem fleksör hem de ekstansör kaslarda kuvvet azalması olduğunu ortaya koymuşlardır (7, 125).

Boyun problemleri sonrasında kasların endurans değerlerinin de azaldığı birçok çalışmada gösterilmektedir (92, 115, 116, 126). Genellikle enduranstaki bu azalmalar hem fleksör hem de ekstansör kaslarda birlikte ortaya çıkmaktadır (127, 128).

Servikal bölge problemleri olan bireylerde endurans ve kuvvetteki azalmalar sıklıkla kas yorgunluğunun yaşanmasına neden olmaktadır (70, 129, 130). Bu yorgunluk, aynı enduransta olduğu gibi yine hem fleksör hem de ekstansör kaslarda birlikte ortaya çıkmaktadır (131). Unilateral ağırlı kişilerde kas yorgunluğu incelendiğinde, yorgunluğun ağırlı tarafta daha fazla ortaya çıktığı belirlenmiş ve bu durumun o bölgedeki kasların etkilenmesinden kaynaklandığı düşünülmüştür (132).

Servikal kaslarda görülen kuvvet, endurans ve yorgunluk değişikliklerinin nedenleri incelendiğinde; kuvvet değişimlerinin en çok enine kesit alanı ve kas kalınlığı azalmasından etkilendiği düşünülmektedir. Nöral inhibisyonların da kuvvetin azalmasında etkili olabileceği söylenmektedir (124). Endurans değişimlerinin altta yatan nedenlerinin başında ise lif tipi değişiklikleri gelebilmektedir. Semptomatik bireylerde servikal bölge problemlerinden sonra tip 1 liflerin tip 2 liflere dönüşmesi, enduransın azalmasına neden olmaktadır (92, 107). Ağrı şiddetinin yükselmesi ve hastaların ağrı nedeniyle aktivitelerini sınırlamaya çalışması da hem kuvvetin hem de enduransın azalmasına yol açmaktadır (124, 133).

Sonuç olarak hem fleksör hem ekstansör, derin ve yüzeysel kasların kuvvet ve endurans değerlerinin azalması, servikal omurganın fiziksel desteğinin azalmasına neden olmaktadır. Bu nedenle ağrının ve etkilenimin artması, olayın kronikleşmesi kaçınılmaz olmaktadır (116, 124).

2.2.4. Servikal Bölgede Normal Eklem Hareketlerinin Değişimi

Servikal bölge mobilitesinde ve eklem hareket açıklığındaki (EHA) azalmalar, servikal bölge problemleri sonrasında oluşan önemli değişimlerden biridir (134). Servikal bölge problemleri sonrasında, her bireyde aynı yönde etkilenimler görülmemekle birlikte, en çok etkilenimin sagittal düzlemdeki hareketlerde olduğu söylenebilir (135). Özellikle fleksiyon ve ekstansiyonda semptomatik bireyler sağlıklı bireylere göre daha düşük EHA'na sahiptir (136). Çalışmalarda protraksiyon, retraksiyon ve lateral fleksiyonda da azalma olduğu gösterilmektedir (125, 137, 138).

Servikal bölgedeki mobilite ve EHA değişikliklerinin nedenleri incelendiğinde temel nedenlerin, genellikle servikal bölge problemleri sonrasında ağrı ve gerginliğin önlenmesine yönelik oluşan kompensatuar davranış değişiklikleri ve kullanmama olduğu belirtilmektedir (139). Bununla birlikte semptomların ciddiyetinin artması ile servikal bölge eklem hareketlerindeki azalmalar da artacaktır (133).

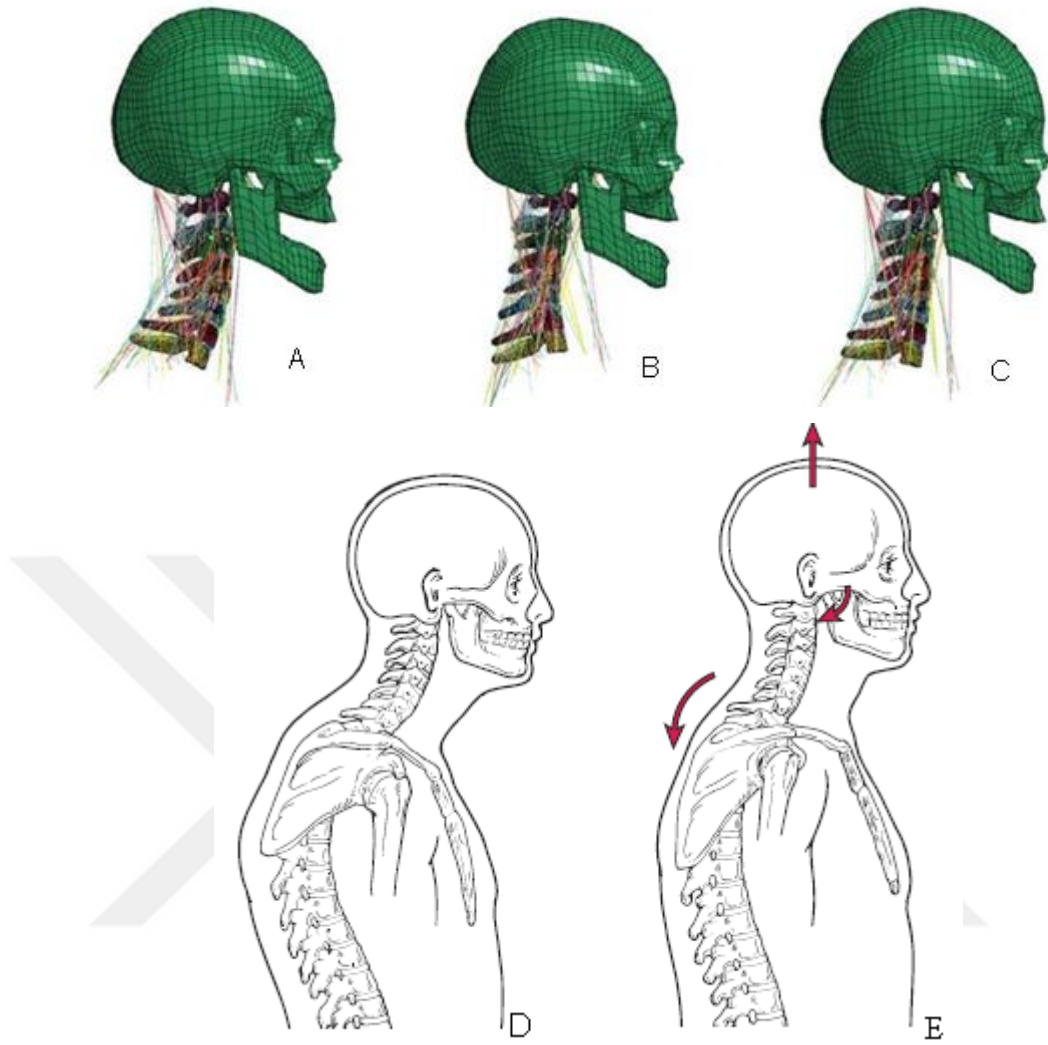
2.2.5. Servikal Bölgede Postürün Değişimi

Servikal bölge problemlerinde görülen postür değişiklikleri incelendiğinde en çok lordoz açısındaki değişiklikler ve başın önde duruşu ile karşılaşmaktadır (9).

Sağlıklı bireylerde lordoz servikal bölge için normal bir eğriliktir ancak, lordoz açısının azalarak omurganın düzleşmesi ya da kifoza doğru gitmesi veya lordoz açısının artması patolojik değişikliklerin oluşmasına neden olmaktadır (8). Derin servikal kaslar, özellikle bulundurdıkları kas içiği ve lif tipi yapıları ile ve omurgadaki yapışma yerleriyle, lordozun korunmasında temel elemanlar olarak rol oynamaktadırlar (63). Longus kolli, servikal lordozu başın ağırlığına ve yüzeyel ekstansör kasların zıt kuvvetlerine karşı korur (140, 141). Longus kapitis, temel görevi kraniyoservikal fleksiyon yaptırmak olsa da longus kolli ile birlikte servikal lordozun korunmasında sinerjist olarak da çalışır (95). Tipik servikal bölgenin posteriyorunda, multifidus ve semispinalis servisis de lordoz açısı üzerinde çok etkilidir. Semispinalis servisis, toraksa olan distal bağlantıları ile servikal omurganın toraks üzerindeki dik duruşunun sağlanması ve korunmasında, lordozun desteklenmesinde ve böylece başın öne gitmesinin engellenmesinde, longus kolli ve longus kapitis ile sinerjist olarak görev alır. Multifidus ve semispinalis servisis aynı zamanda, yerleşimleri ile kraniyoservikal bölgede bulunan suboksipital kasların lordozu destekleme görevleri

için onlara stabil bir zemin hazırlar. Yüzeyel kasların ve dış kuvvetlerin lordotik açığı değiştirmeye yönelik kuvvetlerine, servikal bölgenin derin kasları karşı koyar (9).

İdeal lordozun şekli, anterior ve posterior vertebral elemanlar arasında en uygun yük dağılımına izin vermektedir. Servikal lordozdaki düzleşme veya lordoz açısının artması, anterior ve posterior vertebral elemanların üzerindeki baskı ve gerilme kuvvetlerinin artmasına neden olmaktadır (142). Yük dağılımındaki bu değişiklikler, vertebralardaki ağrıya duyarlı yapıların uyarılmasına ve buna bağlı olarak servikal bölge problemleri ile birlikte yapısal ve fonksiyonel değişikliklerin oluşmasına neden olabilmektedir (9). Bu postür bozuklukları ve sonrasında oluşan servikal bölge etkilenimleri, hem ağrının nedeni olabilmekte hem de ağrı sonrasında da ortaya çıkabilmektedir. Özellikle uzun süreli bilgisayar çalışmaları gibi statik pozisyonlarda çalışan kişilerde, bu postür değişiklikleri daha fazla görülmektedir. Bilgisayar çalışması sırasında özellikle bireylerin başının öne doğru gittiği ve bunun diğer problemlerin oluşmasına zemin hazırladığı bilinmektedir (143, 144). Servikal bölgede başın bu öne doğru gidişi, servikal lordoz üzerindeki değişikliklere de neden olabilmektedir (9) (Şekil 2.4.). Boyun fleksiyon derecesindeki 5 derecelik bir öne gidiş bile, boyun ekstansörlerinin hareket ve stabilite görevlerini etkileyebilmektedir (145, 146). Bu öne gidiş, üst trapez aktivitesinin artmasına, boynun ve omuzların rahat olmayan bir pozisyona yönelmesine neden olmaktadır (87). Semptomları çok daha fazla olan bireylerde, servikal lordoz değişimleri ve başın önde duruşu daha da fazla görülmektedir (87).



Şekil 2.4. Servikal omurganın patolojik ve düzgün postürleri (8, 12). A: Artmış servikal lordoz, B: Servikal kifo, C: Servikal lordozun düzleşmesi, D: Başın önde duruşu, E: Düzgün servikal omurga postürü.

2.2.6. Servikal Bölge Yapısal ve Fonksiyonel Değişiklikleri ile İş Koşullarının İlişkisi

Servikal bölgedeki yapısal ve fonksiyonel değişikliklerin servikal bölge problemleri sonrasında mı ortaya çıktığı ya da bu değişikliklerin mi servikal bölge problemlerine neden olduğu tartışılmaktadır. Aslında bu durumların her ikisi de mümkündür. Özellikle günümüz dünyasında çalışma koşulları ve bilgisayar tabanlı çalışma olanaklarının artması, servikal bölgede bu değişikliklerin oluşmasına zemin hazırlamaktadır (3, 147). Bu değişiklikler; boyun kaslarının uzamış postürde olduğu, sürekli oturarak ya da eğilerek ve/veya vibrasyon üreten cihazlarla birlikte, sedanter iş

şartlarına sahip, omuz üstü aktiviteler veya tekrarlı aktivitelerin yapıldığı işlerde çalışan kişilerde çok daha fazla görülmektedir (bilgisayar kullanıcıları, diş hekimleri, makine operatörleri gibi) (3, 148-150). Özellikle bilgisayar kullanıcılarında daha yüksek düzeylerde servikal bölge ve üst ekstremité problemlerinin görüldüğü rapor edilmektedir (71, 147, 151, 152). Çalışma yerinin ergonomisi azaldıkça, ekran ve göz hizası arasındaki mesafe arttıkça, ekrana olan uzaklık çok yakın ya da çok uzak oldukça ve klavyeye olan uzaklık arttıkça servikal bölge problemlerinin görülme ihtimalinin de arttığı belirtilmektedir (153). Bununla birlikte, diz üstü bilgisayar kullananlarda, masa üstü bilgisayar kullananlara göre; çift ekran kullanımında, tek ekran kullanımına göre; ekranı tam karşıda olmayıp sağ veya sol tarafa yerleştirilmiş kişilerde, ekrana tam karşıdan bakan kişilere göre servikal bölge problemlerinin daha fazla oluştuğu da gösterilmiştir (145, 149, 154)

Sonuç olarak, tekrarlı hareketleri çok sıklıkla yapan işçilerden, statik postürlerde bilgisayar kullanan ofis çalışanlarına kadar büyük bir yelpazedeki birçok çalışan, servikal kas dengesizliklerinin oluşması ve servikal bölge problemlerinin ortaya çıkması konusunda çok büyük bir risk altındadır (53, 155-157). Bu nedenle hem semptomatik kişilerde hem de asemptomatik kişilerde, kaslarda oluşan fonksiyonel değişikliklerin iyi bir şekilde ortaya konması ve bu kaslar için özelleşmiş tedavi programlarının oluşturulabilmesi çok önemlidir.

2.3. Servikal Bölge Yapısal ve Fonksiyonel Değişikliklerinin Değerlendirilmesi

2.3.1. Servikal Bölge Kas Aktivitelerinin Değerlendirilmesi

Servikal derin ve yüzeysel kasların aktivitelerini değerlendiren çalışmalar incelendiğinde, değerlendirme yöntemi olarak elektromyografinin (EMG) ve manyetik rezonans görüntülemenin (MRG) sıklıkla kullanıldığı görülmektedir (9, 49, 61, 158). Kas aktivitelerinin değerlendirilmesinde en sık kullanılan yöntem EMG'dir. EMG, kablolu veya kablosuz, iğne elektrodlarla ya da yüzeysel elektrodlar kullanılarak yapılan bir ölçüm yöntemidir (62, 159, 160). Servikal bölgedeki kas yapılarının anatomik yerleşimleri düşünüldüğünde, EMG yüzeysel kasların değerlendirilmesi için güvenilir ve kolay bir yöntemken; derin kasların (özellikle longus kolli ve longus kapitis gibi) EMG ile değerlendirilebilmesi çok zordur. Bu zorluğu aşabilmek için

Falla tarafından nazofarangeal EMG yöntemi geliştirilmiştir. Yöntemde bir katater elektrod, burundan girilerek derin servikal fleksör kaslara yerleştirilmektedir (49). Bu yöntem; invaziv olması, ulaşılması zor olması ve longus kolli ile longus kapitis aktivitelerini ayırt edememesi gibi dezavantajlara sahiptir, bu nedenle de klinikte kullanımı çok zordur (95). Araştırmacılar bu zorluklar nedeniyle, özellikle derin servikal kasların aktivitesinin ölçülmesi için, kas fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme “muscle functional magnetic resonance imaging (mfMRI)” yöntemi olarak da isimlendirilen T_2 relaksasyon süresi ölçümlerini kullanmaktadırlar. T_2 relaksasyon süresi ölçümleri; kassal aktivitenin, MRG görüntüleri üzerinden, metabolik değişikliklerin değerlendirilmesi ile dolaylı olarak ölçülmesini amaçlamaktadır (60, 61, 161).

Egzersiz sonrası kassal aktivitedeki değişikliklerin MRG yöntemi kullanılarak, T_2 relaksasyon süresinin ölçülmesi ile değerlendirilmesi, ilk olarak 1988 yılında Fleckenstein tarafından kullanılmıştır (162). Yöntem, kasın intraselüler ve ekstraselüler sıvısındaki ve yağ moleküllerindeki hidrojen çekirdeklerinin, yüksek manyetik alan içerisinde yukarıya doğru yükselmesini ve eş zamanlı osilasyonlar göstermesini, bir süre sonra da senkronize osilasyonların bozulmasını ve farklı manyetik alanlar altındaki çekirdeklerin enerjilerinin sönümlenmesi ile sinyallerin sonlanmasının ölçülmesini içermektedir. Sinyallerin sonlanması, farklı yoğunluktaki bölgelerde farklı sürelerde oluşmaktadır ve bu şekilde sinyalleri geç sönümlenen bölgelerin, metabolik olarak daha aktif olduğu anlaşılmaktadır. Bu sönümlenme süresi, T_2 ya da transvers relaksasyon süresi olarak adlandırılmakta ve milisaniye cinsinden ölçülmektedir (162-164). Sinyal yoğunluğu, dokudaki hidrojen çekirdeklerinin miktarı ile ilişkilidir. Egzersiz sonrası metabolik artış ile birlikte, kas içerisine özellikle protein, fosfat, laktat ve sodyum geçişi, T_2 relaksasyon süresinin artmasını sağlamak ve aktivite yoğunluğu ile T_2 relaksasyon süresi artışı arasında anlamlı ilişkiler görülmektedir (61, 163, 165). Yöntemde T_2 ağırlıklı aksiyal görüntüler üzerinden, incelenen bölge veya kasların, bilgisayar programı ile T_2 relaksasyon süresi hesaplamaları yapılmaktadır. Yüksek egzersiz seviyelerinde yöntem çok daha güvenilirdir (161). T_2 relaksasyon süresi ile EMG sonuçlarının korelasyonunu inceleyen bir çalışmada, iki ölçümün de birbiriyle uyumlu olduğu ve yüksek korelasyona sahip oldukları gösterilmiştir (158, 166, 167).

Daha önce yapılan çalışmalarda egzersiz gibi kas aktivitesini içeren uygulamalar sonrasında, kasta ortaya çıkacak T₂ relaksasyon süresi artışının 30 dakikaya kadar sürebileceği gösterilmiş ve yarılanma ömrünün de yaklaşık 7 dakika olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle görev sonrası kaslarda oluşan T₂ relaksasyon süresi değişikliklerini en doğru şekilde ölçebilmek için, bireylerin görev süresi bittiği anda çok hızlı bir şekilde MRG çekimine alınması önemlidir (158, 161, 168).

2.3.2. Servikal Kasların Yapısal Değişikliklerinin Değerlendirilmesi

Servikal bölgede yapısal değişikliklerin incelenmesinde altın standart MRG'dir (155). MRG'nin pahalı bir yöntem olması, kolay ulaşılamaması, kullanım kısıtlılıklarına sahip olması (vücutta metal olmaması gerekliliği, vb.) ve bireylerin klostrofobi yaşaması gibi nedenlerle, MRG yerine daha ucuz ve kolay ulaşılır olan diyagnostik ultrasonun kullanımı ile de sıklıkla karşılaşılmaktadır (77, 92, 96). Hem MRG ile hem de ultrason ile kasların enine kesit alanları, kas kalınlıkları, anterior-posterior ve lateral genişlikleri gibi yapısal özellikleri ölçülebilmektedir (84, 93, 98). Her ne kadar ultrason MRG yerine kullanılsa da ultrason ile yapılan ölçümlerde MRG'de olduğu gibi kesit görüntüleri elde edilememesi, yağ dokusunun kolaylıkla ayırt edilememesi, kasların fasialarının ve kas kütlelerinin ayırt edilememesi gibi dezavantajlar bulunmaktadır (91). Yapılan çalışmaların bazıları ultrasonun longus kolli ve multifidus kasları için altın standart olan MRG ile karşılaştırıldığında, güçlü geçerlik ve güvenilirliğe sahip olduğunu gösterse de (169, 170), longus kollinin derin yerleşimi, küçük boyutu, fasyasının ayırt edilme güçlüğü ve birçok seviyede kas kütlelerinin ayırt edilmesinin zor olması gibi nedenlerle güvenilir olmadığı da gösterilmektedir (96). Yine de ultrason MRG'ye göre çok daha ucuz olduğu için, özellikle klinik kullanımlarda sıklıkla tercih edilmektedir (169).

MRG ile kasların enine kesit alanlarının değerlendirilmesi, aksiyal görüntüler üzerinden bilgisayar programları yardımıyla kasların incelenen görüntü alanları “region of interestlerinin (ROI)” çizilmesi ile yapılmaktadır. Kas ROI'leri çizilirken, kasın kütlesi dışındaki yapıların (vasküler yapılar, yağ dokusu, fasyalar) bu alanın içerisine dahil edilmemesine özen gösterilmesi gerekmektedir (99, 171). Ölçümler elle çizim yöntemi ile yapılmaktadır ve çizim sırasında kasların fasyaları referans oluşturmaktadır (32, 99). Bazı ölçüm yöntemlerinde kas ve yağ dokusunun ayırt

edilmesini sağlayan sekanslar da kullanılabilir. Bu nedenle MRG ile sadece kas anatomik enine kesit alanı değil, yağsız bölgelerden oluşan rölatif enine kesit alanı ölçümleri de yapılabilir (105, 155).

Servikal bölge kaslarının aksiyal görüntüler içerisinde ayırt edilmesi kolay olmaktadır. Sternoklomidomastoid kası, kesit görüntüsünde anterior ve laterale doğru uzanır. Anterior grubun en yüzeyinde bulunur ve inferiyorda oval bir görünüme, superiyorda ayırt edici bir virgül şekline sahiptir. Longus kolli kası, C₂ vertebra hizasındaki kesitten itibaren görülmeye başlar. Yuvarlak şekliyle vertebra gövdeleri ve transvers çıkıntılar arasındaki olukta, transvers çıkıntıların hemen anterior ve medialinde yerleşik durumdadır. Üst trapez kası, aksiyal kesitte posterior grubun en yüzeyinde yer alır. Kalınlığı C₇ vertebra hizasındaki kesite doğru artsa da ince yapıda bir kastır. Multifidus ve semispinalis servisis kasları ise C₂ vertebra hizasından itibaren aksiyal kesitlerde aynı fasyada görülürler. Vertebraların derinine doğru spinöz ve transvers çıkıntılar arasındaki boşluğu doldururlar. Yakın yerleşimleri ve aynı fasyada olmalarından dolayı enine kesit alanlarının birlikte değerlendirilmesi daha uygun olur (32) (Şekil 2.3).

MRG ve ultrason ile yapılan anatomik enine kesit alanı ve kas kalınlık ölçümleri, egzersiz sırasında veya egzersizden hemen önce ve hemen sonra yapılarak, kasların egzersiz sırasındaki aktiviteleri hakkında da bilgiler elde edilebilmektedir (92, 95, 96, 170, 172).

2.3.3. Kas Kuvveti ve Servikal Enduransın Değerlendirilmesi

Klinik ve deneysel olarak kas kuvveti genellikle üç yolla ölçülebilmektedir. Bunlardan en fazla kullanılan izometrik kontraksiyon sırasında maksimum güç üretmek; ikincisi bir kerede maksimal kaldırılan yükü ölçmek; üçüncüsü ise bir izokinetik kontraksiyon sırasında zirve torkun ölçülmesidir (173). Servikal kas kuvvetini ölçmek için de izometrik kontraksiyon sırasında manuel kas testi veya el dinamometreleri kullanılabilir (115, 121, 174). Kuvvet ölçümü sırasında her kasın, hareketine ve yer çekimine uygun pozisyonda değerlendirilmesi gerekmektedir (175).

Servikal bölgede enduransın değerlendirilmesi hem ventral endurans hem de dorsal endurans ölçümleri ile yapılabilir (129, 176). Bu ölçümler servikal nötral

pozisyonda yapılabildiği gibi derin servikal kasların enduranslarının ölçülebilmesi için kraniyoservikal fleksiyon pozisyonunda da yapılabilir (176-178). Derin servikal fleksörlerin endurans değerlendirilmesinde kullanılan bir diğer yöntem ise kraniyoservikal fleksiyon testidir. Bu testte bireyin boynunun altına biofeedback cihazı yerleştirilir ve cihaz 20 mmHg basınca şişirilir. Bireye kraniyoservikal fleksiyon hareketi öğretildikten sonra bu hareketi yapması ve 10 saniye boyunca koruması istenir. Bireyin kraniyoservikal fleksiyon ile ulaşabildiği basınç değeri ve kaç kere 10 saniye boyunca bu değerle kraniyoservikal fleksiyonu sürdürebildiği kaydedilir. Bu değerler üzerinden endurans skoru hesaplanır (54). Dorsal endurans ölçümü için erkeklerde 4 kg ve kadınlarda 2 kg ağırlık kullanılabilirken, ventral endurans ölçümünde ek yüklemelerin çoğunlukla kullanılmadığı görülmektedir (176, 178). Neredeyse bütün klinik çalışmalarda endurans yatar pozisyonlarda ölçülmektedir ancak, günlük yaşamdaki ihtiyaçlar göz önüne alındığında ayakta duruş postüründe ölçümlerin yapılması çok daha mantıklıdır, ama bu yöntemi sağlayabilecek stabil test prosedürlerini oluşturmak çok zordur (176).

2.3.4. Servikal Normal Eklem Hareketlerinin Ölçülmesi

Servikal normal eklem hareketlerinin ölçümü için en fazla kullanılan yöntem gonyometrik ölçümdür (179). Son yıllarda gonyometrik ölçümün daha rahat yapılmasını sağlayan “ Cervical Range of Motion (CROM) “ cihazı da sıklıkla klinik çalışmalarda ve klinikte kullanılmaktadır (180, 181). Hem gonyometre ile hem de CROM ile fleksiyon, ekstansiyon, rotasyon ve lateral fleksiyon açılarının ölçülmesi mümkündür (179, 180). Bu yöntemler dışında elektromanyetik sistemler, dijital inklinometreler, elektronik inklinometreler, bubble gonyometre, yerçekimi gonyometreleri, 2 boyutlu video sistemleri gibi radyolojik olmayan yöntemler ve X-Ray gibi radyolojik yöntemler de servikal normal eklem hareketlerinin değerlendirilmesinde kullanılabilmektedir (182).

2.3.5. Servikal Düzgünlüğün Değerlendirilmesi

Servikal düzgünlük için en önemli değerlendirmelerden biri lordoz açısının değerlendirilmesidir (183, 184). Lordoz değerlendirmesi için altın standart radyolojik görüntülemelerdir (185). Radyolojik olarak lordozun değerlendirilmesi posteriyor

tanjant metodu, Borden metodu ve *Cobb* metodu gibi birçok farklı yöntem ile yapılabilse de en sık kullanılan yöntem *Cobb* açısı ölçümüdür (186, 187). *Cobb* açısı hem X-Ray ile hem de MRG ile ölçülebilmektedir. MRG ile yapılan *Cobb* açısı ölçümlerinde bireylerin sırt üstü yatar pozisyonda sagittal görüntüleri alınmakta ve bu görüntüler üzerinden ölçüm yapılmaktadır (185). X-Ray ile yapılan ölçümlerde ise ayakta duruş pozisyonunda ve başın ağırlığı taşınırken grafler alınmakta ve bu grafler üzerinden ölçüm yapılmaktadır (183). Bu nedenle X-Ray ve MRG arasında lordoz ölçümlerinin sonuçları arasında farklılıklar oluşabilmektedir. Bir çalışmada iki ölçüm arasında oluşan farkların belirlenmesi için bir formül geliştirilmiştir. Bu formüle göre radyografiden elde edilen servikal *Cobb* açısı= MRG'den elde edilen servikal *Cobb* açısı x 0,489 +7,13 (188). Çalışmalarda X-Ray ve MRG ile *Cobb* açısı ölçümleri arasında güçlü korelasyonların olduğu gösterilmiştir (185, 188). Ancak ayakta yapılan ölçüm yönteminde kişilerin duruşlarının hep aynı pozisyonda olmasına dikkat etmek gerekir. Postürde oluşan hafif değişiklikler ciddi ölçüm hatalarına neden olabilmektedir.

Servikal düzgünlüğün değerlendirilmesinde kamera analiz sistemleri de kullanılabilmektedir. Bu sistemler ile omurga ve ekstremiteler üzerinde belirlenen noktalara işaretleyiciler yerleştirilerek bir kamera ile bireyin rahat pozisyonda sagittal planda fotoğrafı çekilmektedir ve bu fotoğraf bilgisayar veya mobil programlar ile değerlendirilerek bireyin postural düzgünlüğü hakkında bilgi alınmaktadır (189, 190).

Postüral düzgünlük değerlendirmesi, geliştirilmiş skalalar ile de yapılabilmektedir. *New York* (NY) Postür Analizi gibi postür değerlendirmeleri hem servikal bölgenin hem de diğer ekstremiteler ve hareket bölgelerinin düzgünlüklerinin gözlem yolu ile değerlendirilmesini sağlayan araçlardır (191).

2.4. Servikal Bölge Yapısal ve Fonksiyonel Değişikliklerinde Egzersiz Uygulamalarının Önemi

Servikal bölge problemlerinin ve bu problemler sonrasında servikal bölgede ortaya çıkan yapısal ve fonksiyonel değişikliklerin önlenmesinde, en etkili mekanizma koruyucu fizyoterapi uygulamalarıdır. Oluşması muhtemel yapısal ve fonksiyonel değişikliklerin ve bireylerin günlük yaşamlarında bu değişikliklere neden olacak faktörlerin önceden belirlenmesi ve bu değişikliklere uygun tedavilerin uygulanması,

servikal bölge problemlerinin önlenmesinde büyük bir önem taşımaktadır (9, 12). Fizyoterapi programlarında, akut evrede ödem ve ağrı kontrolü için fiziksel modaliteler, masaj ve miyofasyal gevşeme teknikleri, germe ve postür egzersizleri, ilerleyen dönemlerde kuvvet ve endurans eğitimleri, proprioseptif eğitimler ve fonksiyonel eğitimler kullanılabilir (12, 19).

Servikal bölge problemleri ortaya çıktıktan sonra ise altta yatan yapısal ve fonksiyonel değişikliklerin tekrar normal hale döndürülebilmesi için, egzersiz programlarının uygulanması gerekmektedir (18).

Servikal bölgenin karmaşık yapısı, servikal bölge problemleri sonrasında birçok yapısal ve fonksiyonel değişikliğin ortaya çıkması ve bu değişikliklerin patolojiden patolojiye ve hatta bireyden bireye değişebiliyor olması, egzersiz programlarının oluşturulmasında çok büyük bir özenin gösterilmesini gerektirmektedir. Bu nedenle bu egzersiz programlarının, iyi bir değerlendirme sonrasında, hastaların etkilenimlerine göre oluşturulması gerekmektedir (9, 12, 13).

Egzersiz programları içerisinde, germe ve postür egzersizleri, yüksek yoğunluklu kuvvet ve endurans eğitimleri, denge ve proprioseptif egzersizler, McKenzie egzersizleri gibi yöntemler kullanılabilir, son yıllarda literatürde bu programlardan servikal spinal stabilizasyon egzersizlerinin kullanımının daha da arttığı görülmektedir (9, 12, 14, 18). Bu egzersiz programlarının bireylerin etkilenimlerine ve yapısal ve fonksiyonel değişikliklerine uygun olarak, aktivite limitasyonuna neden olan medikal tanıya özgü patomekanik ve patofizyolojik nedenlere uygun, rahat ettikleri pozisyona göre tercih ettikleri farklı yönelimler ile uygulanması mümkündür (12). Özellikle intervertebral disk lezyonları, doku sıvısı birikimi, fleksör postür gibi durumlarda bireylerin ekstansiyon pozisyonuna doğru yönelimde olmaları ile karşılaşmakta (ekstansiyon pozisyonunu tercih etme) ve bu bireylerde ekstansiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersiz programları uygulanması daha uygun olmaktadır. Servikal stenoz, spondilosis, spondilolistesis, ekstansiyon yüklenme yaralanmaları, faset eklem sendromu ve radikulopatiler gibi durumlar sonrasında ise bireylerde fleksiyon pozisyonuna doğru yönelim (fleksiyon pozisyonunu tercih etme) görülmekte ve bu bireylere de fleksiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersizleri uygulanabilir. Bu pozisyonel yönelimler dışında; yatma, boyunluk kullanma veya traksiyon pozisyonlarındaki gibi ağırlık

yüklenmeyen pozisyonlarda hastanın semptomları azaldığı için, bireylerde bunun gibi ağırlık taşınmayan veya traksiyon pozisyonlarına yönelim olmakta, bu pozisyonlar tercih edilmektedir (12).

Servikal Spinal Stabilizasyon Egzersiz Programları

Statik bir cismin ağırlık merkezi destek yüzeyi içerisine düştüğü sürece, cisim stabildir. İnsan vücut yapısı ise canlı bir organizma olduğu için dinamiktir ve bu nedenle stabilitenin sürekli olarak bozulma riski ile karşı karşıyadır (19). Özellikle spinal bölgede ekstremiteler hareketlerine ve dış kuvvetlere karşı omurganın stabilizasyonunun korunabilmesi, dik duruşun ve düzgün postürün korunması gereklidir. Bu nedenle insan fizyolojisi spinal stabilizasyon sistemine sahiptir. Spinal stabilizasyon ilk olarak Panjabi tarafından tanımlanmıştır. Fizyolojik olarak dik duruşun ve düzgün postürün korunabilmesi için üç alt grubun koordineli bir şekilde çalışması gerekmektedir. İlk olarak osteoligamentöz yapılar (faset eklemler, intervertebral eklemler, ligamentler) pasif alt sistemi oluştururlar ve spinal stabilitenin korunmasında pasif olarak gerginliklerine ihtiyaç duyulur. Bir diğer alt sistem ise aktif alt sistem olarak adlandırılan kas sistemidir. Spinal bölgede yerleşik yüzeyel kaslar, hareketlerin ortaya çıkartılmasında, derin kaslar ise bu hareketler sırasında omurganın stabilizasyonunda görev alır. En son sistem ise kontrol sistemi olarak adlandırılan nöral alt sistemdir. Nöral alt sistemin temel görevi ise dinamik hareketler ya da dış kuvvetlerin anlaşılmasını sağlamak ve aktif alt sistem üzerindeki etkisi ile bu durumlarda stabilizasyonun sağlanmasını kontrol etmektir. Spinal stabilizasyonun üç alt sistemi de servikal bölgenin stabilizasyonu için çok önemlidir ve birindeki bir bozulma spinal stabilizasyonun tamamının etkilenmesine neden olur (11, 57, 192).

Servikal bölge problemleri sonrasında ortaya çıkan yapısal ve fonksiyonel değişiklikler, omurganın bu stabilizasyon yeteneğini bozmaktadır. Disk dejenerasyonları, spondilosis, spondilolistesis, ligamentöz laksitite, yorgunluk ve ağrı sonrası kaslarda refleks inhibisyon ve diğer birçok servikal bölge problemleri, instabilitenin oluşmasının temel sebebidir (12). Özellikle derin kasların aktivitelerindeki, enine kesit alanlarındaki, kuvvet ve enduranslarındaki değişiklikler; spinal stabilizasyonun etkilenmesine, omurganın dış kuvvetlere ve yaralanmalara açık hale gelmesine ve bunun sonucunda servikal bölge problemlerinin devam etmesine ve

hatta artmasına, postüral değişikliklerin ve limitasyonların ortaya çıkmasına neden olmaktadır (5, 66, 79). Bu nedenle servikal spinal stabilizasyon egzersizleri, derin servikal kasların eğitimini ve yüzeysel servikal kasların daha az aktifleşmesini amaçlayarak, hem servikal bölge problemlerinin önlenmesinde hem de tedavi edilmesinde önemli bir yer tutmaktadır (9, 18).

Servikal spinal stabilizasyon egzersiz programları, motor öğrenmenin temel prensiplerine göre uygulanmaktadır. Servikal spinal stabilizasyon egzersizlerinin temel prensipleri aşağıda maddelenmiştir:

1. Birey, derin kasların kontraksiyonları ve uygun spinal pozisyonlar konusunda farkındalık kazanır.
2. Birey, aktiviteler sırasında servikal omurgasının ve derin servikal kaslarının kontrolünü geliştirir.
3. Birey, daha kompleks hareketler sırasında servikal omurganın kontrolünü geliştirir.
4. Birey, basit aktivitelerden, zor aktivitelere; beklenen pertürbasyonlardan, beklenmeyen pertürbasyonlara bütün fonksiyonel aktiviteler sırasında servikal omurganın otomatik kontrolünü kazanır (12).

Aynı zamanda yine motor öğrenmenin bir prensibi olarak; bireyler egzersizler konusunda bilgilendirilmeli, bireylerin aktif katılımı sağlanmalı ve uygun kas ve hareket kontrolünün sağlanabilmesi için gerekli tekrarlar kullanılmalıdır (9, 12).

Kisner ve Colby'e göre servikal spinal stabilizasyon egzersiz programları (A) maksimum koruma fazı, (B) orta koruma fazı / kontrollü hareket fazı ve (C) minimum koruma ve/veya koruma yok / fonksiyon fazına geri dönüş olmak üzere, üç seviyede uygulanabilmektedir (12). Bu üç seviyede servikal spinal stabilizasyon egzersizlerinin uygulanması sırasında, aşağıdaki yedi prensibe sırasıyla dikkat edilmesi gerekmektedir:

1. Egzersizlere güvenli spinal hareketlerin ve nötral omurga pozisyonlarının öğretilmesi ile başlanmalı ve egzersizlerde bireylerin fleksiyon veya ekstansiyon pozisyon tercihlerine dikkat edilmelidir.
2. Bireylere nötral pozisyonda, derin servikal kaslarını aktive etmeleri öğretilmelidir.

3. Ekstremitte hareketleri eklenerek, derin kasların, yüzeysel kasların yüklenmelerine karşı nötral spinal pozisyonu koruyabilmeleri sağlanmalıdır (dinamik stabilizasyon).
4. Derin kasların nötral spinal pozisyonu korumaları sırasında; kuvvetlerinin geliştirilmesi için yüklenmenin, enduranslarının geliştirilmesi için ise tekrarların artırılması gerekmektedir.
5. Çeşitli yüklenmeler sırasında denge ve stabilizasyonun sağlanabilmesi için, izometrik kontraksiyonlar ve ritmik stabilizasyon tekniklerinin kullanılması gerekmektedir.
6. Stabil nötral spinal pozisyonu korurken, ekstremitte hareketlerinin bir pozisyonundan diğer pozisyona geçişinin eklenmesi gerekmektedir (geçiş stabilizasyonu).
7. Stabilizasyon yanıtlarının ve dengenin geliştirilmesi için stabil olmayan yüzeyler kullanılmalıdır (12).

A. Maksimum koruma fazı

Bu fazda semptomları artırmayacak şekilde kinestetik eğitim, fonksiyonel spinal postürün öğretilmesi, postüre yönelik germe egzersizleri ve derin servikal kasların farkındalık ve aktivasyon egzersizleri uygulanır (12). Servikal stabilizasyon egzersizleri, distal hareket için proksimal stabilitenin sağlanması prensibinden yola çıkılarak oluşturulmuştur. Bu nedenle en önemli nokta, yüzeysel kasların aktivitelerini ve oluşturdukları kuvvetleri karşılayabilmek için derin segmental kasların aktivite farkındalığının bireylere kazandırılmasıdır (9, 12).

Hastaya servikal bölge yapıları ve oluşabilecek yapısal ve fonksiyonel değişiklikler ile ilgili bilgilendirme yapıldıktan sonra, derin kasların aktivasyonu için kraniyoservikal fleksiyon hareketinin eğitimine geçilir. Kraniyoservikal fleksiyon eğitiminde basınçlı biofeedback cihazı kullanılabilir (Şekil 2.5.). Basınçlı biofeedback cihazı bireyin suboksipital bölgesine yerleştirilerek basınç 20 mmHg'ye şişirilir. Kraniyoservikal fleksiyon eğitimi sırasında bireyden, longus kolli ve multifidus kaslarını aktif hale getirebilmek için sırt üstü pozisyonda başı ile onay verme hareketi (*nodding* hareketi, başıyla hafifçe evet hareketi) veya başı kaldırmadan gözleriyle ayak uçlarına bakma hareketi şeklinde kraniyoservikal fleksiyon (atlantookspital fleksiyon)

yapması istenir. Servikal bölgede, derin servikal fleksörler, longus kolli ve longus kapitis ve derin servikal ve üst torasik ekstansörler, servikal omurgayı nötral bir spinal pozisyonda stabilize etmek için aktive edilir (hafif lordoz ile aksiyal ekstansiyon). Daha sonra birey kraniyoservikal fleksiyon hareketini yaparak basıncı 22 mmHg'ye yükseltir ve burada 10 saniye boyunca tutması istenir. Birey yüzeysel kaslarını kullanmadan basıncı sabit tutabilirse sırasıyla 24-26-28 ve en son 30 mmHg (optimal aşama) basıncına yükseltebilmesi ve bu seviyelerde de 10 saniye boyunca tutabilmesi sağlanır. Hareket sırasında amaç; derin servikal kasların aktivasyonunu sağlamak olduğu için, kesinlikle yüzeysel kasların aktivite artışına izin verilmemelidir (9, 12, 18, 193).



Şekil 2.5. Basıncılı biofeedback cihazı.

B. Orta koruma fazı / kontrollü hareket fazı

Bu fazda güvenli olarak endurans ve kuvvet artışının kazanılması amaçlanmaktadır. Bireylerin egzersiz programlarına kraniyoservikal fleksiyon egzersizi ile birlikte ekstremit hareketleri eklenir. Fazın sonuna doğru direnç uygulamaları için elastik bantlar ve ağırlıklar da kullanılabilir. Bu fazda amaç; derin servikal kasların, ekstremit hareketleri sırasında oluşan spinal stabiliteyi bozan kuvvetlere karşı kontrollerinin kazandırılmasını sağlamaktır. Hareketlerin yavaş olarak yapılması önemlidir (9, 12).

C. Minimum koruma ve/veya koruma yok / fonksiyon fazına geri dönüş fazı

Servikal spinal stabilizasyon egzersizlerinin son fazıdır. Bu fazda amaç; farklı destek yüzeylerinde, daha kompleks hareketler sırasında, derin servikal kasların omurgayı stabilize etme yeteneklerini artırmaya çalışmaktır. Bu fazda, ekstremite hareketleri karmaşıktırılır ve direnç olarak elastik bantlar, ağırlıklar, top sıkıştırma kullanılır. Farklı yüzeyler üzerinde egzersizlerin yapılabilmesi için ise egzersiz toptlarından yararlanılır. Fazın sonunda bireyler, derin servikal kaslarının, beklenen veya beklenmeyen bütün pertürbasyonlara karşı ve günlük yaşam aktiviteleri sırasında karşılaşılan bütün dinamik hareketlere ve dış kuvvetlere karşı omurgayı stabilize etme görevlerini otomatik olarak yapabilmelidirler (9, 12).

Literatürde, servikal spinal stabilizasyon egzersiz programlarının temelinde; ilk başlangıçta ağrı oluşturmayacak nötral pozisyonun belirlenmesi ve egzersizlerin bu pozisyonda başlanması, daha sonra programın diğer pozisyonlarda yapılmasına doğru ilerlenmesi yatmaktadır (9, 12). Genel olarak spinal stabilizasyon egzersizleri ile ilgili yayınlarda egzersiz programları, fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerine odaklanmadan oluşturulmaktadır (9, 18, 193). Kisner ve Colby ise 2018 yılında çıkardıkları kitaplarında, bireylerin patolojilerine, rahat ettikleri pozisyona göre tercih ettikleri yönelimleri doğrultusunda; egzersiz programlarını iki gruba ayırmışlardır. Farklı servikal bölge problemlerine sahip kişilerde, farklı yöndeki stabilizasyon egzersizlerinin de uygulanabilmesinin mümkün olduğunu belirterek, fleksiyona yönelen hastalar için fleksiyon odaklı, ekstansiyona yönelen hastalar için ekstansiyon odaklı spinal stabilizasyon egzersizlerini oluşturmuşlardır (12). Bu program bize McKenzie ekstansiyon egzersizlerinin oluşma prensiplerini hatırlatmıştır (194, 195).

Fleksiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersiz programları

Spondilosis, spondilolistesis, faset eklem sendromu, spinal stenoz, radikülopati, ekstansör kuvvet yaralanmaları gibi servikal problemler sonrasında bireyler, fleksiyon pozisyonuna yönelmektedir. Bu hastalar genel olarak fleksiyon postüründedir ve ekstansiyon testleri ağrı ve semptomların artmasına, fleksiyon postürü ise azalmasına neden olur. Faset eklem problemleri ve stenoz gibi servikal bölge problemleri spinal kanal daralmasına ya da eklemler üzerinde yüklenmelere

neden olmaktadır ve bu nedenle fleksiyon hareketi ile birlikte semptomlarda rahatlama görülmektedir. Fleksiyon hareketlerinin nörolojik semptomların ve ağrının azalmasını sağladığı bireyler, fleksiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersiz programlarından fayda sağlamaktadır. Fleksiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersiz programları, servikal spinal stabilizasyon eğitiminin bütün aşamalarını takip eder. Bu egzersiz programı içerisinde bireylerden, servikal spinal stabilizasyon egzersizlerinin yer çekimi ve uygulamanın yönüne göre fleksiyon odaklı olanlarını yapmaları istenir. Fleksiyon pozisyonuna yönelimli bireylerde, kraniyoservikal fleksiyon hareketinin öğrenilmesinden sonra; sırt üstü pozisyonda, oturma pozisyonunda, egzersiz topu üzerinde oturma pozisyonunda ve ayakta durma pozisyonunda, fleksiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersizleri kullanılır. Programın oluşturulmasındaki amaç; fleksiyon pozisyona yönelimli bireylerin egzersizler sırasında ekstansiyon hareketlerinden mümkün olduğunca kaçınmasını sağlayarak, semptomların artmasını engellemeye çalışmaktır. Ağrı, fleksiyon hareketi ile ya da tekrarlı fleksiyon manevraları ile artıyorsa fleksiyon egzersizlerinin uygulanması kontraendikedir (12).

Ekstansiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersiz programları

Servikal intervertebral disk lezyonları, sıvı birikimi, fleksiyon yaralanmaları ve fleksiyon postüründe kalmak gibi servikal problemler sonrasında bireyler, ekstansiyon pozisyonuna doğru yönelim halindedirler. Ekstansiyon pozisyonuna yönelime sahip bu hastalar, günlük yaşam aktiviteleri sırasında genellikle hafif bir fleksiyon postürüne ya da fleksiyon postürü ile birlikte lateral deviasyonlara sahiptir ancak, sürekli ve tekrarlı ekstansiyon manevraları ile semptomlarında azalma ve rahatlama ortaya çıkar. Fleksiyon postüründe kalmak ve tekrarlı fleksiyon hareketleri bu bireylerde diskin anterior bölgesindeki yüklenmeleri artırmakta ve posterior bölgede sıvı toplanmasına neden olarak, posterior longitudinal ligament ve diskteki yaralanmalara yol açmaktadır. Bu nedenle hastalar ekstansiyon hareketleri sırasında, semptomlarında rahatlama yaşamaktadır. Ağrı ve nörolojik semptomları, ekstansiyon hareketleri ile azalma gösteren bireyler, ekstansiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersiz programlarından kazanç sağlamaktadır. Ekstansiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersiz programları, fleksiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon

egzersiz programlarında olduğu gibi, servikal spinal stabilizasyon eğitiminin bütün aşamalarını takip eder. Bu egzersiz programı içerisinde bireylerden, servikal spinal stabilizasyon egzersizlerinin yer çekimi ve uygulamanın yönüne göre ekstansiyona yönelik olanlarını yapmaları istenir. Ekstansiyon pozisyonuna yönelimli bireylere, kraniyoservikal fleksiyon hareketinin öğrenilmesinden sonra; yüz üstü, ön kollar üzerinde, kedi-deve pozisyonu, oturma pozisyonu, egzersiz topu üzerinde oturma ve yüz üstü yatma pozisyonu ile ayakta durma pozisyonlarında, ekstansiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersizleri yaptırılır. Programın oluşturulmasındaki amaç, ekstansiyon pozisyonuna yönelimli bireylerin egzersizler sırasında fleksiyon hareketlerinden mümkün olduğunca kaçınmasını sağlayarak, semptomların artmasını engellemeye çalışmaktır. Herhangi bir pozisyonun ya da hareketin semptomları azaltmadığı, anestesi ve mesane güçsüzlüğü bulunan ya da aşırı derecede ağrısı olan bireylerde ekstansiyon odaklı egzersizler kontraendikedir (12). Ekstansiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersiz programları, amaçlanan fizyolojik etki bakımından, McKenzie tarafından geliştirilen ekstansiyon egzersizleri ile de benzerlikler taşımaktadır (194).

3. BİREYLER VE YÖNTEM

Sağlıklı bireylerde fleksör ve ekstansör kaslara odaklanmış servikal spinal stabilizasyon egzersiz programlarının, servikal kaslarda oluşturduğu morfolojik değişikliklerin MRG ile incelenmesi amacıyla yapılan bu çalışma, Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi ile Radyoloji Anabilim dalı işbirliğinde, Hacettepe Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 10.01.2019 tarihli ve 2019/01-48 karar numaralı onayı alınarak, Ocak 2019 ve Kasım 2020 tarihleri arasında gerçekleştirildi. Çalışma hakkında yapılan ilan sonrasında çalışmaya katılmak isteyen bütün gönüllüler araştırma protokolü hakkında bilgilendirildi ve katılmaya gönüllü olan bireylerden yazılı onam alındı. Çalışmada kullanılan manyetik görüntüleme yöntemi ile yapılan değerlendirmeler, Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'nden TDK-2019-17897 kodu ile Doktora Tez Destek Projesi desteği alınarak gerçekleştirildi.

3.1. Bireyler

Çalışmaya 18-30 yaş aralığında 27 sağlıklı, gönüllü erkek üniversite öğrencisi dahil edildi.

Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri:

- Araştırmaya katılmaya gönüllü olmak.
- 18-30 yaş aralığında olmak.

Çalışmaya Dahil Edilmeme Kriterleri:

Çalışmaya aşağıdaki sıralanan durumları olan bireyler dahil edilmedi:

- Son 3 aydır devam eden boyun ağrısı.
- Vertebral kolona ait geçirilmiş herhangi bir cerrahi uygulama.
- İnflamatuvar veya romatolojik hastalık.
- Konjenital spinal kord anomalisi.
- Konjenital ve/veya sonradan oluşan spinal deformiteler.
- Radikülopati, myelopati, malignite hikayesi.
- Nörolojik ve vestibüler bozukluklar.
- Travma hikayesi.
- MRG ölçümünün yapılmasına engel durumların olması.

3.2. Yöntem

3.2.1. Çalışma Planı

Dahil edilme kriterlerine uygun olan bireyler blok randomizasyon yöntemi ile “fleksiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersiz grubu”, “ekstansiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersiz grubu” ve “kontrol grubu” olmak üzere 3 gruba ayrıldı.

Çalışmamızda her iki egzersiz grubundaki bireylere, 8 hafta boyunca, haftada 2 defa, günde 1 saat süre ile bir gruba fleksiyon diğer gruba da ekstansiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersizleri uygulandı. Tüm egzersizler bir uzman fizyoterapist tarafından yaptırıldı. Kontrol grubundaki bireylere ise 8 hafta süresince hiçbir uygulama yapılmadı.

Bireylere tüm değerlendirmeler, egzersiz programları başlamadan önce ve 8 hafta boyunca uygulanan egzersiz programı sonrasında olmak üzere iki defa uygulandı.

3.2.2. Örneklem Büyüklüğünün Belirlenmesi

Gruplarda olması gereken kişi sayısını belirlemek için G*Power versiyon 3.1.7 bilgisayar programı ile güç analizi yapıldı (72). T₂ relaksasyon süresi ölçümlerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası farklılığının testinde etki genişliği $d=1.42$ olmak üzere %90 güç ve %95 güven düzeyi için gerçekleştirilen analizde, minimum örneklem büyüklüğünün her grupta 9 olmak üzere toplamda 27 birey olması gerektiği belirlendi.

3.2.3. Değerlendirme

Çalışmaya katılan tüm bireylerin öncelikle demografik bilgileri (yaş, boy, vücut ağırlığı, vücut kütle indeksleri) kaydedildi. Daha sonra tüm bireylere egzersiz programı öncesi ve 8 hafta sonrası olmak üzere toplam iki defa aşağıdaki değerlendirmeler yapıldı. Egzersiz programı verilmeyen kontrol grubuna da tüm değerlendirmeler aynı şekilde uygulandı.

1. MRG yöntemi ile yapılan değerlendirmeler:
 - a) Kas T₂ relaksasyon süresi ölçümü.
 - b) Kasın anatomik enine kesit alanı ölçümü.

2. Kas kuvveti değerlendirmesi.
3. Servikal kas enduransı değerlendirmesi.
4. Servikal bölge normal EHA değerlendirmesi.
5. Postür değerlendirmesi
 - a) New York Postür Analizi
 - b) Servikal omurga eğiminin değerlendirilmesi.
 - c) Başın önde duruş postürünün değerlendirilmesi

1. Manyetik rezonans görüntüleme yöntemi ile yapılan değerlendirmeler

Çalışmada, spinal stabilizasyon egzersizlerinin kaslarda oluşturabileceği etkilerini objektif olarak ölçebilmek için MRG yöntemi ile, kaslardaki T₂ relaksasyon süreleri ve kasların enine kesit alanları incelendi. MRG yöntemi ile yapılan değerlendirmelerde elde edilen veriler, çalışmanın körlüğünü sağlamak amacıyla birey numaraları verilerek kodlama sistemi ile kaydedildi.

Bireylerin MRG çekimleri Aysel Sabuncu Beyin Araştırmaları Merkezi'ndeki Ulusal Manyetik Rezonans Araştırma Merkezi'nde (UMRAM) mevcut 3 Tesla MAGNETOM Trio-Tim System (Siemens AG, Erlangen, Germany) cihazda yapıldı. Görüntüler elde edilirken 12 kanallı baş ve 8 kanallı boyun koili birlikte kullanıldı. Bireyler çekim sırasında rahat bir şekilde sırt üstü pozisyonda yatarken baş, rotasyon, lateral fleksiyon veya aşırı bir lordoz olmaksızın nötral pozisyonda konumlandırıldı.

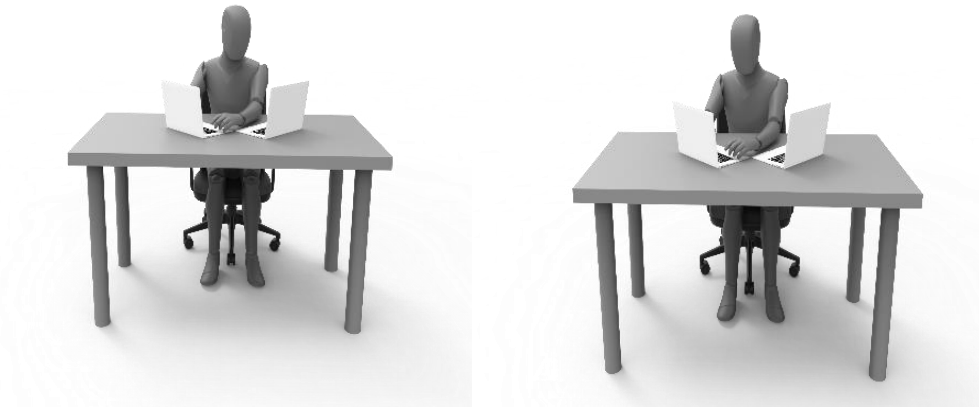
a) Kas T₂ relaksasyon süresi ölçümü

Kasın T₂ relaksasyon süresi ölçümü, kassal aktivitenin, MRG görüntüleri üzerinden, metabolik değişikliklerin değerlendirilmesi ile dolaylı olarak ölçülmesini sağlar. Çalışmada bireylerin derin ve yüzeysel, fleksör ve ekstansör kaslardaki aktivasyon miktarlarını belirleyen T₂ relaksasyon sürelerini ölçebilmek için, öncelikle bireylerin ölçüm öncesi yapacakları standart bir görev belirlendi. Bu görev; son yıllarda boyun problemlerinin giderek arttığı mesleklerde sıklıkla yapılan masa başı bilgisayar kullanımı aktivitesi idi. Bu aktivite sırasında derin ve yüzeysel servikal fleksör ve ekstansör kaslardaki aktivasyonların değişimleri incelendi.

Her bireyin görev öncesi MRG'si çekildi ve kayıtları alındı. Daha sonra bireyden bilgisayarda hızlı bir şekilde 20 dakika boyunca yazı yazma görevini yapması

istendi. Görevin her bireyde benzer etkiler ortaya çıkarabilmesi için, belirli bir pozisyon oluşturularak her bireyin bu pozisyonda görevi tamamlaması sağlandı. Görev sırasında birey, gövdesinin yönü tam karşıyı gösterecek şekilde oturdu ve her iki taraf kaslarının aktif olması için masa üzerinde kişinin sağ ve sol tarafına iki dizüstü bilgisayar konuldu. Dizüstü bilgisayarlar, alt uçları birbirlerine değecek ve horizontal düzleme 45 derecelik açı yapacak şekilde yerleştirildi. Bilgisayarların birleştiği açı, bireyin gövdesinin tam ortasında olacak şekilde ayarlandı. Daha sonra, her bireyin dominant tarafı sağ olduğu için bireylerden sol taraftaki bilgisayar ekranında yazılı olarak gördükleri metni sağ taraftaki bilgisayara yazmaları istendi (Şekil 3.1.). Tüm bireylerde aynı metin kullanıldı (196). Yirmi dakika sonunda bireylerden yazı yazmayı bırakmaları istendi ve bireyler hızlı bir şekilde ikinci MRG çekimine alındı. Daha sonra, her bireyin görev öncesi ve görev sonrası çekilen MRG'lerden T2 relaksasyon süreleri değerlendirilip, aradaki farklar alınarak görev sırasında kaslarda oluşan aktivasyon farklılıkları hesaplandı. Bu farklar T2 shift değeri olarak milisaniye cinsinden kaydedildi (72, 164, 165).

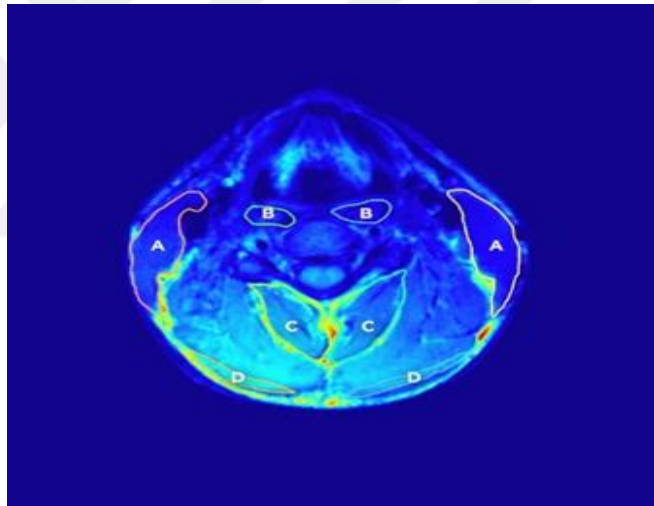
Bu ölçümler 8 haftalık egzersiz programı sonrasında tekrar edildi. Böylece 8 haftalık egzersiz programı ile kaslarda oluşan aktivasyon miktarlarında değişiklik olup olmadığı belirlenmeye çalışıldı. Kontrol grubuna da egzersiz programı yaptırılmasa da 8 haftalık süre sonunda aynı ölçümler tekrar edildi.



Şekil 3.1. Görevin görselleştirilmesi.

MRG çekimi ve T_2 relaksasyon süresi ölçüm işlemi:

MRG yönteminde görüntüler, her seferinde aynı düzlemde aynı değerler ile, T_2 ağırlıklı olmak üzere, T_2A sagittal, T_2A aksiyel ve aksiyel T_2 haritalama olarak elde edildi. Manyetik rezonans görüntülerinin tüm değerlendirmelerinde OsiriX Lite (Pixmeo Sarl, Switzerland) yazılımı kullanıldı. Postprocessing işlemi ile T_2 haritalar elde edildi. Daha sonra T_2 haritalamada, aksiyel kesitlerde ROI'leri serbest olarak, C₄₋₅ seviyesinde, incelenen kasların (sternokleidomastoid, longus kolli, multifidus/semispinalis servisis ve üst trapez kasları) anatomik enine kesit alanları gözetilerek çizildi (15, 32, 171, 197) (Şekil 3.2.). Bütün ölçümlerin aynı seviyeden yapılmasının nedeni, segmental olarak oluşabilecek değişikliklerin engellenmesiydi. C₄₋₅ seviyesi ise kraniyoservikal bölge ve tipik vertebralar arasında bir pivot nokta olarak tercih edildi (55).



Şekil 3.2. T_2 relaksasyon süresi ve anatomik enine kesit alanı ölçümü için kas ROI'leri A: Sternokleidomastoid; B: Longus kolli; C: Multifidus/semispinalis servisis; D: Üst trapezius

Çalışma kapsamında elde edilen görüntülerde T_2 ağırlıklı aksiyel görüntüler üzerinde çizilen ROI'ler üzerinden, kasların T_2 relaksasyon sürelerinin ortalamaları hesaplandı. Fleksör kasların değerlendirilmesinde yüzeysel kas olarak sternokleidomastoid kasının ve derin kas olarak longus kolli kasının; ekstansör kasların değerlendirilmesinde ise yüzeysel kas olarak üst trapez kasının ve derin kas olarak multifidus/semispinalis servisis kaslarının T_2 relaksasyon süreleri, her iki tarafta da (sağ ve sol) ölçüldü. Çizimler sırasında kas kütlesi dışındaki yapıların (yağ

dokusu, fasya ya da damarsal oluşumlar) ROI'ye dahil edilmemesine dikkat edildi. Bütün ölçümler 2 radyoloji uzmanı tarafından yapıldı ve ölçüm hataları en aza indirilmeye çalışıldı.

b) Kas Anatomik Enine Kesit Alanı Ölçümü

T₂ ağırlıklı aksiyel görüntüler üzerinde T₂ relaksasyon süresi ölçümleri için ROI'ler çizilirken belirlenen kasın anatomik enine kesit alanları üzerinden de kesit alanı hesaplamaları yapıldı. Kasların ROI'leri belirlenirken Elliott ve ark. tarafından 2018 yılında yapılan çalışma göz önünde bulunduruldu (32). Aynı görevi üstlenen semispinalis servisis ve multifidus kasları aynı fasyayı kullandığı ve bu seviyede her iki kasın lifleri iyi ayırt edilemediği için anatomik enine kesit alanı ölçümleri birlikte yapıldı (32, 72). Hem tedavi öncesinde hem tedavi sonrasında, görev sonrası kas anatomik enine kesit alanlarında değişiklik olma ihtimali düşünülerek, görev öncesi çekilen ilk görüntüler üzerinden elde edilen anatomik enine kesit alanı değerleri istatistiksel analizde kullanıldı. Bütün kas anatomik enine kesit alanı değerleri cm² olarak kaydedildi.

2. Kas Kuvvet Değerlendirmesi

Bireylerin servikal bölge fleksör ve ekstansör kaslarının kas kuvvet ölçümleri dijital el dinamometresi (Lafayette Instrument Company, USA) kullanılarak yapıldı. Ölçümler her kas için 3 defa tekrar edildi ve en yüksek değer Newton (N) cinsinden kaydedildi. Her ölçüm sonrasında bireylerin dinlenmesi için 1 dakika ara verildi (174, 198). Yapılan ölçümlerde Lovett tarafından tanımlanan kas testi ölçümlerindeki pozisyonlar referans olarak alındı (175).

3. Servikal Kas Endurans Değerlendirmesi

a. Derin Servikal Fleksör Kasların Endurans Değerlendirmesi

Derin servikal fleksör kasların endurans değerlendirilmesi için birey sırt üstü pozisyonda yatırılarak ayakları çengel pozisyona alındı ve ellerini gövdesi üzerinde birleştirmesi istendi. İlk olarak bireyden fizyoterapistin 2 parmağının sığacağı şekilde başını kaldırması istendi ve fizyoterapist bu pozisyonda bireyin başının ağırlığını destekleyerek, bireyin dinlenme pozisyonunda kalmasını sağladı. Daha sonra bireyden

gözleriyle ayaklarına bakması, bu pozisyonda başını “evet” işareti yapar gibi hafif kraniyoservikal fleksiyona getirmesi istendi. Pozisyon bireye öğretildikten sonra teste başlamak için bireyin başını fizyoterapistin parmaklarından ayrılacak kadar kaldırmaması istendi. Bireyin başını fizyoterapistin parmaklarından kaldırıp, kraniyoservikal fleksiyon hareketini koruyarak pozisyonu devam ettirdiği süre saniye cinsinden kaydedildi. Test sırasında birey, ağrı hissetmeye başlayarak testi sonlandırmak isterse, enduransı kaybettiğine ilişkin titreme gibi belirtiler ortaya çıkarsa, kraniyoservikal fleksiyonu kaybettiği fizyoterapist tarafından anlaşılırsa ya da kraniyoservikal fleksiyonu koruduğu halde fleksiyon miktarını artırırsa teste son verildi. Test 5 dakikalık dinlenme sonrasında ikinci kez uygulandı ve en iyi değer kaydedildi (177, 199) (Şekil 3.3)



Şekil 3.3. Derin servikal fleksör kasların endurans ölçümü.

b. Derin Servikal Ekstansör Kasların Endurans Ölçümü

Derin servikal ekstansör kasların endurans değerlendirmesinde ise bireyden yüz üstü pozisyonda kalça ve diz ekstansiyonda, eller yanda olarak baş ve boyun yataktan sarkıtılarak yatması istendi. Bu pozisyonda birey T₆ vertebra seviyesinden yatağa sabitlendi. Bireye bu pozisyonda kulakların hemen üst bölümünden geçecek şekilde yerleştirilmiş bir velkroya bağlanan 4 kg ağırlığı taşınması söylendi. Birey teste

başlamadan önce başın ağırlığı alınarak desteklendi. Test bireyin ağırlığa karşı başını “evet” yapar gibi hafif miktarda kraniyoservikal fleksiyona getirmesi ile başladı ve bireyin bu pozisyonu koruduğu süre saniye olarak ölçüldü. Test sırasında bireyin baş pozisyonunu koruyamaması, testi bırakmak istemesi ya da ağrı duymaya başlaması durumunda test sonlandırıldı. Bireyin test esnasında servikal vertebralarının ekstansiyon derecesini artırarak testi sürdürmeye devam etmesi, derin ekstansör kasların yorgunluğuna ve bireyin artık global ekstansör kaslarını kullandığına işaret etti. Böyle bir durumda bireyin ekstansiyon miktarını arttırmaya başladığı süre derin servikal ekstansör kasların endurans süresi olarak kaydedildi. Ölçümün güvenilir olarak tekrar edilebilmesi için aradan 5-7 gün geçmesi gerektiğinden dolayı ölçüm bir kere yapıldı (178) (Şekil 3.4.)



Şekil 3.4. Derin servikal ekstansör kasların endurans ölçümü.

2. Servikal Bölge Eklem Hareket Açıklığının Değerlendirmesi

Servikal EHA'larının değerlendirilmesi için geçerlik ve güvenilirlik çalışması yapılmış olan “Cervical Range of Motion (CROM)” (Performance Attainment Associates, St. Paul, MN, 55117, United States) cihazı kullanıldı (181, 200). Ölçümlerden önce her pozisyonu nasıl yapacakları bireylere gösterildi (Şekil 3.5.).

CROM cihazı 3 düzlemde servikal normal eklem hareketlerini ölçebilmektedir. Cihazın ön tarafında bulunan kadran yer çekimine duyarlı olarak lateral fleksiyon

açıların, cihazın yan tarafında bulunan kadran yine yer çekime duyarlı olarak fleksiyon ve ekstansiyon açılarını ölçmektedir. Cihazın üst tarafında bulunan kadran ise pusula şeklinde bir kadrandır ve bireyin üst gövdesine yerleştirilen manyetik alan sayesinde rotasyon açılarını ölçmektedir (200).

Ölçümler sırasında bireyin ayakları yerle temas halinde, bir sandalye üzerinde, kolları yanda sarkıtılmış olarak oturması sağlandı. Bu pozisyonda öncelikle bireyden başını çenesini göğsüne değdirmeye çalışır gibi öne doğru yavaşça eğmesi istendi ve fleksiyon açısı yan kadrandan ölçüldü. Daha sonra bireyden tavana bakmaya çalışır gibi başını yavaşça arkaya doğru götürmesi istendi ve ekstansiyon açısı yan kadrandan ölçüldü. Lateral fleksiyon açısının ölçümü için bireyden başını sırasıyla sağa ve sola doğru yavaşça yatırması istendi. Her iki yöndeki lateral fleksiyon açısı cihazın ön tarafındaki kadrandan ölçüldü. Rotasyon ölçümü sırasında bireyin üst gövdesine cihazın manyetik alan boyunluğu yerleştirildi. Bireyden sırasıyla sağa ve sola doğru bakmaya çalışır gibi yavaşça başını çevirmesi istendi ve cihazın pusula özellikli kadrandaki değer kaydedildi. Testler sırasında bireylere hareketleri sadece boyunları ile yapması söylendi ve kompanse hareketlerin oluşması engellendi (180, 200).



Şekil 3.5. Servikal normal eklem hareketlerinin CROM ile değerlendirilmesi.

4. Postür Değerlendirmesi

a) New York Postür Analizi:

Bireylerin postürel düzgünlüklerinin değerlendirilmesinde yöntem olarak *NY Postür Analizi* kullanıldı. *NY* postür analizi ile baş, servikal, torakal ve lumbal omurga,

omuz, pelvis, dizler ve ayakların toplam 13 ayrı kısımda postür değerlendirmesi yapıldı. Değerlendirme sırasında öncelikle bireyden değerlendiriciye arkasını dönmesi istendi ve değerlendirici bireyden 3 metre (yaklaşık 10 feet) uzakta olacak şekilde konumlandı (posterior değerlendirme). Daha sonra bireyden olduğu yerde 90^0 dönmesi istendi (lateral değerlendirme). Değerlendirme sırasında bireye rahat ettiği pozisyonda durması söylendi. Değerlendirme yapılan bölgede birey düzgün postüre sahipse beş (5), orta derecede bozulmuş postüre sahipse üç (3), yüksek derecede postürel bozukluğa sahipse bir (1) puan verildi. Skalada en yüksek puan 65, en düşük puan 13 olarak hesaplanmakta, en yüksek puan iyi postürü belirtmektedir (191).

a) Servikal omurga eğiminin değerlendirilmesi:

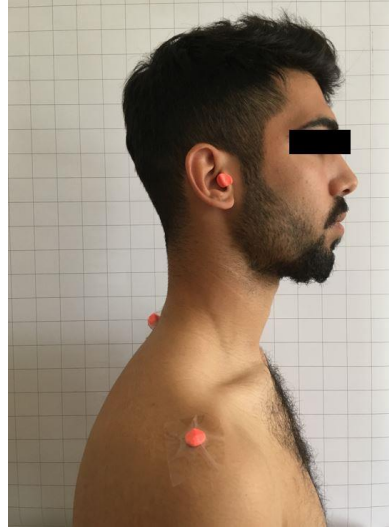
Servikal omurga eğimi servikal *Cobb* açısı ölçümü ile değerlendirildi. Servikal omurganın lordotik, kifotik veya nötral duruşunun, düzgünlüğünün değerlendirilmesinde *Cobb* açısı ölçümü sıklıkla tercih edilmektedir (183-185, 188). Çalışmada *Cobb* açısı ölçümleri sırt üstü pozisyonda çekilen MR görüntüsünde, sagittal görüntüler üzerinden hesaplandı (188, 201). C₂ omurganın alt platosu ile C₇ omurganın alt platosundan çizilen horizontal çizgiler arasında kalan açı (sagittal görüntüler üzerinde *Cobb* açısı olarak gösterilen değer) derece cinsinden kaydedildi (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. T₂ sagittal MR görüntüsü üzerinden *Cobb* açısının ölçülmesi.

b) Başın önde duruşunun değerlendirilmesi:

Başın önde duruşunun değerlendirilmesi, bireyin baş ve servikal bölge pozisyonunu ölçerek servikal düzgünlüğü değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Başın önde duruşunun değerlendirilmesinde geçerlik ve güvenirlik çalışmaları olan “Posture Screen Mobile” (PostureCo Inc., Trinity, FL, USA) mobil uygulaması kullanıldı (189, 190, 202). Bireylerin sagittal düzlemde, kareli arka plan önünde mobil uygulama ile fotoğrafları çekildi ve bu fotoğraflar üzerinden başın önde duruşunun değerlendirilmesi, mobil uygulama ile yapıldı. Fotoğraf çekimi sırasında bireylerin aynı noktada durabilmeleri için, öncelikle kareli arka plandan 3 adım ilerisinde zemin işaretlendi ve her bireyin ölçüm sırasında bu işaretli zemin üzerinde durması sağlandı. Fotoğraf ölçümlerinin de eşit mesafeden yapılabilmesi için zeminde bulunan ilk işaretten 3 metre (yaklaşık 10 “feet”) sonrasında da zemin işaretlendi ve fotoğraflar her ölçümde bu ikinci işaretli zemin üzerine yerleştirilen, aynı mobil cihaz ile, mobil cihaz, bireyin çene hizasında olacak şekilde çekildi. Değerlendirmeler sırasında bireylerin üst taraflarında en az kıyafet olmasına (en fazla atlet) dikkat edildi. Fotoğraflar mobil uygulama üzerinde değerlendirilirken kolaylık olması amacı ile bireylerin değerlendirme yapılan bölgelerine işaretleyiciler konuldu (Şekil 3.7.). Fotoğraflar üzerinden değerlendirme yapılırken sadece servikal düzgünlüğün değerlendirmesi amaçlandığı için tragus (meatus akustikus eksternus), C₇ ve akromiyoqlavikular eklem işaretlendi. Fotoğraf çekimi sırasında bireyin her iki ekstremitesine ağırlık aktarması ve rahat olduğu pozisyonda durması söylendi. Program başın pozisyonunu santimetre cinsinden ölçtü. Eğer baş servikal bölgenin gerisine doğru pozisyonlanırsa “-”, baş servikal bölgenin önünde pozisyonlanırsa “+” değer olarak kaydedildi.



Şekil 3.7. Başın önde duruşunun değerlendirilmesi.

3.2.4. Egzersiz Programları

Çalışmada, randomizasyon yöntemi sonrasında fleksiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersizleri grubunda olan bireyler ile ekstansiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersizleri grubunda olan bireylere 8 hafta süresince haftada 2 gün fizyoterapist gözetiminde egzersiz programı uygulandı. Kontrol grubunda olan bireyler ise hiçbir egzersiz programına dahil edilmedi.

Çalışmada uygulanan servikal spinal stabilizasyon egzersiz programları Kisner ve Colby'nin belirttikleri programlara uygun olarak geliştirildi (12). Egzersizlerden önce bireylere düzgün omurga postürü hakkında bilgi verildi ve postüral düzgünlüğü sağlamak amacıyla germe egzersizleri uygulandı (Şekil 3.8.). Germe egzersizleri her egzersiz seansından önce 8 hafta süresince yaptırıldı. Her iki grupta da egzersiz programlarına germe egzersizlerinin ardından Kisner ve Colby'nin önerdiği şekilde sırt üstü pozisyonda kraniyoservikal fleksiyon egzersizleri ile başlandı (12).



Şekil 3.8. Germe egzersizi örnekleri.

Fleksiyon Odaklı Servikal Spinal Stabilizasyon Egzersiz Programı

Bu program 3 seviyeden oluşan ve zorluk seviyesi giderek artan, aşağıda da detaylı olarak açıklanan fleksiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersizlerinden oluşturuldu. Egzersizler öncelikle fizyoterapist tarafından bireylere gösterildi ve daha sonra bireylerden fizyoterapist gözetiminde egzersizleri yapmaları istendi.

Kisner ve Colby'nin çalışmalarına göre düzenlenen programa sırt üstü pozisyonda kraniyoservikal fleksiyon egzersizinin öğretilmesi ile başlandı. Daha sonra egzersizler sırası ile “maksimumdan orta korumaya”, “orta korumadan minimum korumaya” ve “minimum korumadan korumamaya” olarak ifade edilen 3 seviyede devam ettirildi. Egzersiz programları sırt üstü pozisyonda başlayıp, oturma, duvarda destekli ayakta durma ve ayakta durma pozisyonlarına; stabil yüzeylerden stabil olmayan yüzeylere doğru zorluk seviyesi artırılarak ilerletildi (12). Her egzersiz seansından önce bireyler germe egzersizleri uyguladı.

1. Seviye Egzersizleri

Bu seviye maksimum koruma ile başlayıp orta korumaya ilerleyen, 2 hafta süreli egzersizlerden oluştu. Bu seviyede kraniyoservikal fleksiyonun bireylere öğretilmesi ile derin servikal kasların aktive edilmesi ve bu sırada yüzeyel kasların kullanılacağı bütün aktivitelerden bireylerin korunması amaçlandı (9).

Programın başında bütün bireylere, öncelikle biyomekanik olarak nötral omurga düzgünlüğünü nasıl sağlayabilecekleri, bu şekilde omurga ve ilişkili kas iskelet sistemi yapılarını nasıl koruyabilecekleri öğretildi. Egzersiz programı bireylere postüral düzgünlük, solunum kontrolü ve egzersizler hakkında yapılan bilgilendirmeler ile başladı. Daha sonra sırt üstü pozisyonda spinal stabilizasyon egzersizlerinin temel egzersizi olan kraniyoservikal fleksiyon (KSF) egzersizi eğitimine geçildi. Bireylere KSF hareketi anlatıldıktan sonra bireylerden yavaş bir şekilde evet hareketi yapar gibi çenelerini göğüslerine doğru yaklaştırmaları istendi. Pozisyonun daha iyi anlaşılabilmesi için “başınızın tepesinde bir balon olduğunu ve başınızı yavaşça yukarı çektiğini düşünün”, “nazıkçe evet hareketi ya da başınızla onay verme hareketi yapın” ve “yavaşça başınızı öne eğmeden gözlerinizle ayaklarınıza doğru bakmaya çalışın” şeklinde uyarılarda bulunuldu. Egzersizler sırasında basınçlı biofeedback cihazı kullanıldı. Basınçlı biofeedback cihazı bireylerin oksiput sınırında boyunlarının altına yerleştirildi. Fizyoterapist, egzersiz sırasında cihazda basınç düzeyini kontrol etti. Bireylerin basınç değişimini daha iyi anlayabilmeleri için, cihazın kadranı egzersizlerin ilk aşamasında bireylere geri bildirim amacıyla gösterildi. Cihaz başlangıçta 20 mmHg’a ayarlandı ve bireylerden KSF hareketi yaparak, yüzeyel servikal fleksör kasları kullanmadan, cihazın kadranını 22 mmHg’ye çıkarması istendi. Bunu başardıktan sonra bireyler, 2’şer mmHg arttırılarak, 30 mmHg’ye ulaşana kadar KSF hareketini yapması için eğitildi. Daha sonra eğitim, birey bu basınç ile bu hareketi basınçlı biofeedback cihazı olmadan yapabilece kadar devam etti. Öncelikle bireylerden sadece hedef basıncı bulması istendi, daha sonra ise bu basınçta 10 saniye boyunca hareketi devam ettirebilmesi sağlanmaya çalışıldı. KSF hareketi sırasında bireylerin hızlı hareketler ile ya da yüzeyel kaslarını kullanarak hareketi yapmamalarına özen gösterildi ve fizyoterapist görsel olarak ya da yüzeyel kasları palpe ederek hareketleri kontrol etti (18, 193). Bu 1. seviye, oturmada KSF hareketini sağlanması ile sonlandırıldı (Şekil 3.9.).



Şekil 3.9. Fleksiyon odaklı stabilizasyon egzersizleri seviye 1.

2. Seviye Egzersizleri

Bu seviyede, 3 hafta süresince, egzersiz programlarının orta seviye korumadan minimum seviyede korumaya doğru ilerlemesi amaçlandı. Motor kontrolün ilerleyici olarak kazanılmasını sağlamak amacıyla kraniyoservikal fleksiyon hareketine fleksiyon yönündeki ekstremite hareketleri dahil edildi. Uygulama yapılan her pozisyonda öncelikle bireylerin düzgün postürü sağlayabilmeleri, kraniyoservikal fleksiyonu doğru bir şekilde yapabilmeleri ve bu pozisyonu koruyabilmeleri istendi. Bireyler kraniyoservikal fleksiyonu yapabiliyorsa ekstremite hareketlerine geçildi. Ekstremiteler hareketleri zorluk seviyesi kademeli olarak artacak şekilde, bilateral üst veya alt ekstremite hareketleri ile başlayıp, üst ve alt ekstremitenin kontralateral hareketlerine doğru ilerlendi. Seviyenin en son aşamasında elastik bant ile direnç uygulamalarına başlandı. Bu seviyede bireyler egzersizlerini, sırt üstü pozisyonda, oturmada ve destekli ayakta durma pozisyonunda sürdürdü (Şekil 3.10.).



Şekil 3.10. Fleksiyon odaklı stabilizasyon egzersizleri seviye 2.

3. Seviye Egzersizleri

Bu seviye, minimal korumadan korumamaya doğru ilerleyen 3 hafta devam eden egzersizlerden oluştu. Hareketin bilinç düzeyindeki kontrolünün sağlanması, bireylerin günlük yaşamlarındaki tüm hareketlerinde kraniyoservikal nötral pozisyonu sağlayabilmeleri ve derin servikal kaslarını, uygun motor kontrolde kullanabilmeleri amaçlandı. Egzersizler sırasında elastik bant, el ağırlıkları, başın önü ile duvar arasına sıkıştırılan toplar ve pilates topu kullanıldı. Egzersizler yine zorluk seviyesi artacak şekilde uygulandı. Bu seviyede egzersizler ayakta duvarda destekli, ayakta ve pilates topu üzerinde stabil olmayan yüzeyde yapıldı (Şekil 3.11.).



Şekil 3.11. Fleksiyon odaklı stabilizasyon egzersizleri seviye 3.

Ekstansiyon Odaklı Servikal Spinal Stabilizasyon Egzersiz Programı

Bu program da fleksiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersiz programına benzer olarak 3 seviyeden oluşan ve zorluk seviyesi giderek artan servikal spinal stabilizasyon egzersizlerinin ekstansiyon odaklı olanlarından oluştu.

Programa sırt üstü pozisyonda kraniyoservikal fleksiyon egzersizinin öğretilmesi ile başlandı ve “maksimum korumadan orta korumaya”, “orta korumadan minimum korumaya” ve “minimum korumadan korumamaya” olarak ifade edilen 3 seviyede egzersiz uygulamaları yapıldı. Egzersiz programı sırt üstü pozisyonda başlayıp, yüz üstü, 4 ekstremité üzeri (ön kollar üzerinde ve kedi-deve pozisyonunda), duvarda destekli ayakta durma ve desteksiz ayakta durma pozisyonlarına ve stabil yüzeylerden stabil olmayan yüzeylere doğru zorluk seviyesi artacak şekilde ilerlendi (12). Bu gruptaki bireyler de yine her egzersiz seansından önce germe egzersizlerini uyguladılar.

1. Seviye Egzersizleri

Bu seviye fleksiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersiz programındaki aynı amaçlar ile yine maksimum koruma ile başlayıp orta korumaya ilerleyen 2 hafta süreli egzersizlerden oluştu (9, 12).

Programın başında bütün bireylere postüral düzgünlük, solunum kontrolü ve egzersizler hakkında bilgilendirmeler yapıldı. Fleksiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersiz programında KSF öğretilmesi ile ilgili olan kısım bu seviyede aynen uygulandı. Ekstansiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersiz programındaki bireyler, bu seviyede KSF egzersizini öğrendikten sonra yüz üstünde destekli ve desteksiz KSF egzersizlerine geçti (Şekil 3.12.).



Şekil 3.12. Ekstansiyon odaklı stabilizasyon egzersizleri seviye 1.

2. Seviye Egzersizleri

Bu seviyede, 3 hafta boyunca, yine fleksiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersiz programında olduğu gibi, egzersizlerin orta seviye korumadan minimum seviyede korumaya doğru ilerlemesi amaçlandı. Fleksiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersiz programından farklı olarak bu seviyede motor kontrolün ilerleyici olarak kazanılmasını sağlamak amacıyla kraniyoservikal fleksiyon hareketine ekstansiyon yönündeki ekstremit hareketleri dahil edildi. Uygulamalar fleksiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersiz programlarına benzer olarak yapıldı, ancak farklı olarak bu seviyede uygulanan ekstremit hareketleri, yüz üstü pozisyonda ve 4 ekstremit üzerinde (ön kollar üzerinde ve kedi-deve pozisyonunda) zorluk seviyesi kademeli olarak artacak şekilde, bilateral üst veya alt ekstremit hareketleri ile başlayıp, üst ve alt ekstremitenin kontralateral hareketlerine doğru ilerleyecek şekilde uygulandı. Seviyenin en son aşamasında elastik bant ile direnç uygulamalarına başlandı (Şekil 3.13.).



Şekil 3.13. Ekstansiyon odaklı stabilizasyon egzersizleri seviye 2.

3. Seviye Egzersizleri

Bu seviye yine fleksiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersiz programı ile aynı amaçla ve aynı şekilde minimal korumadan korumamaya doğru ilerleyen 3 hafta süreli egzersizlerden oluştu. Egzersizler sırasında elastik bant, el ağırlıkları, başın arkası ile duvar arasına sıkıştırılan toplar ve pilates topu kullanıldı ve egzersizler ayakta duvarda destekli, pilates topu üzerinde stabil olmayan yüzeyde yüz üstü yatmada ve pilates topu üzerinde stabil olmayan yüzeyde oturmada yapıldı (Şekil 3.14.).





Şekil 3.14. Ekstansiyon odaklı stabilizasyon egzersizleri seviye 3.

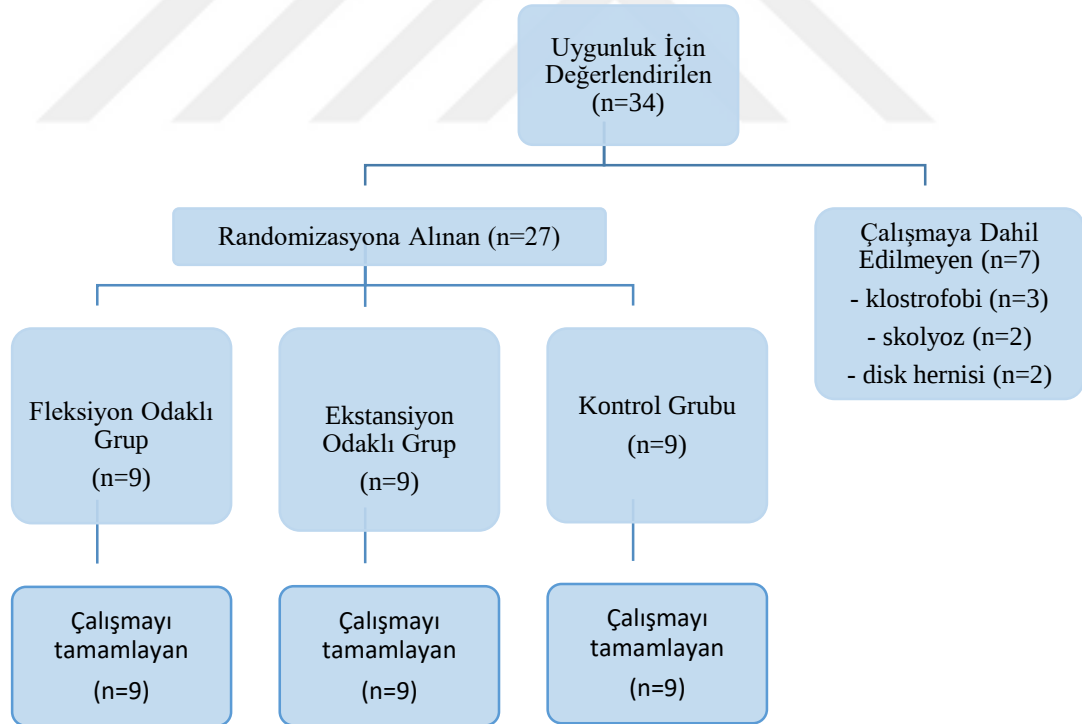
3.3. İstatistiksel Yöntem

Araştırma verisi “SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows 23.0 (SPSS Inc, Chicago, IL)” aracılığı ile bilgisayar ortamına yüklendi ve değerlendirildi. Tanımlayıcı istatistik olarak bütün sayısal değişkenler için ortalama $\pm$ standart sapma ve ortanca (minimum-maksimum) değerleri verildi. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi ile incelendi. Parametrik test varsayımlarının sağlandığı verilerde gruplar arası fark homojenliğin sağlanması durumunda “tek yönlü ANOVA testi” ile, homojenliğin sağlanmadığı durumlarda “Welch testi” ile değerlendirildi. Çoklu karşılaştırmalarda “Tukey testi” veya “Tamhane testi” kullanıldı. Parametrik test varsayımlarının sağlanamadığı verilerde ise gruplar arası farklar “Kruskal Wallis testi” ile değerlendirildi ve çoklu karşılaştırmalarda “Bonferroni testi” kullanıldı. Grupların kendi içerisinde tedavi öncesi ve tedavi sonrası değerlendirmelerinde oluşan farklar parametrik test varsayımlarının sağlandığı durumlarda “Eşleştirilmiş t testi” ile incelendi. Parametrik test varsayımlarının sağlanamadığı verilerde grupların kendi içerisinde tedavi öncesi ve tedavi sonrası değerlendirmelerde oluşan farklar da “Wilcoxon işaretli sıralar testi” ile incelendi. Anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edildi.

4. BULGULAR

Fleksör ve ekstansör kaslara odaklanmış servikal spinal stabilizasyon egzersiz programlarının, servikal kaslarda oluşturduğu morfolojik değişikliklerin incelendiği çalışma; fleksiyon odaklı spinal stabilizasyon egzersiz grubu (F), ekstansiyon odaklı spinal stabilizasyon egzersiz grubu (E) ve kontrol grubu (K) olarak üç grup ile ve her bir grupta 9 birey olmak üzere toplam 27 bireyde gerçekleştirildi.

Çalışmanın başlangıcında, verilen ilan üzerine çalışmaya dahil olmak isteyen 34 birey, dahil edilme kriterleri konusunda incelendi. 2 birey skolyoz, 2 birey disk hernisi tanısı olduğu, 3 birey ise klostrofobi nedeniyle MRG ölçümlerini tamamlayamayacağını belirttiği için çalışmaya dahil edilmedi. Çalışmaya dahil edilen 27 bireyin hepsi çalışmayı tamamladı. Çalışmanın akış diyagramı Şekil 4.1.'de gösterilmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Çalışmanın akış diyagramı.

4.1. Bireylerin Demografik Bilgileri

Bireylerin demografik özelliklerine ilişkin bilgiler Tablo 4.1.' de gösterildi. Bireylerin yaş ortalamaları, F grubu (n= 9), E grubu (n=9) ve K grubu (n= 9) olmak üzere sırasıyla (20,0±1,0) , (21,0±1,0) ve (21,0±1,0) yıldı. Gruplar arasında yaş ve vücut kütle indeksi değerlerinde anlamlı bir fark olmadığı (p>0,05), grupların benzer olduğu tespit edildi (Tablo 4.1.).

Tablo 4.1. Bireylerin demografik verilerinin karşılaştırılması.

	F Grubu (N=9)		E Grubu (N=9)		K Grubu (N=9)		p
	$\bar{X} \pm S$	$\bar{X}$ (min;maks)	$\bar{X} \pm S$	$\bar{X}$ (min;maks)	$\bar{X} \pm S$	$\bar{X}$ (min;maks)	
Yaş (yıl)	20,0±1,0	20 (20;21)	21,0±1,0	21 (20;21)	21,0±1,0	21 (20;22)	0,437 ^a
VKİ (kg.m ⁻²)	22,5±3,9	21,3 (18,5;30,0)	22,9±2,1	22,6 (19,7;25,8)	21,0±2,3	21,6 (17,1;24,7)	0,380 ^b

F: Fleksiyon, E: Ekstansiyon, K: Kontrol, $\bar{X} \pm S$: ortalama±standart sapma, $\bar{X}$: Ortanca, min:Minimum, maks: Maksimum, VKİ: Vücut Kütle İndeksi, a: Kruskal-Wallis Testi, b: Tek Yönlü ANOVA Testi.

4.2. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) Yöntemi ile Yapılan Değerlendirme Sonuçları

4.2.1. Bireylerin T₂ Relaksasyon Süresi Ölçümlerinin Sonuçları

Çalışmada öncelikle, bir görev sırasında kaslarda oluşan aktivasyon miktarları değerlendirildi. İlk olarak çalışma gruplarına eğitim verilmeden önce, üç grupta da bir görev sonrasında derin ve yüzeysel fleksör ile ekstansör kaslarda oluşan aktivasyonlar incelendi. Üç grupta da incelenen boyun kaslarında görev sonrasında aktivasyonlarda bir miktar değişimin olduğu, ancak yaptırılan yazı yazma görevi sonrasında kas aktivasyonlarında bu değişimlerin anlamlı olmadığı, ayrıca bu sonuçların da gruplar arasında benzer olduğu görüldü (p>0,05), (Tablo 4.2.).

Tablo 4.2. Bireylerin, çalışma başlangıcında yaptırılan görev sonrası servikal kaslardaki T₂ relaksasyon süresi değişimlerinin, gruplar arası ve grup içi karşılaştırılması.

T2 süresi (ms)			F (n=9)		E (n=9)		K (n=9)		p
			$\bar{X} \pm s$	$\bar{X}$ (min;maks)	$\bar{X} \pm s$	$\bar{X}$ (min;maks)	$\bar{X} \pm s$	$\bar{X}$ (min;maks)	
Multifidus	Sağ	GÖ	41,6±4,4	42,2 (34,2;47,5)	43,2±4,2	42,7 (36,4;50,0)	41,9±4,8	40,7 (36,3;51,2)	0,723 ^a
		GS	42,7±3,2	44,0 (36,8;47,3)	42,1±4,1	41,4 (36,5;50,3)	42,3±3,9	40,3 (39,3;49,5)	0,885 ^b
		p	0,389 ^c		0,110 ^c			0,678 ^d	
		GS-GÖ	1,1±3,7	-0,0 (-5,0;7,7)	-1,1±1,8	-0,8 (-3,9;1,8)	0,4±2,9	0,0 (-4,2;5,2)	0,270 ^a
	Sol	GÖ	44,6±4,6	45,3 (38,8;50,9)	45,8±3,6	44,8 (40,5;51,2)	44,1±5,3	42,5 (37,5;55,3)	0,711 ^a
		GS	45,8±4,0	44,7 (40,2;52,9)	45,5±3,9	46,5 (39,9;52,1)	45,0±4,4	44,2 (39,8;51,9)	0,928 ^a
		p	0,056 ^c		0,491 ^c		0,196 ^c		
		GS-GÖ	1,1±1,5	1,4 (-1,1;3,4)	-0,3±1,6	-0,5 (-2,4;2,9)	0,9±1,9	0,9 (-3,4;3,2)	0,144 ^a
Üst Trapez	Sağ	GÖ	44,9±9,7	46,1 (27,6;61,0)	46,2±9,4	41,7 (39,3;67,9)	40,2±10,9	39,0 (28,3;61,6)	0,380 ^b
		GS	48,9±10,1	47,4 (35,2;68,5)	46,2±8,8	44,5 (37,8;67,0)	43,1±12,6	40,8 (26,9;70,8)	0,360 ^b
		p	0,110 ^c			0,953 ^d	0,480 ^c		
		GS-GÖ	3,9±6,6	7,5 (-5,9;10,4)	0,0±3,1	0,4 (-5,2;4,9)	2,6±3,4	2,3 (-1,4;9,2)	0,158 ^c
	Sol	GÖ	50,6±7,8	51,6 (35,7;61,2)	54,2±7,1	51,3 (48,4;69,7)	47,7±7,0	47,0 (37,6;59,6)	0,260 ^b
		GS	53,1±8,3	49,7 (43,6;69,8)	54,4±7,3	52,8 (45,2;69,1)	50,2±8,7	47,2 (41,1;70,6)	0,396 ^b
		p	0,418 ^c			0,767 ^d		0,066 ^d	
		GS-GÖ	2,5±8,7	0,3 (-11,2;17,6)	0,2±3,1	0,4 (-5,1;3,8)	2,5±4,7	0,9 (-5,5;11,4)	0,453 ^c
Longus Kolli	Sağ	GÖ	24,9±2,3	24,8 (21,7;28,0)	25,6±2,4	26,0 (22,4;29,1)	24,1±2,0	24,0 (21,9;28,5)	0,392 ^a
		GS	25,0±2,1	25,4 (22,5;28,6)	25,3±2,7	25,6 (22,3;29,3)	24,3±1,5	24,3 (27,4;27,7)	0,613 ^a
		p	0,768 ^c		0,403 ^c		0,310 ^c		
		GS-GÖ	0,1±1,5	0,6 (-2,4;2,2)	-0,1±1,1	-0,4 (-1,2;2,4)	0,2±0,6	0,0 (-0,7;0,9)	0,779 ^a
	Sol	GÖ	26,1±2,5	26,0 (22,9;29,2)	25,9±2,2	25,4 (23,6;30,4)	26,0±2,5	25,4 (22,1;30,0)	0,985 ^a
		GS	26,4±3,4	27,6 (21,0;30,6)	25,5±2,0	26,1 (22,7;27,9)	26,3±2,7	26,1 (22,8;30,3)	0,745 ^a
		p	0,474 ^c		0,446 ^c		0,493 ^c		
		GS-GÖ	0,3±1,4	0,4 (-1,9;2,3)	-0,3±1,3	-0,6 (-2,9;1,5)	0,3±1,6	0,6 (-2,4;3,4)	0,479 ^a
Sternoklomidomastoid	Sağ	GÖ	24,7±5,3	25,8 (11,5;28,9)	25,9±1,3	25,6 (24,3;28,0)	25,7±2,2	25,7 (22,8;29,5)	0,927 ^b
		GS	26,6±2,3	25,3 (24,4;30,2)	25,7±1,5	26,0 (23,1;28,4)	26,0±2,3	26,3 (22,3;30,7)	0,838 ^b
		p		0,678 ^d	0,710 ^c		0,313 ^c		
		GS-GÖ	1,8±6,3	-0,5 (-3,6;17,0)	-0,1±1,2	0,3 (-2,6;1,2)	0,3±1,7	0,3 (-1,3;1,9)	0,834 ^b
	Sol	GÖ	30,4±3,8	29,7 (26,4;38,3)	31,4±2,9	31,1 (27,7;37,3)	31,2±2,2	31,2 (28,1;35,0)	0,743 ^a
		GS	32,8±4,3	33,1 (27,5;41,6)	32,7±2,8	32,4 (29,8;37,3)	32,0±3,6	32,0 (28,3;39,7)	0,896 ^a
		p	0,087 ^c		0,199 ^c		0,209 ^c		
		GS-GÖ	2,4±3,7	1,9 (-2,0;10,0)	1,2±2,6	0,4 (-3,2;4,7)	0,8±1,9	0,2 (-1,4;4,2)	0,491 ^a

GÖ: Görev Öncesi Ölçüm; GÖ: Görev Sonrası Ölçüm; ms: Milisaniye, F: Fleksiyon, E: Ekstansiyon, K: Kontrol, $\bar{X} \pm s$: ortalama±standart sapma, $\bar{X}$: Ortanca, min: Minimum, maks: Maksimum, ms: Milisaniye, .a: Tek Yönlü ANOVA Testi, b: Kruskal-Wallis Testi, c: Eşleştirilmiş T Testi; d: Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi, e: Welch testi.

Sekiz hafta süren çalışma sonrasında ise bu görev sırasında kaslarda oluşan aktivasyon miktarlarındaki artışların, diğer bir ifade ile T₂ şift değerlerinin (görev öncesi aktivasyon miktarı ile görev sonrası aktivasyon miktarı arasındaki farklılık), her üç grupta da değişip değişmedi incelendiğinde bazı farklılıkların olduğu belirlendi (Tablo 4.3.).

Gruplar arasında egzersiz programı öncesinde kasların T₂ şift değerlerinde anlamlı fark bulunmazken ($p>0,05$), egzersiz programı uygulanan çalışma gruplarının her ikisinde de derin fleksör ve ekstansör grup kaslarının T₂ şift değerlerinde anlamlı artış olduğu ($p<0,05$), bu artışların kontrol grubunda olmadığı saptandı ($p>0,05$). Bu değişimlerin çalışma grupları arasında, sadece sağ multifidus ve sol longus kolli kaslarında anlamlı farklılık oluşturduğu belirlendi. Sağ multifidustaki aktivasyon artışı ekstansiyon odaklı grupta daha fazla gözlenirken, sol longus kollideki çalışma sonrası aktivasyon miktarının fleksiyon odaklı grupta daha fazla olduğu görüldü ($p<0,05$). (Tablo 4.3.).

Çalışma sonunda çalışma gruplarındaki T₂ şift değerleri ve T₂ şift değerlerindeki değişimler ile kontrol grubundaki değerler de karşılaştırıldı. T₂ şift değerlerinde, kontrol ve ekstansiyon odaklı gruptaki bireyler arasında yalnızca sağ multifidus ve longus kolli kasında, kontrol ve fleksiyon odaklı gruptaki bireyler arasında ise bütün derin fleksör ve ekstansör kaslarda anlamlılık oluşturan bir farklılık olduğu belirlendi ($p<0,05$)(Tablo 4.3.).

Tablo 4.3. Bireylerin görev sonunda T₂ relaksasyon süresi değişimlerinin (T₂ shift) gruplar arası ve grup içi karşılaştırılması.

T ₂ Shift değerleri (ms)			F Grubu		E Grubu		K Grubu		p	p çoklu karşılaştırma		
			$\bar{X} \pm S$	$\bar{X}$ (min;maks)	$\bar{X} \pm S$	$\bar{X}$ (min;maks)	$\bar{X} \pm S$	$\bar{X}$ (min;maks)		F-K	E-K	F-E
Multifidus	Sağ	ÇÖ	1,1±3,7	-0,0 (-5,0;7,7)	-1,1±1,8	-0,8 (-3,9;1,8)	0,4±2,9	0,0 (-4,2;5,2)	0,270 ^a			
		ÇS	3,1±2,3	3,0 (0,3;8,6)	3,8±2,7	3,2 (0,2;4,9)	-0,0±2,3	0,1 (-2,9;4,8)	0,006^b	0,009^c	0,004^c	0,627 ^c
		p		0,038^d	<0,001^e		0,305 ^e					
		ÇS-ÇÖ	1,9±2,6	1,4 (-1,6;8,0)	4,9±1,5	5,5 (3,1;7,1)	-0,4±1,2	-0,4 (-3,1;1,3)	<0,001^a	0,032^f	<0,001^f	0,008^f
	Sol	ÇÖ	1,1±1,5	1,4 (-1,1;3,4)	-0,3±1,6	-0,5 (-2,4;2,9)	0,9±1,9	0,9 (-3,4;3,2)	0,144 ^a			
		ÇS	4,1±3,5	3,3 (-1,1;10,8)	3,8±2,8	3,9 (-0,3;8,5)	0,8±1,8	-0,5 (-2,7;3,1)	0,039^a	0,053^f	0,084 ^f	0,973 ^f
		p	0,030^e		0,002^e		0,837 ^e					
		ÇS-ÇÖ	3,0±3,4	2,3 (0,0;8,7)	4,2±2,8	4,4 (1,0;8,4)	-0,0±0,6	0,0 (-1,4;0,6)	0,001^b	0,008^c	<0,001^c	0,340 ^c
Üst Trapez	Sağ	ÇÖ	3,9±6,6	7,5 (-5,9;10,4)	0,0±3,1	0,4 (-5,2;4,9)	2,6±3,4	2,3 (-1,4;9,2)	0,158 ^g			
		ÇS	1,5±5,4	0,2 (-9,7;8,4)	0,8±1,1	1,1 (-0,9;2,7)	3,7±7,9	2,5 (-4,0;22,9)	0,821 ^b			
		p	0,186 ^e		0,442 ^e		0,767 ^d					
		ÇS-ÇÖ	-2,4±5,1	-2,8 (-8,7;8,1)	0,8±3,1	-0,0 (-3,4;6,6)	1,0±6,6	0,7 (-8,1;16,6)	0,097 ^b			
	Sol	ÇÖ	2,5±8,7	0,3 (-11,2;17,6)	0,2±3,1	0,4 (-5,1;3,8)	2,5±4,7	0,9 (-5,5;11,0)	0,453 ^g			
		ÇS	1,0±2,9	0,2 (-3,2;7,3)	-0,3±3,4	0,2 (-9,1;2,9)	2,4±3,4	2,7 (-4,5;7,5)	0,096 ^b			
		p	0,563 ^e			0,953 ^d	0,925 ^e					
		ÇS-ÇÖ	-1,4±7,3	-0,1 (-14,5;11,4)	-0,5±5,0	0,8 (-11,8;5,3)	-0,1±5,1	0,1 (-10,7;7,4)	0,893 ^a			
Longus Kolli	Sağ	ÇÖ	0,1±1,5	0,6 (-2,4;2,2)	-0,1±1,1	-0,4 (-1,2;2,4)	0,2±0,6	0,0 (-0,7;0,9)	0,779 ^a			
		ÇS	2,5±1,0	2,3 (1,5;4,8)	1,8±1,9	1,2 (-0,4;5,4)	-0,0±0,4	-0,0 (-0,9;0,5)	<0,001^g	<0,001^h	0,054 ^h	0,746 ^h
		p	0,013^e		0,028^e		0,051 ^e					
		ÇS-ÇÖ	2,4±2,2	2,2 (-0,5;6,5)	2,0±2,2	1,4 (-1,6;5,3)	-0,2±0,3	-0,2 (-0,8;0,3)	0,011^a	0,015^f	0,041^f	0,893 ^f
	Sol	ÇÖ	0,3±1,4	0,4 (-1,9;2,3)	-0,3±1,3	-0,6 (-2,9;1,5)	0,3±1,6	0,6 (-2,4;3,4)	0,479 ^a			
		ÇS	3,4±1,6	3,0 (1,9;7,3)	1,3±1,6	0,8 (-0,8;4,8)	0,6±1,4	0,4 (-1,0;3,2)	0,003^b	0,002^c	0,233 ^c	0,009^c
		p		0,008^d	0,021^e		0,669 ^e					
		ÇS-ÇÖ	3,0±1,7	2,6 (0,7;5,7)	1,7±1,8	1,4 (-0,3;4,4)	0,2±1,7	-0,1 (-2,2;4,2)	0,009^b	0,003^c	0,077 ^c	0,136 ^c
Sternokleidomastoid	Sağ	ÇÖ	1,8±6,3	-0,5 (-3,6;17,0)	-0,1±1,2	0,3 (-2,6;1,2)	0,3±1,0	0,3 (-1,3;1,9)	0,834 ^b			
		ÇS	0,0±1,1	0,1 (-1,5;2,4)	0,9±0,9	0,8 (-0,4;2,3)	0,6±0,7	0,9 (-0,4;1,8)	0,171 ^a			
		p		0,594 ^d	0,063 ^e		0,348 ^e					
		ÇS-ÇÖ	-1,8±5,4	0,1 (-14,6;2,2)	1,0±1,4	1,4 (-1,2;3,4)	0,2±0,7	0,0 (-0,7;1,4)	0,340 ^b			
	Sol	ÇÖ	2,4±3,7	1,9 (-2,0;10,0)	1,2±2,6	0,4 (-3,2;4,7)	0,8±1,9	0,2 (-1,4;4,2)	0,491 ^a			
		ÇS	0,6±0,9	0,5 (-0,2;2,7)	1,3±1,3	0,8 (-0,0;3,5)	1,6±1,8	1,1 (-0,0;4,8)	0,322 ^a			
		p	0,183 ^e		0,908 ^e		0,106 ^e					
		ÇS-ÇÖ	-1,7±3,6	-0,8 (-9,5;2,5)	0,0±1,8	-0,2 (-2,6;3,3)	0,8±1,3	0,0 (-0,7;3,1)	0,095 ^a			

F: Fleksiyon, E: Ekstansiyon, K: Kontrol, $\bar{X} \pm S$: ortalama±standart sapma, $\bar{X}$: Ortanca, min: Minimum, maks: Maksimum, ÇÖ: Çalışma Öncesi, ÇS: Çalışma Sonrası, ms: Milisaniye,

a: Tek Yönlü ANOVA Testi, b: Kruskal-Wallis Testi, c: Mann-Whitney U Testi; d: Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi, e: Eşleştirilmiş T Testi, f: Tukey Post-Hoc Testi g: Welch Testi, h: Tamhane Post-Hoc Testi.

4.2.2. Bireylerin Kas Enine Kesit Alanı Ölçümlerinin Sonuçları

Çalışma öncesi kasların enine kesit alanlarında gruplar arası anlamlı fark bulunmadığı, bu konuda da grupların homojen olduğu belirlendi ($p>0,05$), (Tablo 4.4.).

Çalışma sonrasında, egzersiz uygulayan her iki çalışma gruplarının bazı kaslarında kasların enine kesit alanlarında değişiklik olduğu ($p>0,05$), kontrol grubunda değişiklik olmadığı belirlendi ($p>0,05$). Fleksiyon odaklı egzersiz grubunda hem derin fleksör (longus kolli) hem de derin ekstansör (multifidus) kasların enine kesit alanında artış görülürken, ekstansiyon odaklı egzersiz yapan grupta ise yüzeysel fleksör kasların haricinde (sternoklomidomastoid) tüm kasların enine kesit alanlarında artış olduğu saptandı ($p<0,05$). Bu artışlar bu iki çalışma grupları arasında karşılaştırıldığında ise yalnızca üst trapez kasındaki artışın ekstansiyon odaklı grupta daha fazla olduğu belirlendi ($p<0,05$). Çalışma gruplarında diğer kaslardaki enine kesit alanı miktarları arasında farklılık görülmedi ($p>0,05$). Çalışma gruplarında görülen bu enine kesit miktarındaki değişiklikler kontrol grubu ile karşılaştırıldığında; tüm kaslarda kontrol grubuna göre daha fazla artış olduğu gözlenirken bu artışların, sadece sağ multifidus ile sağ longus kolli kaslarında her iki çalışma grubunda, sol longus kolli kasında da sadece fleksiyon odaklı egzersiz grubunda farklılık oluşturduğu bulundu ($p<0,05$), (Tablo 4.4.).

Tablo 4.4. Gruplar arası ve grup içi enine kesit alanı (CSA) ölçümlerinin karşılaştırılması.

cm ²			F Grubu		E Grubu		K Grubu		p	p çoklu karşılaştırma		
			$\bar{X} \pm S$	$\bar{X}$ (min;maks)	$\bar{X} \pm S$	$\bar{X}$ (min;maks)	$\bar{X} \pm S$	$\bar{X}$ (min;maks)		F-K	E-K	F-E
Multifidus	Sağ	ÇÖ	3,7±0,2	3,6 (3,4;4,2)	3,5±0,6	3,7 (2,7;4,6)	3,6±0,5	3,5 (2,9;4,7)	0,756 ^a			
		ÇS	4,0±0,4	3,8 (3,5;4,8)	3,8±0,6	3,9 (2,8;4,6)	3,5±0,5	3,4 (2,8;4,7)	0,217 ^a			
		p	0,042^b		0,015^b		0,350 ^b					
		ÇS-ÇÖ	0,2±0,3	0,1 (0,0;1,1)	0,3±0,3	0,1 (0,0;0,7)	-0,0±0,2	-0,0 (-0,5;0,2)	0,022^c	0,014^d	0,019^d	1,000 ^d
	Sol	ÇÖ	3,7±0,4	3,7 (3,0;4,5)	3,6±0,6	3,8 (2,6;4,6)	3,3±0,4	3,2 (2,6;4,4)	0,295 ^a			
		ÇS	3,9±0,3	3,8 (3,5;4,7)	3,9±0,5	3,8 (2,9;4,8)	3,5±0,4	3,3 (2,7;4,3)	0,084 ^a			
		p	0,023^b		0,021^b		0,103 ^b					
		ÇS-ÇÖ	0,2±0,2	0,2 (-0,0;0,6)	0,2±0,2	0,1 (-0,1;0,5)	0,1±0,1	0,1 (-0,1;0,4)	0,467 ^a			
Üst Trapez	Sağ	ÇÖ	1,3±0,3	1,3 (0,6;1,8)	1,1±0,3	1,1 (0,5;1,9)	1,0±0,2	1,0 (0,7;1,4)	0,254 ^a			
		ÇS	1,2±0,3	1,3 (0,7;1,6)	1,2±0,2	1,2 (0,8;1,8)	1,0±0,2	0,9 (0,7;1,4)	0,275 ^a			
		p	0,461 ^b		0,030^b		0,766 ^b					
		ÇS-ÇÖ	-0,0±0,0	0,0 (-0,1;0,1)	0,0±0,1	0,0 (-0,0;0,2)	0,0±0,2	0,0 (-0,3;0,3)	0,226 ^a			
	Sol	ÇÖ	1,1±0,4	0,9 (0,5;1,8)	1,0±0,2	1,0 (0,7;1,6)	0,9±0,2	0,8 (0,6;1,4)	0,505 ^a			
		ÇS	1,1±0,2	1,0 (0,7;1,5)	1,2±0,3	1,1 (0,8;1,9)	0,9±0,2	0,9 (0,6;1,4)	0,305 ^a			
		p	0,952 ^b		0,005^b		0,070 ^b					
		ÇS-ÇÖ	0,0±0,1	-0,0 (-0,2;0,2)	0,1±0,1	0,1 (0,0;0,4)	0,0±0,1	0,0 (-0,0;0,2)	0,033^a	0,563 ^e	0,211 ^e	0,027^e
Longus Kolli	Sağ	ÇÖ	1,2±0,1	1,2 (0,9;1,4)	1,1±0,2	1,0 (0,8;1,5)	1,0±0,1	1,0 (0,8;1,2)	0,225 ^a			
		ÇS	1,3±0,1	1,4 (1,2;1,4)	1,2±0,2	1,1 (0,8;1,5)	0,9±0,1	1,0 (0,6;1,2)	<0,001^a	<0,001^e	0,024^e	0,212 ^e
		p	0,003^b		0,014^b		0,184 ^b					
		ÇS-ÇÖ	0,1±0,1	0,2 (-0,0;0,3)	0,1±0,1	0,1 (0,0;0,3)	-0,0±0,1	-0,0 (-0,3;0,1)	0,001^a	0,001^e	0,016^e	0,450 ^e
	Sol	ÇÖ	1,0±0,2	1,0 (0,8;1,4)	1,0±0,2	0,9 (0,8;1,5)	0,9±0,2	0,9 (0,5;1,4)	0,407 ^a			
		ÇS	1,2±0,2	1,2 (0,8;1,6)	1,1±0,2	1,0 (0,8;1,6)	0,9±0,2	0,8 (0,6;1,2)	0,019^a	0,016^e	0,128 ^e	0,591 ^e
		p	0,010^b		0,026^b		0,440 ^b					
		ÇS-ÇÖ	0,1±0,1	0,1 (0,0;0,4)	0,0±0,1	0,0 (-0,0;0,2)	-0,0±0,0	-0,0 (-0,1;0,0)	0,006^a	0,005^e	0,114 ^e	0,328 ^e
Sternoklomiomastoid	Sağ	ÇÖ	5,4±0,9	5,2 (4,3;6,7)	5,4±0,9	5,8 (3,9;6,6)	4,8±1,2	4,8 (2,5;6,0)	0,328 ^a			
		ÇS	5,4±0,7	5,5 (4,2;6,4)	5,3±1,0	5,4 (3,6;6,6)	4,8±1,1	4,8 (2,4;6,2)	0,443 ^a			
		p	0,966 ^b		0,293 ^b		0,696 ^b					
		ÇS-ÇÖ	-0,0±0,6	-0,2 (-0,8;0,8)	-0,1±0,4	-0,2 (-1,0;0,3)	0,0±0,4	0,0 (-0,6;0,7)	0,633 ^a			
	Sol	ÇÖ	5,3±0,9	5,6 (4,0;6,8)	5,3±0,8	5,4 (3,9;6,2)	4,9±1,0	4,9 (3,1;6,9)	0,540 ^a			
		ÇS	5,2±0,8	5,4 (4,1;6,6)	5,3±0,8	5,4 (3,8;6,3)	4,9±1,0	5,0 (3,3;7,1)	0,605 ^a			
		p	0,429 ^b		0,681 ^b		0,584 ^b					
		ÇS-ÇÖ	-0,0±0,2	0,0 (-0,3;0,2)	0,0±0,2	0,0 (-0,4;0,6)	0,0±0,2	0,0 (-0,4;0,5)	0,630 ^a			

F: Fleksiyon, E: Ekstansiyon, K: Kontrol, $\bar{X} \pm S$: ortalama±standart sapma, $\bar{X}$: Ortanca, min: Minimum, maks: Maksimum, ÇÖ: Çalışma Öncesi, ÇS: Çalışma Sonrası, cm²: Santimetrekare, a: Tek Yönlü ANOVA Testi, b: Eşleştirilmiş T Testi, c: Kruskal-Wallis Testi, d: Mann-Whitney U Testi, e: Tukey Post-Hoc Testi.

4.3. Bireylerin Servikal Bölge Kas Kuvveti Değerlendirme Sonuçları

Bireylerin kas kuvvet değerlendirme sonuçları, çalışma öncesinde gruplar arasında istatistiksel fark göstermezken ($p>0,05$), çalışma sonunda anlamlı olarak fark bulundu ($p<0,05$). Bu farklılığı çalışma sonrası F grubunun kontrol grubundan anlamlı olarak daha fazla kuvvete sahip olmasının yarattığı saptandı ($p<0,05$). Egzersiz sonrasında F grubu ile E grubunun kas kuvvetleri arasında anlamlı fark görülmedi ($p>0,05$). F ve E gruplarının kas kuvvetlerinin egzersiz programı sonrasında anlamlı bir artış olduğu saptandı ($p<0,05$). Bir program uygulanmayan kontrol grubunda ise kas kuvvetlerinde bir değişiklik olmadı ($p>0,05$). Kas kuvvetindeki çalışma sonrasında meydana gelen artış miktarları gruplar arasında karşılaştırıldığında ise F ve E gruplarında artışların benzer olduğu, uygulanan egzersizler ile her iki grupta da benzer artış meydana geldiği belirlendi ($p>0,05$). Her iki çalışma grubundaki bu kas kuvvetindeki değişiklikler, kontrol grubundakilerle de tek tek karşılaştırıldığında, çalışma grupları ile kontrol grubu arasında kas kuvvet değişikliklerin farklı olduğu ($p<0,05$), çalışma gruplarında kas kuvvetlerinde artış olurken, kontrol grubunda artış olmadığı görüldü (Tablo 4.5.).

Tablo 4.5. Bireylerin servikal bölge kas kuvvetlerinin (N) gruplar arasında ve grup içi karşılaştırılması.

Kas Kuvveti (N)		F Grubu		E Grubu		K Grubu		p	p çoklu karşılaştırma		
		$\bar{X} \pm S$	$\bar{X}$ (min;maks)	$\bar{X} \pm S$	$\bar{X}$ (min;maks)	$\bar{X} \pm S$	$\bar{X}$ (min;maks)		F-K	E-K	F-E
Fleksör Kaslar	ÇÖ	65,8±12,2	64,5 (46,8;81,7)	64,4±11,3	67,1 (48,9;82,3)	68,1±15,7	66,2 (44,6;89,9)	0,836 ^a			
	ÇS	85,0±9,2	86,9 (71,7;98,0)	75,3±10,5	74,1 (63,4;94,6)	65,2±14,4	69,0 (45,2;83,7)	0,005^a	0,004^b	0,175 ^b	0,204 ^b
	p	0,001^c		0,029^c		0,179 ^c					
	ÇS-ÇÖ	19,1±10,3	16,8 (5,2;41,7)	10,9±12,3	14,8 (-6,4;30,0)	-2,9±5,9	-5,0 (-9,7;8,6)	<0,001^a	<0,001^b	0,018^b	0,209 ^b
Ekstansör Kaslar	ÇÖ	72,4±14,5	71,3 (55,9;100,6)	73,4±8,1	72,9 (63,5;89,8)	72,7±13,3	76,5 (53,1;89,6)	0,986 ^a			
	ÇS	99,5±19,2	94,9 (82,4;140,7)	91,1±23,6	83,8 (59,1;127,2)	70,7±17,3	75,1 (43,0;92,3)	0,017^a	0,016^b	0,103 ^b	0,656 ^b
	p	0,003^c		0,027^c		0,428 ^c					
	ÇS-ÇÖ	27,0±19,3	28,3 (1,3;62,2)	17,6±19,5	9,8 (-4,4;49,8)	-2,0±7,5	-2,1 (-12,7;11,5)	0,002^d	0,005^e	0,045^e	0,688 ^e

F: Fleksiyon, E: Ekstansiyon, K: Kontrol, $\bar{X} \pm S$: ortalama±standart sapma, $\bar{X}$: Ortanca, min: Minimum, maks: Maksimum, ÇÖ: Çalışma Öncesi, ÇS: Çalışma Sonrası, N: Newton.
a: Tek Yönlü ANOVA Testi, b: Tukey Post-Hoc Testi, c: Eşleştirilmiş T Testi, d: Welch Testi, e: Tamhane Post-Hoc Testi.

4.4. Bireylerin Endurans Değerlendirmelerinin Sonuçları

Bireylerin endurans değerlendirmelerinde çalışma öncesinde gruplar arasında fark bulunmazken ($p>0,05$), çalışma sonrasında kas enduranslarında gruplar arasında farkın anlamlı olduğu belirlendi ($p<0,05$). Çalışma süresince egzersiz programı uygulanan çalışma gruplarındaki bireylerin kas enduranslarında anlamlı bir artış gözlemlendi ($p<0,05$), ancak bu artışlar her egzersiz grubunda (F ve E grupları) da benzerdi ($p>0,05$). Hiçbir şey yapılmayan kontrol grubunda ise 8 haftalık süre sonunda enduranslarında da bir değişim görülmedi ($p>0,05$). Buna paralel olarak çalışma sonunda çalışma gruplarındaki bireylerin kas enduranslarının da kontrol grubundan daha fazla olduğu saptandı ($p>0,05$) (Tablo 4.6.).

Tablo 4.6. Bireylerin Kas Enduranslarının Gruplar Arasında ve Grup İçi Karşılaştırılması

Kas Enduransı (sn)		F Grubu		E Grubu		K Grubu		P	p çoklu karşılaştırma		
		$\bar{X} \pm S$	$\bar{X}$ (min;maks)	$\bar{X} \pm S$	$\bar{X}$ (min;maks)	$\bar{X} \pm S$	$\bar{X}$ (min;maks)		F-K	E-K	F-E
Fleksör kaslar	ÇÖ	32,0±10,3	29,5 (20,5;56,2)	25,6±6,8	26,1 (15,2;35,2)	27,4±6,5	26,6 (16,3;38,1)	0,484 ^a			
	ÇS	52,4±12,2	57,3 (22,2;60,0)	43,0±10,7	41,1 (28,6;60,0)	30,5±8,2	28,0 (21,1;47,2)	0,003^a	0,004^b	0,015^b	0,079 ^b
	p		0,011^c	<0,001^d			0,066 ^c				
	ÇS-ÇÖ	20,4±12,8	28,3 (-2,3;32,0)	17,4±8,8	19,7 (5,9;30,1)	3,1±3,9	4,0 (-1,7;9,1)	0,005^a	0,019^b	0,001^b	0,453 ^b
Ekstansör Kaslar	ÇÖ	145,9±50,2	129,8 (82,7;225,0)	145,5±53,8	128,6 (88,8;275,6)	115,1±37,2	111,4 (47,0;157,0)	0,466 ^a			
	ÇS	215,1±59,7	214,4 (139,4;343,4)	213,1±101,5	183,3 (142,9;477,4)	123,7±37,5	143,6 (55,0;159,5)	0,001^a	0,002^b	0,002^b	0,310 ^b
	p		0,008^c		0,008^c	0,134 ^d					
	ÇS-ÇÖ	69,1±40,4	61,3 (23,8;137,9)	67,5±57,7	50,0 (15,3;201,8)	8,5±15,4	7,9 (-12,4;44,8)	0,001^a	0,001^b	0,001^b	0,757 ^b

F: Fleksiyon, E: Ekstansiyon, K: Kontrol, $\bar{X} \pm S$: ortalama±standart sapma, $\bar{X}$: Ortanca, min: Minimum, maks: Maksimum, ÇÖ: Çalışma Öncesi, ÇS: Çalışma Sonrası, sn: Saniye, a: Kruskal-Wallis Testi, b: Mann-Whitney U Testi, c: Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi, d: Eşleştirilmiş T Testi.

4.5. Bireylerin Eklem Hareket Açıklığı Değerlendirme Sonuçları

Bireylerin EHA değerlendirmelerinde egzersiz programı öncesinde gruplar arasında farkın olmadığı grupların homojen olduğu belirlendi ($p>0,05$). Çalışma sonunda hem fleksiyon odaklı grupta hem ekstansiyon odaklı grupta grup içi egzersiz programı sonrasında EHA'da artışlar olduğu ve bu artışların fleksiyon odaklı grupta fleksiyon, ekstansiyon, sol rotasyon ve sağ lateral fleksiyon; ekstansiyon odaklı grupta ise ekstansiyon, sağ ve sol lateral fleksiyon hareketlerinde anlamlı olduğu tespit edildi ($p<0,05$). Hiç egzersiz programı uygulanmayan kontrol grubunda ise anlamlı değişim yoktu ($p>0,05$). Çalışma gruplarındaki egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası EHA'daki değişimler karşılaştırıldığında yalnızca ekstansiyon hareketinde fleksiyon odaklı gruptaki artışların ekstansiyon odaklı gruptakilere göre daha fazla olduğu ($p<0,05$), diğer hareketlerde çalışma gruplarındaki artışların farklı olmadığı saptandı ($p>0,05$). Çalışma gruplarındaki EHA değerlerindeki değişimler, kontrol grubundaki değişimler ile karşılaştırıldığında ise ekstansiyon, sağ rotasyon ve sağ lateral fleksiyon EHA'da fleksiyon ve ekstansiyon odaklı gruplardaki değişimlerin, sol lateral fleksiyon hareketinde yalnızca ekstansiyon odaklı gruptaki değişimlerin, sol rotasyon hareketinde ise fleksiyon odaklı gruptaki değişimlerin kontrol grubuna göre anlamlı olarak daha fazla olduğu belirlendi ($p<0,05$), (Tablo 4.7.).

Tablo 4.7. Bireylerin eklem hareket açıklığı (EHA) ölçümlerinin gruplar arasında ve grup içi karşılaştırılması.

EHA (derece)		F Grubu		E Grubu		K Grubu		p	p çoklu karşılaştırma		
		$\bar{X} \pm S$	$\tilde{X}$ (min; maks)	$\bar{X} \pm S$	$\tilde{X}$ (min; maks)	$\bar{X} \pm S$	$\tilde{X}$ (min; maks)		F-K	E-K	F-E
Fleksiyon	ÇÖ	51,0±7,0	50 (45;63)	57,0±6,0	57 (46;66)	53,0±9,0	55 (34;63)	0,288 ^a			
	ÇS	59,0±9,0	60 (47;72)	60,0±9,0	60 (50;77)	53,0±10,0	57 (35;64)	0,223 ^a			
	p	0,024^b		0,250 ^b		0,846 ^b					
	ÇS-ÇÖ	8,2±8,8	9 (-10;20)	3,6±8,8	6 (-11;15)	0,3±5,0	1 (-7;10)	0,119 ^a			
Ekstansiyon	ÇÖ	67,0±8,0	68 (54;76)	66,0±6,0	65 (55;74)	66,0±9,0	70 (50;80)	0,968 ^a			
	ÇS	74,0±6	76 (59;78)	73,0±9,0	74 (59;86)	63,0±10,0	67 (50;78)	0,035^c	0,018^d	0,037^d	0,929 ^d
	p		0,013^e	0,006^b		0,331 ^b					
	ÇS-ÇÖ	7,5±7,9	6 (-1;24)	7,4±6,0	6 (-1;16)	-2,6±7,7	-2 (-4;8)	0,008^a	0,017^f	0,018^f	0,999 ^f
Sağ Rotasyon	ÇÖ	69,0±4,0	70 (62;74)	69,0±6,0	68 (60;82)	63,0±9,0	64 (43;74)	0,089 ^a			
	ÇS	72,0±5,0	72 (60;78)	73,0±4,0	73 (66;78)	64,0±7,0	64 (52;72)	0,002^a	0,014^f	0,003^f	0,771 ^f
	p	0,308 ^b		0,108 ^b		0,567 ^b					
	ÇS-ÇÖ	2,5±7,0	6 (-12;10)	4,3±7,1	5 (-8;16)	1,0±5,0	1 (-6;9)	0,560 ^a			
Sol Rotasyon	ÇÖ	65,0±5,0	66 (56;74)	70,0±5,0	70 (62;78)	67,0±6,0	66 (59;78)	0,206 ^a			
	ÇS	72,0±5,0	70 (63;80)	72,0±4,0	72 (64;80)	66,0±6,0	66 (58;80)	0,084 ^a			
	p	0,006^b		0,256 ^b		0,893 ^b		0,110 ^c			
	ÇS-ÇÖ	6,8±5,5	7 (-4;13)	2,0±4,9	2 (-6;8)	-0,2±4,8	0 (-10;8)	0,020^a	0,018^f	0,630 ^f	0,125 ^f
Lateral Fleksiyon	Sağ	ÇÖ	40,0±5,0	40 (30;45)	42,0±3,0	45 (38;45)	39,0±3,0	40 (35;43)	0,241 ^c		
		ÇS	48,0±5,0	50 (40;55)	48,0±6,0	47 (41;55)	41,0±6,0	40 (35;53)	0,012^c	0,014^d	0,008^d
		p	0,010^b			0,017^e		0,865 ^e			
		ÇS-ÇÖ	7,6±6,8	10 (-5;15)	5,8±5,6	5 (-4;16)	1,4±6,7	-1 (-3;18)	0,110 ^c		
	Sol	ÇÖ	40,0±7,0	40 (26;48)	42,0±5,0	45 (30;45)	37,0±5,0	36 (32;44)	0,070 ^c		
		ÇS	46,0±10,0	48 (30;58)	50,0±4,0	49 (41;55)	38,0±4,0	39 (32;42)	<0,001^g	0,133 ^h	<0,001^h
		p	0,106 ^b			0,021^e	0,386 ^b				
		ÇS-ÇÖ	5,8±9,7	4 (-13;18)	7,3±6,8	6 (-4;19)	0,6±2,1	1 (-3;4)	0,032^g	0,388 ^h	0,058^h

F: Fleksiyon, E: Ekstansiyon, K: Kontrol, $\bar{X} \pm S$: ortalama±standart sapma, $\tilde{X}$: Ortanca, min: Minimum, maks: Maksimum, ÇÖ: Çalışma Öncesi, ÇS: Çalışma Sonrası, a: Tek Yönlü ANOVA Testi, b: Eşleştirilmiş T Testi, c: Kruskal-Wallis Testi, d: Mann-Whitney U Testi, e: Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi, f: Tukey Post-Hoc Testi, g: Welch Testi, h: Tamhane Post-Hoc Testi.

4.6. Bireylerin Postüral Düzgünlük Değerlendirmelerinin Sonuçları

a. Cobb Açısı ile Lordozun Değerlendirilmesi

Bireylerin *Cobb* açısı ölçümlerinde çalışma öncesinde ve çalışma sonrasında gruplar arasında anlamlı fark bulunmadı ($p>0,05$). Grup içi değerlendirmelerde ise egzersiz programlarından sonra klinik olarak fleksiyon odaklı ve ekstansiyon odaklı gruplarda azalmalar olduğu, kontrol grubunun değişmediği görülse de bu sonuçlar anlamlılık göstermedi ($p>0,05$) (Tablo 4.8.)

b. Başın Önde Duruşunun Değerlendirilmesi

Bireylerin başın önde duruşunun değerlendirilmesinde elde edilen sonuçlarda, çalışma öncesinde ve çalışma sonrasında gruplar arasında anlamlı fark bulunmadı ($p>0,05$). Grup içi değerlendirmelerde de *Cobb* açısı değerlendirmelerinde olduğu gibi egzersiz programlarından sonra yalnızca klinik olarak, fleksiyon odaklı ve ekstansiyon odaklı gruplarda azalmalar olduğu, kontrol grubunun değişmediği görülse de bu sonuçlar anlamlılık göstermedi ($p>0,05$) (Tablo 4.8.).

c. New York Postür Analizi Sonuçları

Bireylerin NY Postür Analizi sonuçlarında da çalışma öncesinde ve sonrasında gruplar arasında anlamlı fark görülmedi ($p>0,05$). Grup içi değerlendirmelerde ise çalışma sonrasında, egzersiz gruplarında istatistiksel olarak anlamlı bir düzelme görüldü ($p<0,05$), ancak bu düzelme gruplar arasında farklılık göstermedi ($p>0,05$). Kontrol grubunun postürlerinde ise değişiklik görülmedi. Bu sonuçlara paralel olarak, çalışma öncesi ve sonrası NY Postür Analizi sonuçlarının farkları karşılaştırıldığında, hem fleksiyon odaklı hem de ekstansiyon odaklı gruptaki değişimlerin kontrol grubuna göre anlamlı olarak daha fazla olduğu belirlendi ($p<0,05$) (Tablo 4.8.).

Tablo 4.8. Gruplar arası ve grup içi postürel düzgünlük ölçümlerinin karşılaştırılması.

		F Grubu		E Grubu		K Grubu		P	p çoklu karşılaştırma		
		$\bar{X} \pm S$	$\bar{X}$ (min;maks)	$\bar{X} \pm S$	$\bar{X}$ (min;maks)	$\bar{X} \pm S$	$\bar{X}$ (min;maks)		F-K	E-K	F-E
Cobb Açısı (derece)	ÇÖ	7,7±4,0	6,9 (3,0;14,0)	6,9±4,5	5,0 (4,0;16,0)	8,5±3,9	8,4 (5,0;16,0)	0,072 ^a			
	ÇS	7,0±5,4	5,7 (1,0;18,0)	4,9±2,3	4,7 (2,0;9,0)	8,3±4,8	9,4 (4,0;16,0)	0,077 ^a			
	P	0,562 ^b			0,260 ^c	0,790 ^b					
	ÇS-ÇÖ	-0,6±3,3	-1,0 (-6,1;4,0)	-1,9±4,6	-1,8 (-10,8;4,0)	-0,2±2,6	0,0 (-2,9;2,5)	0,591 ^d			
Başın önde duruşu (cm)	ÇÖ	9,8±5,9	8,8 (2,0;20,5)	7,1±4,5	5,2 (1,3;15,1)	8,1±3,5	8,4 (2,4;13,1)	0,506 ^d			
	ÇS	6,9±4,2	7,1 (0,7;13,2)	4,8±2,2	4,2 (1,6;9,3)	8,7±3,2	9,8 (3,0;12,6)	0,065 ^d			
	P	0,098 ^b		0,081 ^b		0,312 ^b					
	ÇS-ÇÖ	-2,8±4,5	-4,4 (-8,9;4,2)	-2,3±3,5	-3,1 (-6,3;3,5)	0,5±1,6	0,3 (-1,7;2,7)	0,097 ^d			
New York Postür Analizi	ÇÖ	59±2	59 (55;63)	57±2	57 (53;59)	59±3	59 (53;63)	0,161 ^a			
	ÇS	62±2	61 (58;65)	60±3	61 (53;63)	59±3	60 (53;63)	0,273 ^a			
	P	<0,001 ^b			0,017 ^c	0,230 ^b					
	ÇS-ÇÖ	2,1±1,0	2 (0;4)	3,1±2,3	4 (0;6)	0,7±0,8	1 (0;2)	0,024 ^a	0,010 ^e	0,040 ^e	0,257 ^e

F: Fleksiyon, E: Ekstansiyon, K: Kontrol, $\bar{X} \pm S$: ortalama±standart sapma, $\bar{X}$: Ortanca, min: Minimum, maks: Maksimum, ÇÖ: Çalışma Öncesi, ÇS: Çalışma Sonrası, cm: Santimetre, a: Kruskal-Wallis Testi, b: Eşleştirilmiş T Testi Kruskal-Wallis Testi, c: Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi, d: Tek Yönlü ANOVA Testi, e: Mann-Whitney U Testi.

5. TARTIŞMA

Sağlıklı bireylere uygulanan farklı servikal spinal stabilizasyon egzersizlerinin, boyun kaslarında oluşturduğu morfolojik değişiklikleri incelemek amacıyla yapılan bu çalışmada; bireyler üç gruba ayrılıp bir çalışma grubuna fleksiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersizleri, diğer çalışma grubuna ekstansiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersizleri, 8 hafta boyunca haftada 2 kez uygulandı. Üçüncü grup olan kontrol grubuna ise müdahalede bulunulmadı. Her iki çalışma grubunda da çalışma sonrasında; servikal kasların aktivasyonlarında, derin fleksör ve ekstansör kasların enine kesit alanlarında, servikal bölge kas kuvvetlerinde ve enduranslarında, bazı normal EHA'larında ve NY Postür Analizi değerlendirmelerinde gelişmeler görüldü. Bununla birlikte üst trapez kasının enine kesit alanında sadece ekstansiyon odaklı grupta artış olduğu, bazı normal EHA ölçümlerinde de çalışma grupları arasında farklılıklar olduğu belirlendi. Çalışma sonrasında kontrol grubunda ise ölçümlerin hiçbirinde gelişme görülmedi.

Bireylerin Sosyodemografik Özellikleri

Çalışmaya yaşları 20 ile 22 arasında değişen ve yaş ortalamaları birbirleriyle benzer, sağ eli dominant olan, vücut kütle indekslerinin (VKİ) de farklı olmadığı toplam 27 sağlıklı, üniversite öğrencisi, erkek birey dahil edildi. Böylece tüm katılımcılar arasında bir homejenlik sağlandı ve gruplar arasında yaşa, cinsiyete ve VKİ'deki değişikliklere bağlı oluşabilecek servikal kaslardaki morfolojik farklılıklar engellenmeye çalışıldı. Bununla birlikte bütün bireylerin dominant ekstremitelerin sağ taraf olması ile de tüm gruplara aynı pozisyonda yazı yazma görevi verilerek, bireylerde benzer kas aktivasyonlarının oluşması sağladı.

Servikal Bölge Kas Aktivitelerindeki Değişiklikler

Çalışmamızda, kasların aktivitelerindeki değişiklikleri incelemek için; kas dokusunda oluşan metabolik değişimleri (sıvı değişimleri) belirleyerek kas aktivitelerini dolaylı olarak ölçen, T₂ relaksasyon süresi ölçüm yöntemi kullanıldı. Bu ölçümlerde belirlenen görev öncesi ve görev sonrası kasların T₂ relaksasyon süresi değişimleri, başka bir ifade ile T₂ şift değerleri karşılaştırıldı.

Bu değerlendirmelere göre çalışma öncesinde her iki egzersiz grubu ve kontrol grubu arasında görev sonrasında tüm kasların T_2 relaksasyon sürelerinde değişim gözlenmezken; çalışma sonrasında egzersiz yapan çalışma gruplarında, derin grup kaslar olan multifidus ve longus kolli kaslarının T_2 relaksasyon sürelerinde artışların olduğu, egzersiz yapmayan kontrol grubunda ise değişikliğin olmadığı görüldü. Çalışma sonrası artış gösteren T_2 shift değerleri ile T_2 shift değerlerinin farkları karşılaştırıldığında ise sağ multifidus kasında, ekstansiyon odaklı egzersiz grubunda fleksiyon odaklı egzersiz grubuna oranla istatistiksel olarak daha fazla artış olduğu, kastaki aktivasyonun daha fazla olduğu, solda ise yine artışın olduğu ancak bu artışın anlamlılık oluşturmadığı saptandı. Böylece ekstansiyon odaklı egzersizlerin derin ekstansörlerde daha fazla aktivasyon meydana getirdiği belirlendi. Benzer olarak derin fleksör kas olan longus kolli kaslarında da her iki egzersiz grubunda farklı artışların olduğu, fleksiyon odaklı egzersiz grubunda da sol longus kolli kasındaki çalışma sonrası shift değerinin, başka bir değişle kas aktivitesinin, ekstansiyon odaklı egzersiz yapan gruba göre daha fazla olduğu saptandı.

Yüzeyel fleksör ve ekstansör kasların T_2 relaksasyon süresi ölçümlerinde ise tüm gruplarda istatistiksel açıdan anlamlı olmasa da T_2 relaksasyon süreleri ile ölçülen aktivitelerde, fleksiyon odaklı egzersiz yapan grupta yüzeyel fleksör ve ekstansör kaslarda, ekstansiyon odaklı egzersiz yapan grupta ise yüzeyel ekstansör kaslarda azalma olduğu belirlendi. Çalışmadan elde edilen bu sonuçlar; her iki egzersiz programı uygulamasının da görev sırasında derin kasların aktivitelerini artırma yönünde etkili olduğunu ve bu sayede yüzeyel kasların aktivitelerinde oluşabilecek artışların engellenmiş olabileceğini düşündürdü. Derin fleksör ve ekstansör kasların stabilizer özellikleri düşünüldüğünde, aktiviteler sırasında kas dengesizliklerine bağlı olarak oluşabilecek servikal bölge stabilizasyon yetersizlikler ile servikal bölge problemleri ve yaralanmalarının önlenmesi için bu egzersiz programlarının etkili olduğu kararlaştırıldı.

Ayrıca çalışmamızda bir dikkat çeken durum da istatistiksel olarak anlamlı olmasa da ekstansiyon odaklı grubun egzersiz programı öncesi, yazı yazma görevi sırasında özellikle derin servikal kaslarının aktivitelerinde azalma olması ve sekiz haftalık egzersiz sonrası bu görev sırasında bu kaslarda aktivitelerde artış görülmesiydi. Bu sonuç, bu egzersizlerin böyle bir aktivitede derin kasların aktiviteye

katılmasının sağlamasının, yüzeyel kaslardaki iş yükünün azaltılması açısından önemli olduğunu düşündürdü.

Çalışma sonrasında tüm kasların aktivasyonlarındaki değişiklikler, aynı zamanda hem fleksiyon odaklı hem de ekstansiyon odaklı stabilizasyon egzersizlerinin, biraz farklılık gösterse de fleksör ve ekstansör derin kasların hepsi üzerinde etkili olduğunu, hasta bireylerde de sahip olunan patolojiye uygun olarak ve bireylerin pozisyonel yönelimleri de göz önünde bulundurularak, her iki egzersiz yönteminin de tedavide kullanılabileceğini gösterdi.

Literatürde, servikal bölge problemleri sonrasında kaslarda oluşan T₂ relaksasyon süreleri ile gösterilen aktivite değişiklikleri ile ilgili çalışmaların ve servikal bölge problemlerinin tedavisinin, daha çok servikal fleksör kaslar üzerine yoğunlaştığı görülse de (18, 203), bazı çalışmalarda bizim çalışmamıza paralel olarak; multifidus ve semispinalis servisis kaslarının faset kapsüllerine yapışıyor olmasının, hem stabilizasyon için hem de servikal bölge problemleri sonrasında oluşan ağrı için önemli bir etken olduğu belirtilmekte, servikal bölge problemlerinin tedavisinde servikal derin ekstansör kasların da servikal derin fleksör kaslar ile eşit öneme sahip olduğu vurgulanmaktadır (48, 204).

Ghaderi ve ark. tarafından 2016 yılında yapılan bir çalışmada, 40 nonspesifik kronik boyun ağrılı hasta rastgele 2 gruba ayrılmış, 10 hafta süresince haftada 3 kez olacak şekilde, bir gruba stabilizasyon egzersizleri, diğer gruba da elektroterapi ve kuvvetlendirme eğitiminden oluşan rutin bir uygulama yapılmıştır. Çalışma sonunda her iki grupta da ağrıda iyileşme görülürken, sadece stabilizasyon grubunda sternokloidomastoid ve anterior skalen kasların EMG aktivitelerinde azalma, boyun derin fleksör kas enduransında da artma görülmüştür (205). Falla ve ark. tarafından 2012 yılında yapılan benzer çalışmada da; 14 kronik boyun ağrılı hastaya 6 hafta boyunca kraniyoservikal fleksiyon egzersizleri uygulanmış, 6 hafta sonrasında bireylerin kraniyoservikal fleksiyon testi sırasında derin servikal fleksör kaslarının nazofarengeal yöntem kullanılarak değerlendirilen EMG aktivitelerinin anlamlı olarak arttığı, hatta başlangıçta en düşük EMG amplitüdüne sahip olan hastaların en iyi gelişme gösterdiği bildirilmiştir (203). Çalışmamızda derin servikal fleksör kaslarda elde ettiğimiz bulgular da literatürdeki bu sonuçlar ile benzerdir.

Literatürde boyun ekstansör kaslarına yönelik çalışmalar da bulunmaktadır. Schomacher ve ark. 2012 yılında; 10 kronik boyun ağrılı kadında yaptıkları çalışmalarında semispinalis servisis kasını izole olarak aktif edebilmek için en uygun egzersizi bulmayı amaçlamışlardır. Çalışma kapsamında farklı seviyelerden uygulanan dirençlere karşı yaptırılan izometrik ekstansiyon egzersizleri sırasında, intramuskular elektrotlar ile semispinalis servisis ve splenius kapitis kaslarının EMG aktivasyonları incelenmiştir. Direnç, sandalyede oturma pozisyonunda, ilk olarak oksiput seviyesinden, daha sonra C₂ vertebra seviyesinden, en son olarak da C₅ vertebra seviyesinden verilmiştir. Bu dirençler sırasında semispinalis servisis ve splenius kapitis kaslarının EMG aktivasyonlarının oranları incelendiğinde, derin semispinalis servisisin en aktif olduğu, yüzeysel splenius kapitisin ise en az aktiviteye sahip olduğu direnç seviyesinin C₂ vertebra seviyesi olduğu bulunmuştur. Bu nedenle boyun problemlerinin önlenmesi ve tedavisi için derin ekstansör kasları izole olarak aktif hale getirmenin en iyi yolunun, C₂ vertebra seviyesinden yapılacak izometrik ekstansiyon egzersizi olabileceği düşünülmüştür (206).

Schomacher ve ark. tarafından 2015 yılında intramuskular EMG yöntemi kullanılarak yapılan bir diğer çalışmada ise; ön kollar üzerindeki pozisyonda, servikal bölgeye uygulanan dirence karşı yapılan ekstansiyon egzersizlerinin semispinalis servisis / splenius kapitis aktivite oranlarının en yüksek olduğu egzersizler olduğu bulunmuştur (207).

Elliott ve ark. tarafından 2010 yılında sağlıklı bireylerde yapılan bir çalışmada da farklı servikal ekstansiyon egzersizleri sırasında, servikal derin ve yüzeysel ekstansör kasların aktiviteleri T₂ relaksasyon süresi ölçümleri kullanılarak incelenmiş, kraniyoservikal ekstansiyon pozisyonunda ya da nötral pozisyonda uygulanan servikal ekstansiyon egzersizlerin, multifidus ve semispinalis servisis aktivitesi üzerinde etkili olmazken, daha yüzeysel ekstansör kasların aktivitelerini artırdığı gösterilmiştir (208). Anatomik etki mekanizmaları ve uygulama metodları düşünüldüğünde çalışmamızda uygulanan ekstansiyon odaklı servikal stabilizasyon egzersizlerinin de Schomacher ve Elliott tarafından yapılan çalışmalardakine benzer olduğu, çalışmamızda bulduğumuz derin servikal ekstansör kasların aktivitesindeki artış ve yüzeysel servikal ekstansör kasların aktivitelerindeki düşüş eğilimlerinin de bu çalışmalar ile benzer olduğu saptanmıştır. Çalışmamızı literatürdeki bu çalışmalardan ayıran en önemli özellik ise

ekstansiyon odaklı servikal stabilizasyon egzersiz programlarının aynı zamanda servikal derin fleksör kaslar üzerinde de etkili olduğunu göstermesidir.

Servikal spinal stabilizasyon egzersizleri motor öğrenme prensibine dayanarak, farklı pozisyonlarda ve artan yüklenmeler ile uygulanan bir egzersiz yöntemidir. Programın başında düşük yoğunluklu kraniyoservikal stabilizasyon egzersizleri, bireylerin pozisyonel yönelimlerine uygun pozisyonlarda uygulanırken, ilerleyen dönemlerde kraniyoservikal fleksiyon egzersizlerine ekstremiteler yüklenmeleri ve farklı pozisyonlar ile yer çekimi yüklenmeleri eklenmektedir. Bu nedenle servikal spinal stabilizasyon egzersiz programlarının, yüksek yoğunluklu endurans ve kuvvetlendirme egzersizlerine göre ve sadece kraniyoservikal fleksiyon egzersizine ya da ekstansör kaslara direnç uygulamalarına göre, çok daha etkili olduğu düşünülmektedir.

Falla ve ark. tarafından 2008 yılında yapılan çalışmada 58 kronik boyun ağrılı kadın hasta rastgele olarak 2 gruba ayrılmış ve bir gruba 6 hafta boyunca yüksek yoğunluklu kuvvetlendirme ve endurans eğitimi, diğer gruba ise düşük yoğunluklu KSF eğitimi verilmiştir. KSF eğitimi motor öğrenme prensiplerine uygun, ilerleyici bir program olarak değil sadece KSF egzersizi olarak uygulanmıştır. Temel değerlendirme olarak ise sternoklomidomastoid kasının, bir üst ekstremiteler görevi sırasındaki EMG aktivitesi incelenmiştir. Altı haftalık eğitim sonrasında hem kraniyoservikal fleksiyon egzersizlerinin uygulandığı grupta hem de diğer grupta ağrı da azalmalar görülmüştür. Altı haftanın sonunda üst ekstremiteler görevi sırasında sternoklomidomastoid kasında oluşan aktivitenin değerlendirilmesinde ise her iki grupta da azalma olmadığı bulunmuştur. Sonuç olarak kraniyoservikal fleksiyon egzersizi uygulamaları bireylerin ağrısını azaltsa da görev sırasında sternoklomidomastoid kasının artmış aktivitesini azaltma konusunda etkili olamamıştır. Bu durumun kraniyoservikal fleksiyon egzersizinin motor öğrenme prensiplerine uygun olarak, bir servikal stabilizasyon egzersiz programı oluşturulmadan, farklı postür ve görevlere taşınmadan uygulanmasından kaynaklandığı düşünülmüştür (209).

Jull ve ark. tarafından 2009 yılında yapılan bir çalışmada da kronik boyun ağrılı hastalarda haftada bir kere klinikte fizyoterapist gözetiminde, iki kere de ev programı olarak 6 hafta boyunca uygulanan KSF egzersizlerinin, ağırlığa karşı başı kaldırma şeklinde uygulanan kuvvetlendirme eğitimine göre etkilerinin karşılaştırılması

amaçlanmıştır. KSF egzersizi uygulanan grupta, hem kraniyoservikal fleksiyon testi sırasında hem de omuz fleksiyon ve ekstansiyonu görevleri sırasında, derin servikal fleksör kasların EMG aktivitelerinin arttığı, yüzeysel servikal fleksör kasların aktivitelerinin ise azaldığı görülmüştür. Kuvvetlendirme eğitimi uygulanan grupta ise bu değişikliklerin görülmediği bulunmuştur. Görev sırasında, deltoid kası aktivitesi öncesinde derin servikal fleksör kasların aktifleşme süreleri incelendiğinde, kraniyoservikal fleksiyon grubundaki bireylerin kuvvetlendirme grubundaki bireylere göre derin kaslarını daha erken aktifleştirdikleri görülse de her iki gruptaki bireylerin sağlıklı bireylere oranla, deltoid aktivitesi öncesinde, derin kaslarını çok geç aktif hale getirebildikleri bulunmuştur. Bu çalışma sonunda da KSF egzersizlerinin motor öğrenme prensiplerine uygun bir program olarak oluşturulmadan uygulanmasının ve görev sırasında derin kasları aktif hale getirmek için KSF egzersizinin kendi başına uygulanmasının yeterli olmadığı, servikal spinal stabilizasyon programı şeklinde uygulanmasının gerektiği belirtilmiştir (18). Bu sonuçlara benzer olarak, çalışmamızda her iki egzersiz grubunda farklı pozisyon ve yüklemelerde uygulanan stabilizasyon egzersizlerinin; bilgisayarda yazı yazma görevi sırasında servikal derin fleksör ve ekstansör kasların aktivitelerini artırdığı ve yüzeysel kasların aktivitelerini baskılanmasını sağladığı söylenebilir.

Cagnie ve ark. da farklı servikal fleksiyon egzersizlerinin, servikal kasların T₂ relaksasyon süreleri üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, servikal fleksiyon, kraniyoservikal fleksiyon ve servikal fleksiyon ile kraniyoservikal fleksiyonunun birlikte uygulanmasının etkilerini araştırmışlardır. Çalışmaları sonucunda; servikal fleksiyon ve kraniyoservikal fleksiyonunun birlikte uygulanmasının, bütün kaslarda büyük bir T₂ relaksasyon süresi artışı oluşturduğunu, kraniyoservikal fleksiyon egzersizlerinin sadece derin kasların üzerinde T₂ relaksasyon süresi artışı oluşturduğunu, servikal fleksiyon egzersizlerinin ise sternoklomidomastoid kası üzerinde büyük bir T₂ relaksasyon süresi artışı oluşturduğunu göstermişlerdir (164).

Sternoklomidomastoid ve anterior skalen kaslarının servikal fleksiyonun %85'lere varan kısmını oluşturduğu ve derin fleksör kasların ancak geri kalan servikal fleksiyonu sağladığı düşünüldüğünde, yüksek yoğunluklu kuvvetlendirme eğitimlerinin daha çok yüzeysel kaslar üzerinde etkili olacağı ifade edilmektedir (18). Bu nedenle çalışmamızda stabilizasyon egzersiz programlarının düşük yoğunluklu

egzersizlerden oluşması ile hem derin fleksör kaslar için hem de derin ekstansör kaslar için spesifik egzersizlerin oluşması sağlanmıştır.

Falla ve ark. tarafından 2013 yılında yapılan bir diğer çalışmada; 8 hafta boyunca kronik boyun ağrılı hastalara stabilizasyon egzersizleri uygulanmış, akupunktur ve fizyoterapi uygulamaları alan kontrol grubu ile sternokloidomastoid ve splenius kapitis kaslarının EMG aktiviteleri karşılaştırılmıştır. Stabilizasyon egzersiz programının ilk 6 haftasında düşük yoğunluklu kraniyoservikal stabilizasyon egzersizleri ve ön kollar üzerinde ekstansör kaslara yönelik egzersizler uygulanmış, son iki haftasında ise egzersizlerin yüklemeleri artırılmıştır. Program sonunda hem sternokloidomastoid kasının hem de splenius kapitis kasının aktivitelerinde azalma olduğu görülmüştür (210). Bu çalışma fleksör ve ekstansör kaslara birlikte odaklanan servikal stabilizasyon egzersiz programlarının, her iki grup yüzeysel kasların aktivitelerini azalttığını göstermiştir.

Bu çalışmalarda hastaların patolojileri sonrasında oluşan fleksiyon veya ekstansiyon pozisyonuna yönelimleri değerlendirilmemiştir. Birçok hasta sahip oldukları patoloji nedeniyle fleksiyon veya ekstansiyon postürüne yönelmekte ve fleksiyon ya da ekstansiyon hareketlerini ağrılarından dolayı yapamamaktadır. Çalışmamızda bu pozisyonel yönelimler göz önüne alınarak, derin fleksör ve ekstansör kasları ayrı ayrı çalıştırmayı hedefleyen iki farklı servikal stabilizasyon egzersizlerinin etkileri araştırıldı. Her iki egzersiz programının da hem fleksör hem de ekstansör derin kaslar üzerinde etkili olması, Falla'nın yukarıdaki çalışmasında elde ettiği sonuç ile benzerlik göstermiştir. Bu nedenle fleksiyon ya da ekstansiyon odaklı egzersizlerinin seçilmesinin, her iki egzersiz grubunun da birlikte uygulanması ile kasların aktiviteleri üzerinde benzer etkileri oluşturduğu söylenebilir.

Servikal Bölge Kaslarının Anatomik Enine Kesit Alanı Değişimleri

Çalışmamızda, çalışma öncesinde ve sonrasında, incelenen bütün servikal kasların anatomik enine kesit alanları, MR görüntülerinden kas kütlesi dışındaki yapılar (özellikle yağ dokusu) ayırt edilerek ölçüldü. Ölçümler sonrasında fleksiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersizleri uygulanan grupta bilateral olarak multifidus ve longus kolli kaslarında, ekstansiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersizleri uygulanan grupta ise yine bilateral olarak multifidus, longus kolli ve üst

trapez kaslarında anatomik enine kesit alanı artışları görüldü. Kontrol grubunda ise hiçbir kasta artış görülmedi. Bu sonuçlarımız, her iki servikal spinal stabilizasyon egzersiz programının da derin kasların aktivitesini artırarak enine kesit alanlarında artış oluşturduğunu gösterdi. Bunun yanı sıra, ekstansiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon grubunda üst trapez kasında olan artış, bu egzersiz programı sırasında yüzeysel ekstansör kasların da aktif olarak kullanılmış olduğunu gösterdi. Ancak görev öncesi ve sonrası T₂ relaksasyon sürelerinin egzersiz programı öncesinde ve sonrasında incelenmesinde artışın sadece derin ekstansör kaslarda görülmesi, üst trapez kasında istatistiksel anlamlı artışın olmaması, egzersiz programlarının sadece bir bölümünde trapezin aktif olarak kullanılmış olabileceğini ve programın genelinin daha çok derin ekstansör kaslar üzerinde etkin olduğunu düşündürdü.

Literatür incelendiğinde de anatomik enine kesit alanı değişikliklerinin servikal problemlerde sıklıkla görüldüğü ve özellikle derin kasların anatomik enine kesit alanlarının azaldığı fark edilmektedir (91-94). Bu nedenle bu kasların anatomik enine kesit alanlarının artırılabilmesi, hem servikal bölge problemlerinin önlenmesinde hem de tedavisinde önemli bir yer tutmaktadır. Hides (114), bel ağrısı olan hastalarda yaptığı bir çalışmada, lumbal multifidus kasında meydana gelen enine kesit alanı azalmasının, tedavi sonrasında ağrının azalmasını takiben kendiliğinden iyileşemediğini ve bu iyileşmenin sağlanabilmesi için rehabilitasyon programına ihtiyaç olduğunu göstermiştir. Çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlar da fleksiyon odaklı ve ekstansiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersiz programlarının, hem fleksör hem de ekstansör derin servikal kasların anatomik enine kesit alanını artırmada etkili olduklarını gösterdi. Bu nedenle her iki egzersiz programı da servikal bölge patolojilerinin önlenmesinde ve tedavisinde servikal bölge patolojisi olan bireylerin fleksiyon veya ekstansiyon pozisyonlarına yönelimlerine uygun olarak kullanılabilir. Ancak ekstansiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersizlerinin üst trapez kasının anatomik enine kesit alanını artırmış olması, servikal yüzeysel ekstansör kaslarında ağrı olan kişilerde bu egzersiz programlarının ağrının ortadan kalkmasına kadar uygulanmaması gerektiğini de düşündürülebilir.

Literatürde servikal bölge problemleri sonrasında servikal kaslarda oluşan anatomik enine kesit alanı değişikliklerini gösteren birçok çalışma olmasına rağmen, tedavilerin servikal kasların anatomik enine kesit alanı üzerindeki etkilerini inceleyen

az sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Amiri-Arimi ve ark. 2017 yılında yaptıkları derleme çalışmasında; kronik nonspesifik boyun ağrısı olan kişilerde derin servikal kasların enine kesit alanı artışının sağlanabilmesi için, düşük yoğunluklu spesifik egzersiz programlarının yüksek yüklemeli egzersiz programlarına göre çok daha etkili olduğunu belirtmişlerdir (13). Çalışmamızda uyguladığımız stabilizasyon programlarının düşük yoğunluklu egzersizlerden oluşması, derin kasların anatomik enine kesit alanlarındaki artışı açıklayabilir. Bununla birlikte, ekstansiyon odaklı egzersiz programlarında yüzeysel ekstansörlerde de anatomik enine kesit alanı artışlarının olması, egzersiz programında ekstremite ve yer çekimi yüklemelerine erken başlanmış olabileceğini düşündürmektedir.

Lee ve ark.'nın 2018 yılında başın önde duruşu olan 18 hastada yaptıkları çalışmada, izometrik servikal fleksör ve izometrik servikal ekstansör egzersizlerinin, sternokloidomastoid ile longus kolli kaslarının kalınlığı ve kesit alanı üzerindeki etkileri incelenmiş, izometrik servikal ekstansiyon egzersizlerinde longus kolli enine kesit alanının daha fazla arttığı gösterilmiştir (211). Bu sonuç, çalışmamızda longus kolli enine kesit alanının ekstansiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon grubunda da artması ile paralellik göstermektedir.

Wakahara ve ark.'nın 2015 yılında MRG ile quadriceps femoris kasının dört başının enine kesit alanı ve T₂ relaksasyon süresi değişimlerini inceledikleri çalışmalarında, eğitim sırasında en aktif olan kasın vastus intermedius olduğunu ancak 12 hafta sonunda en fazla enine kesit alanı artışının rektus femoris kasında olduğunu göstermişlerdir. Bu sonuç, çalışmamızda ekstansiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersizlerinin uygulandığı grupta T₂ relaksasyon süresi artışlarının sadece derin kaslarda anlamlı olmasına rağmen, 8 haftalık program sonrasında üst trapez kasında da enine kesit alanı artışı görülmesi ile benzerlik göstermektedir (212).

Anatomik enine kesit alanının manyetik rezonans görüntüleme ile ölçülmesi büyük bir güvenilirlik sağlamaktadır. Ölçümler sırasında kas dokusu dışındaki yapıların ve kas fasyalarının birbirinden MRG ile daha rahat ayırt edilmesi, MRG kullanımına olan güveni artırmaktadır. Franchii ve ark. 2017 yılında yaptıkları çalışmada, 12 haftalık direnç eğitimi sonrasında kaslarda meydana gelen değişiklikleri ultrason ve MRG ile incelemişler, 12 hafta sonunda ultrason ile yapılan kas kalınlığı ölçümü ile

MRG ile yapılan anatomik enine kesit alanı ölçümünde saptanan artışların, korole olduğunu bulmuşlardır (213).

Servikal Bölge Kaslarının Kas Kuvveti Değerlendirme Sonuçları

Çalışma sonuçlarımız incelendiğinde, fleksör ve ekstansör kuvvet artışlarının her iki egzersiz programı sonrasında da olduğu görüldü. Kontrol grubunda ise kuvvet ölçümlerinde değişim görülmedi.

Literatürde servikal bölge patolojilerinde servikal kas kuvveti kayıplarının, sadece fleksör kaslarda, sadece ekstansör kaslarda ya da her iki kas grubunda birlikte görüldüğünü gösteren çalışmalar bulunmaktadır (119, 122, 125). Bu nedenle patoloji ne olursa olsun hem fleksör kasların hem de ekstansör kasların kuvvetinin artırılabilmesi tedavinin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Çalışmamız sonucunda her iki egzersiz programının da fleksör ve ekstansör kasların kuvvetini artırması, bireylerin patolojilerine ve postüral yönelimlerine uygun olarak her iki egzersiz programının da servikal kasların kuvvetlerinin artırılabilmesi için kullanılabileceğini göstermiştir.

Lee ve ark. tarafından 2019 yılında yapılan çalışmada, 51 kronik boyun ağrılı hasta rastgele iki gruba ayrılmış, haftada üç kere dört hafta boyunca bir gruba servikal spinal stabilizasyon egzersizleri ile kuvvetlendirme eğitimi, diğer gruba ise sadece kuvvetlendirme eğitimi verilmiştir. Dördüncü haftanın sonunda her iki grubun servikal derin fleksör kaslarının kuvvetinin arttığı, ancak bu artışın stabilizasyon egzersizleri uygulanan grupta daha belirgin olduğu bulunmuştur (214). Bu sonuç da çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlar ile benzerdir.

Suvarnnato ve ark.'nın 2019 yılında yaptıkları çalışmada ise 54 kronik mekanik boyun ağrılı hasta üç gruba ayrılmıştır. Bir gruba derin servikal fleksör kasların eğitimi, diğer gruba izole semispinalis servisis kası eğitimi verilmiş, üçüncü olan kontrol grubuna da üst ekstremité kuvvetlendirme ve elektroterapi uygulamaları yapılmıştır. Haftada iki kere altı hafta boyunca uygulanan eğitim sonucunda, derin fleksiyon odaklı eğitim alan grubun fleksör kuvvetinin, semispinalis servisis eğitimi alan grubun ise ekstansör kuvvetinin arttığını bulmuşlardır (215). Suvarnnato'nun bu çalışmasında sadece kraniyoservikal fleksiyon egzersizini ve izole dirençli semispinalis servisis egzersizini altı hafta boyunca uygulamış olması ve bu egzersizleri

yüklemelerin değiştiği servikal stabilizasyon egzersiz programı olarak uygulamaları, çalışmamızın literatürden en büyük farkını oluşturmaktadır. Çalışmamız sonucunda servikal stabilizasyon egzersiz programları uygulanan her iki egzersiz grubunda da hem fleksör hem de ekstansör kaslarda kuvvet artışı oluşması, motor öğrenme temelli bu spinal stabilizasyon egzersiz programlarının tedavideki katkısını göstermektedir.

Servikal Bölge Kaslarının Endurans Değerlendirme Sonuçları

Çalışmamızın sonunda, egzersiz programı uygulanan her iki çalışma grubunda da fleksör ve ekstansör kasların enduranslarında artışların olduğu, kontrol grubunda ise endurans ölçümlerinde değişim olmadığı belirlendi.

Literatürdeki birçok çalışma, çalışmamızdan elde ettiğimiz endurans sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Kırk nonspesifik kronik boyun ağrılı hastaya uygulanan servikal spinal stabilizasyon egzersizleri ile progresif dirençli egzersizlerden oluşan rutin tedavinin karşılaştırıldığı çalışmada, servikal spinal stabilizasyon egzersizleri uygulanan grubun servikal fleksör endurans değerlendirmesinde, rutin tedavi uygulanan gruba göre anlamlı bir artış olduğu bulunmuştur (205). Nezamuddin ve ark. tarafından 50 bilgisayar kullanan çalışanda yapılan çalışmada da basınçlı biofeedback cihazı ile haftada 5 gün, 6 hafta boyunca verilen servikal spinal stabilizasyon eğitiminin, germe ve kuvvetlendirmelerden oluşan eğitime göre kraniyoservikal fleksiyon testi sonuçlarında çok daha büyük bir gelişmeye yol açtığı gösterilmiştir (216).

Literatür incelemesi sonucunda literatürün en büyük eksikliklerinden birinin de stabilizasyon egzersizlerinin etkilerinin daha çok fleksör kasların enduransı üzerinde değerlendirilmesidir. Kas kuvvetinde olduğu gibi çalışmamızın literatürdeki bu çalışmalardan farkının her iki çalışma grubunda da endurans sonuçlarının hem fleksör hem de ekstansör kaslarda artış gösterdiğinin belirlenmesi olduğudur. Bu sonuçlar da çalışmamızın literatüre sağladığı özğün katkısıdır.

Hem endurans hem de kuvvet değerlendirmeleri kasların enine kesit alanı artışları ile de uyumluluk göstermektedir. Amiri-Arimi ve ark.'nın derleme çalışmasında, düşük yoğunluklu spesifik boyun egzersiz programlarının derin kasların anatomik enine kesit alanında oluşturduğu değişikliklerin, servikal kasların kuvvet ve

endurans değerlendirmelerinde de ortaya çıktığı gösterilmiştir (13). Çalışmamızda da hem derin kasların anatomik enine kesit alanında hem de fleksiyon ve ekstansiyon kuvvet ve enduransında görülen artışların literatür ile paralel olduğu görülmektedir.

Servikal Bölge Eklem Hareket Açısı lmlerinin Sonuçları

Çalışma sonucunda her iki çalışma grubunun da EHA'ları bütün yönlerde arttığı, fleksiyon odaklı egzersiz uygulanan grupta sadece, fleksiyon, ekstansiyon, sol rotasyon ve sağ lateral fleksiyon ölçümlerinde, ekstansiyon odaklı egzersiz uygulanan grupta ise ekstansiyon, sağ lateral fleksiyon ve sol lateral fleksiyon ölçümlerinde bu artışların anlamlı olduğu gözlendi. Kontrol grubunda ise anlamlı bir artış görülmedi. Bu durum her iki egzersiz programının da servikal bölge esnekliğini artırarak EHA'larını artırdığını düşündürdü.

Çalışmamıza benzer olarak, Tsai ve ark. (217) 20 kronik nonspesifik boyun ağrılı violin sanatçısına haftanın 3 günü 6 hafta süre ile servikal stabilizasyon egzersizi uygulamışlar ve 6 haftanın sonunda servikal EHA'larında artış meydana geldiğini bulmuşlardır. Celenay ve ark. ise 102 mekanik boyun ağrılı hastada yaptıkları çalışmada, 51 hastaya manual terapi ve stabilizasyon egzersizleri, 51 hastaya ise sadece stabilizasyon egzersizleri uygulamışlar, her iki grubun da normal eklem hareketlerinde her yönde artış oluştuğunu göstermiştir (218). Çalışmamızda bazı yönlerde EHA'larında artış olup, bazı yönlerde olmamasının, uygulanan egzersizlerin spesifik olarak EHA'larını artırmayı amaçlayan egzersizler olmamasından ve çalışmanın normal eklem hareketlerinde problem bulunmayan sağlıklı geç bireyler üzerinde yapılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Egzersizler öncesinde uygulanan germe egzersizlerinin de normal eklem hareketlerinin artışında yararlı olduğu düşünülmektedir.

Servikal Bölge Postrndeki Değişiklikler

Çalışma kapsamında postürün değerlendirilebilmesi için *Cobb* açısı ölçümü, başın önde duruşunun değerlendirmesi ve *NY Postür Analizi* kullanıldı. Çalışma sonucunda *Cobb* açısı ölçümünde ve başın önde duruşununda kontrol grubunda değişiklik olmadığı, çalışma gruplarında ise bir miktar düzelme olduğu, ancak bu düzelmenin anlamlılık göstermediği görüldü. Bu sonucun, çalışmamızda yer alan

bireylerin sağlıklı ve genç bireyler olması ve bu nedenle servikal omurga düzgünlüklerinin zaten iyi olmasına bağlı olduğu düşünüldü.

NY Postür Analizi sonuçlarına göre ise her iki egzersiz grubunda postürde düzelmeler görülürken, kontrol grubunda değişiklik olmadığı belirlendi.

Çalışma sonunda, NY Postür Analizi sonuçlarına göre egzersiz yapan bireylerin genel postürlerinde değişiklik meydana gelmesinin nedeninin de egzersizler öncesinde postür konusunda bilgilendirme yapılması, egzersizler sırasında omurganın doğru duruşunun fasilasyonları ile bireylerde doğru omurga duruşu farkındalığının oluşturulması ve bireylerin normal duruşlarını düzeltmeleri olduğu düşünüldü.

Suvarnnato ve ark.'nın (215) yaptığı çalışmada hem derin fleksör kas eğitiminin hem de izole semispinalis servisis dirençli egzersizlerinin kraniyovertebral açının artmasını sağladığı gösterilmiştir. Kronik boyun ağrılı popülasyondaki yapılan bir diğer çalışmada da 6 hafta süreli kraniyoservikal fleksiyon eğitimi ile servikal fleksör endurans ve kuvvet eğitimlerinin, 10 dakikalık bilgisayar görevi sonrasında oluşan postür değişiklikleri üzerine etkisi karşılaştırılmıştır. Kraniyoservikal fleksiyon egzersizi uygulanan grubun görev sırasında başın öne gidişinin, egzersiz programı sonrasında azaldığı saptanmıştır (143). Başka bir çalışmada da 24 ofis çalışanının 12'si 6 hafta boyunca kraniyoservikal fleksiyon eğitimi ve dinlenme aralarından oluşan bir egzersiz programına alınmış, diğer 12'sine hiçbir uygulama yapılmamıştır. Çalışma sonrasında kraniyoservikal fleksiyon eğitimi ve dinlenme araları uygulanan grubun, baş ve boyun fleksiyon açılarında azalma olduğu görülmüştür (219). Bu sonuçlar ile çalışmamızda NY Postür Analizi sonuçlarından elde ettiğimiz veriler benzerlik göstermektedir.

Falla ve ark. tarafından 2007 yılında yapılan bir çalışmada ilk olarak bireylerden rahat oldukları pozisyonda oturmaları istenmiş ve bu pozisyondan ayağa kalktıklarında EMG ölçümü yapılmıştır. Daha sonra ise terapist tarafından düzgün omurga postüründe oturma fasilite edilmiş ve bu pozisyondan ayağa kalktıklarında EMG ölçümü tekrarlanmıştır. Çalışma sonucunda düzgün omurga postürünün fasilite edilmesi sonrasında derin servikal kasların ve lumbal multifidusun EMG aktivitesinin arttığı bulunmuştur (14). Benzer şekilde boyun ağrılı hastalara 2 hafta süre ile verilen dik duruş pozisyonunun sağlanmasına yönelik postüral farkındalık eğitiminin kraniyoservikal fleksiyon testi sırasındaki sternokloidomastoid kası aktivitesini

azalttığı bulunmuştur (220). Bu çalışmalara paralel olarak, çalışmamız sırasında bireylerin, servikal ve lumbal omurga düzgünlüğü hakkında hem sözel olarak bilgilendirilmesi hem de egzersizler sırasında postüral düzgünlüğün fasilite edilmesinin bireylerde omurga farkındalığını yarattığı düşünülmektedir.

Çalışmamız sonucunda; fleksiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersizleri ve ekstansiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersizlerinin kasların T₂ relaksasyon süresi değişimleri üzerinde benzer etkiler gösterdiği ve fleksiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersizlerinin ekstansör kaslar üzerinde, ekstansiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersizlerinin ise fleksör kaslar üzerinde de etki meydana getirdiği gösterildi. Bu sayade 1., 3. ve 4. hipotezler kabul edildi. İkinci hipotezimizin ise kısmen kabul edilmesine karar verildi. İkinci hipotezimizde “sağlıklı bireylerde fleksiyon odaklı spinal stabilizasyon egzersiz programının servikal kasların anatomik enine kesit alanları üzerinde etkileri, ekstansör kaslara odaklı egzersiz programı ile benzerdir” ifadesi yer almaktaydı. Fleksiyon odaklı egzersizler, ekstansiyon odaklı egzersizlerde ki gibi derin kasların anatomik kesit alanlarında benzer etki meydana getirdi, ancak ekstansiyon odaklı egzersizlerin ilave olarak yüzeysel ekstansörlerde de değişiklik meydana getirdiği belirlendi.

Çalışma limitasyonları:

- MR görüntülerinin kalitesinin artırılabilmesi için her bir vertebra seviyesinin ayrı çekimlerinin yapılması gerekmektedir ve MR görüntüsü üzerinden yapılan ölçümler elle yapılan ölçümler olduğundan ve her bir görüntüde 8 ayrı kasın ölçülmesi gerektiği için ölçümler sadece C₄₋₅ seviyesi ile sınırlandırılmıştır. Diğer seviyedeki ölçümlerin yapılmamasının bir limitasyon olduğu düşünülebilir.
- Çalışmamızda uyguladığımız egzersiz programlarının uzun süreli etkilerinin değerlendirilememesi de çalışmamızın bir diğer limitasyonudur.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Sağlıklı bireylerde, fleksör ve ekstansör kaslara odaklanmış servikal spinal stabilizasyon egzersiz programlarının servikal kaslarda oluşturduğu morfolojik değişiklikleri manyetik rezonans görüntüleme ile incelemeyi amaçlayan çalışmamız, her grupta 9 olmak üzere toplam 27 sağlıklı erkek bireyden oluşan üç grupta gerçekleştirildi. Çalışma gruplarından birine fleksiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersizleri, diğerine de ekstansiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersizleri uygulandı. Egzersiz programları haftada 2 gün olmak üzere toplam, 8 hafta devam etti. Kontrol grubundaki bireylere ise hiçbir uygulama yapılmadı. Çalışmanın başında ve sekiz hafta sonrasında, bütün bireyler iki defa değerlendirildi ve elde edilen veriler istatistiksel yöntemler ile analiz edildi. Analizler sonucunda ortaya çıkan sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

1. Çalışmamızın sonunda her iki servikal spinal stabilizasyon egzersiz programının da hem derin fleksör hem de derin ekstansör grup kasların kas aktivasyonlarını gösteren T₂ relaksasyon sürelerini, anatomik enine kesit alanlarını, kuvvet ve enduranslarını arttırdığı, ancak kontrol grubunda değişiklik olmadığı görüldü. Bu sonuç ile, kişilerin sahip olduğu farklı patolojilere göre değişen farklı pozisyonel yönelimleri göz önünde bulundurularak, her iki egzersiz programının da tedavide kullanılabileceği sonucuna varıldı.
2. Her iki çalışma grubunda da derin kasların T₂ relaksasyon sürelerinde artış meydana gelmesi ile birlikte; ekstansiyon odaklı egzersizlerin derin ekstansörlerde, fleksiyon odaklı egzersizlerin de derin fleksörlerde daha fazla aktivasyon meydana getirdiği, buna göre de hangi grup kaslarda daha fazla etki meydana getirilmek isteniyorsa, o grup kaslara odaklanan spinal stabilizasyon egzersizlerinden daha fazla yarar sağlanabileceği belirlendi. Bu sonucun yanısıra; yüzeysel fleksör ve ekstansör kasların T₂ relaksasyon süresi ölçümlerinde ise istatistiksel olarak anlamlı olmasa da dikkati çekecek şekilde, fleksiyon odaklı egzersiz yapan grupta yüzeysel fleksör ve ekstansör kasların, ekstansiyon odaklı egzersiz yapan grupta ise yüzeysel ekstansör kasların aktivasyonlarının azalması; her iki egzersiz programı uygulamasının da görev sırasında derin kasların aktivitelerini artırma yönünde etkili olduğunu ve bu

sayede yüzeyel kasların aktivitelerinde oluşabilecek artışların engellenmiş olabileceğini düşündürdü. Bu bilgi ile servikal bölge stabilizasyon yetersizlikleri durumlarında stabilizatör fonksiyonları daha hakim olan derin kasların kuvvetlerinin artırılmasında, aşırı kasılarak yorgunluk ve spazm oluşan yüzeyel kasların iş yüklerinin azaltılmasında, bu tür egzersizlerin önemi gösterilmiş oldu.

3. İkinci sonucumuza paralel olarak ekstansör egzersiz grubunda, egzersiz programından önce yapılan yazı yazma aktivitesi sonunda, derin servikal fleksör ve ekstansör kaslardaki anlamlılık göstermese de dikkati çekecek şekilde oluşan kas aktivasyonlarındaki düşme ve egzersiz eğitimi sonrasında bu düşmenin olmaması hatta artışın gözükmesi, bu egzersizlerin böyle bir aktivitede derin kasların aktiviteye katılmasının sağlanmasında ve böylece yüzeyel kaslardaki iş yükünün azaltılması konusunda çok önemli olduğunu bir kez daha göstermiş oldu.
4. Çalışmamız sonunda fleksiyon ve ekstansiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersiz programlarının, hem fleksör hem de ekstansör derin servikal kasların anatomik enine kesit alanını artırmakla birlikte, ekstansiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersizlerinin üst trapez kasının anatomik enine kesit alanını da artırdığı belirlendi. Bu sonuç ile servikal yüzeyel ekstansör kaslarında ağrı olan kişilerde bu egzersiz programlarına, üst trapez kasındaki ağrı rahatlatıldıktan sonra başlanmasının uygun olabileceği kararına varıldı. Bununla birlikte ekstansiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersiz programının ilk aşamasında, yüzeyel ekstansörleri kullanmadan derin kasların stabilizer aktivitelerinin artırılması için daha fazla zaman harcanması, yer çekimine karşı yapılan egzersizlere daha ileri aşamalarda başlanmasının daha iyi olabileceği de düşünüldü.
5. Literatürdeki çalışmalarda fleksiyon odaklı olan egzersizlerin fleksör kaslarda, ekstansiyon odaklı olan egzersizlerin ise ekstansör kaslarda etkili olduğu gösterilirken bizim çalışmamızda iki egzersiz programının da her iki grup kaslarda etkili olduğu gösterildi. Bu sonuç literatür için önemli ve yeni bir bilgi oldu.

6. Çalışma sonucunda her iki çalışma grubunun EHA'larının bütün yönlerde arttığı, kontrol grubunda ise böyle bir artışın olmadığı gözlemlendi. Bunun sonucunda her iki egzersiz programının da servikal bölge esnekliğini artırarak EHA'larının artmasına neden olduğu sonucuna varıldı. Bunun yanı sıra, çalışma gruplarında bazı yönlerde EHA'larında artışların istatistiksel anlamlılık göstermediği görüldü. Bu sonucun, uygulanan egzersizlerin spesifik olarak EHA'larını artırmayı amaçlayan egzersizler olmamasından ve çalışmanın normal eklem hareketlerinde problem bulunmayan sağlıklı genç bireyler üzerinde yapılmasından kaynaklandığı düşünüldü. Eğer EHA'nı artırmak da planlanıyorsa, spesifik EHA'yı artırmaya yönelik egzersizlerinde tedavi programına eklenmesinin uygun olacağı önerisinde bulunuldu.
7. Çalışma sonunda, NY Postür Analizi sonuçlarına göre egzersiz yapan bireylerin genel postürlerinde değişiklik meydana gelmesinin nedeninin de; egzersizler öncesinde postür konusunda bilgilendirme yapılması, egzersizler sırasında omurganın doğru duruşunun fasilasyonları ile bireylerde doğru omurga duruşu farkındalığının oluşturulması ve bireylerin normal duruşlarını düzeltmeleri olduğu düşünüldü. Böylece spinal stabilizasyon egzersizlerinin postüral kontrol konusundaki önemi vurgulanmış oldu.
8. Çalışmamız sonucunda her iki egzersiz programının da fleksör ve ekstansör kasların kuvvetini artırabilmesi de bireylerin patolojilerine ve bunlara bağlı olarak rahat ettikleri pozisyona göre tercih ettikleri yönelimlerine uygun olarak her iki egzersiz programının da servikal kasların kuvvetlerinin artırılabilmesi için kullanılabileceğini gösterdi.
9. Literatürde çoğunlukla fleksiyon odaklı egzersizlerin yapıldığı ve daha çok fleksör kasların endüransı üzerinde durulduğu gözlenmektedir. Bu nedenle çalışmamızda hem fleksiyon hem de ekstansiyon odaklı egzersizlerin yaptırılıp sonuçların incelenmesi ve sonuçta hem fleksör hem de ekstansör grup kaslarının endüranslarında da artış olduğunun gösterilmesinin, çalışmamızın literatüre sağladığı diğer önemli bir yarar olduğu düşünüldü.

Çalışmamız sonunda; uygulanan her iki egzersiz programının da servikal spinal stabilizasyon egzersizlerinin amaçlarına uygun olarak hem fleksör hem de ekstansör derin kaslarda etkiler ortaya çıkardığı ve bireylerin patolojilerine göre her iki egzersiz

programının da kullanılabileceği sonucuna varıldı. Boyun problemleri olan popülasyonlarda hem fleksör hem ekstansör kaslarda etkilenimler görülmesine karşın, literatürdeki çalışmalarda servikal spinal stabilizasyon egzersiz programları ile yapılan çalışmaların, çoğunlukla servikal fleksör kaslara odaklanmış olduğu görülmektedir. Bu nedenle hem fleksiyon hem ekstansiyon odaklı servikal spinal stabilizasyon egzersiz programlarının, hem fleksör hem ekstansör kaslar üzerindeki etkisini inceleyen çalışmamızın literatürde bulunan bir boşluğu doldurduğu düşünülmüştür. Literatürde bireylerin patolojilerine bağlı olarak rahat ettikleri pozisyona göre tercih ettikleri pozisyonel yönelimlerinin değerlendirilmesi ve bunlara yönelik egzersizler üretilmesi konusunda çok sınırlı bilgiler bulunmaktadır. Bu nedenle bu tür çalışmaların artması ile bu konuda daha objektif bilgiler elde edilebilecektir. Çalışmamızda sağlıklı bireylerden elde edilen bu bilgilerin patolojileri olan bireylerde de araştırılmasına ve aynı zamanda meydana gelen bu iyileşmelerin uzun dönemdeki etkilerinin de belirlenebilmesi için daha uzun takip süreli çalışmaların yapılmasına ihtiyaç olduğu sonucuna varılmıştır.

7. KAYNAKLAR

1. Côté P, Cassidy JD, Carroll L. The factors associated with neck pain and its related disability in the Saskatchewan population. *Spine*. 2000;25(9):1109-17.
2. Fejer R, Kyvik KO, Hartvigsen J. The prevalence of neck pain in the world population: a systematic critical review of the literature. *Eur Spine J*. 2006;15(6):834-48.
3. Genebra CVDS, Maciel NM, Bento TPF, Simeão SFAP, De Vitta A. Prevalence and factors associated with neck pain: a population-based study. *Braz J Phys Ther*. 2017;21(4):274-80.
4. Hurwitz EL, Randhawa K, Yu H, Côté P, Haldeman S. The Global Spine Care Initiative: a summary of the global burden of low back and neck pain studies. *Eur Spine J*. 2018;27(6):796-801.
5. Falla D, Bilenkij G, Jull G. Patients with chronic neck pain demonstrate altered patterns of muscle activation during performance of a functional upper limb task. *Spine*. 2004;29(13):1436-40.
6. Noormohammadpour P, Dehghani-Firouzabadi A, Mansournia MA, Mohseni-Bandpei MA, Moghaddam N, Miri M, et al. Comparison of the cross-sectional area of longus colli muscle between patients with cervical radicular pain and healthy controls. *PM&R*. 2017;9(2):120-6.
7. Ylinen J, Salo P, Nykänen M, Kautiainen H, Häkkinen A. Decreased isometric neck strength in women with chronic neck pain and the repeatability of neck strength measurements. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85(8):1303-8.
8. Pramudita JA, Kikuchi S, Minato I, Tanabe Y. Effect of cervical spine alignment on neck injury risk during rear-end impact—numerical study using neck finite element model. *International journal of crashworthiness*. 2017;22(4):453-66.
9. Jull G, Sterling M, Falla D, Treleaven J, O'Leary S. Whiplash, headache, and neck pain: research-based directions for physical therapies. Philadelphia, PA: Elsevier Health Sciences; 2008.
10. Jull G, Falla D. Does increased superficial neck flexor activity in the craniocervical flexion test reflect reduced deep flexor activity in people with neck pain? *Man Ther*. 2016;25:43-7.
11. Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *J Spinal Disord*. 1992;5:383.
12. Kisner C, Colby LA, Borstad J. Therapeutic exercise: Foundations and techniques. Philadelphia: FA Davis; 2017.
13. Arimi SA, Bandpei MAM, Javanshir K, Rezasoltani A, Biglarian A. The effect of different exercise programs on size and function of deep cervical flexor muscles in patients with chronic nonspecific neck pain: a systematic review of randomized controlled trials. *Am J Phys Med Rehabil*. 2017;96(8):582-8.

14. Falla D, O'Leary S, Fagan A, Jull G. Recruitment of the deep cervical flexor muscles during a postural-correction exercise performed in sitting. *Man Ther.* 2007;12(2):139-43.
15. O'leary S, Jull G, Van Wyk L, Pedler A, Elliott J. Morphological changes in the cervical muscles of women with chronic whiplash can be modified with exercise—a pilot study. *Muscle & nerve.* 2015;52(5):772-9.
16. Jull G, Falla D, Treleaven J, Hodges P, Vicenzino B. Retraining cervical joint position sense: the effect of two exercise regimes. *J Orthop Res.* 2007;25(3):404-12.
17. Skillgate E, Pico-Espinosa OJ, Côté P, Jensen I, Viklund P, Bottai M, et al. Effectiveness of deep tissue massage therapy, and supervised strengthening and stretching exercises for subacute or persistent disabling neck pain. The Stockholm Neck (STONE) randomized controlled trial. *Musculoskelet Sci Pract.* 2020;45:102070.
18. Jull G, Falla D, Vicenzino B, Hodges P. The effect of therapeutic exercise on activation of the deep cervical flexor muscles in people with chronic neck pain. *Man Ther.* 2009;14(6):696-701.
19. Şimşek İE, Tomruk MS, Bayraktar BA, Tomruk M, Elvan A. Omurga. Ankara: Hipokrat Kitabevi; 2017.
20. Cohen SP. Epidemiology, diagnosis, and treatment of neck pain. *Mayo Clin Proc.* 2015;90(2):284-299.
21. Miyamoto GC, Lin C-WC, Cabral CMN, Van Dongen JM, Van Tulder MW. Cost-effectiveness of exercise therapy in the treatment of non-specific neck pain and low back pain: a systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2019;53(3):172-81.
22. D'Arienzo M, Peri G, Valentino B, Conti A, D'Arienzo A, Peri D. Anatomy of the cervical spine. Menchetti P, editor. *Cervical Spine.* Cham: Springer; 2016.
23. Bogduk N, Mercer S. Biomechanics of the cervical spine. I: Normal kinematics. *Clin Biomech.* 2000;15(9):633-48.
24. Marieb EN, Hoehn K. Human anatomy & physiology. 9th ed. Glenview, IL: Pearson Education; 2007.
25. Girolami M, Ghermandi R, Ghirelli M, Gasbarrini A, Boriani S. Anatomy of the subaxial cervical spine. Boriani S, Presutti L, Gasbarrini A, Mattioli F, editors. *Atlas of craniocervical junction and cervical spine surgery.* Cham: Springer; 2017.
26. Shah NA, Gaviola GC. Cervical spine imaging: normal anatomy and degenerative disease. Cham: Springer; 2017.
27. Ombregt L. A system of orthopaedic medicine. 3rd ed. Philadelphia, PA : Elsevier Health Sciences; 2013.
28. Neumann DA. Kas-İskelet Sistemi Kinezyolojisi: Rehabilitasyon için Temeller. Ankara: Hipokrat Kitabevi; 2018.

29. Arifoğlu Y. Her Yönüyle Anatomi 2. Baskı. İstanbul: İstanbul Tıp Kitabevleri; 2018.
30. Cramer GD, Darby SA. Clinical Anatomy of the Spine, Spinal Cord, and ANS. 3rd ed. Philadelphia, PA: Elsevier Health Sciences; 2013.
31. Borenstein DG, Wiesel SW, Boden SD. Low back and neck pain: Comprehensive diagnosis and management. 3rd ed. Philadelphia: Saunders; 2004.
32. Elliott JM, Cornwall J, Kennedy E, Abbott R, Crawford RJ. Towards defining muscular regions of interest from axial magnetic resonance imaging with anatomical cross-reference: part II-cervical spine musculature. BMC Musculoskelet Disord. 2018;19(1):171.
33. Yıldırım M. Topografik Anatomi. 2. baskı. Bursa: Nobel Tıp Kitabevleri; 2004.
34. Brotzman SB, Manske RC. Clinical orthopaedic rehabilitation. 3rd ed. Philadelphia: Elsevier Health Sciences; 2011.
35. Panjabi MM, Cholewicki J, Nibu K, Grauer J, Babat LB, Dvorak J. Critical load of the human cervical spine: an in vitro experimental study. Clin Biomech 1998;13(1):11-7.
36. White A, Panjabi M. Kinematics of the Spine in Clinical Biomechanics of the Spine. Philadelphia, PA: JB Lippincott; 1990.
37. Van Mameren H. Motion patterns in the cervical spine [Doktora tezi]. Maastricht: Maastricht University; 1988.
38. Yoganandan N, Kumaresan S, Pintar FA. Biomechanics of the cervical spine Part 2. Cervical spine soft tissue responses and biomechanical modeling. Clin Biomech. 2001;16(1):1-27.
39. Mercer SR. Structure and function of the bones and joints of the cervical spine. Oatis CA, editor. Kinesiology: The mechanics and pathomechanics of human movement. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. 2013;07(05):451-469.
40. Moskvovich R. Biomechanics of the cervical spine. Nordin M, Frankel VH, editors. Basic biomechanics of the musculoskeletal system. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. 2001:286-317.
41. Ordway NR, Seymour RJ, Donelson RG, Hojnowski LS, Edwards WT. Cervical flexion, extension, protrusion, and retraction: a radiographic segmental analysis. Spine. 1999;24(3):240-7.
42. Bland J. The cervical spine: From anatomy to clinical care. Med Times. 1989;117(9):15-33.
43. Takeshita K, Peterson ET, Bylski-Austrow D, Crawford AH, Nakamura K. The nuchal ligament restrains cervical spine flexion. Spine. 2004;29(18):E388-E93.
44. Sakaura H, Hosono N, Mukai Y, Oshima K, Iwasaki M, Yoshikawa H. Preservation of the nuchal ligament plays an important role in preventing unfavorable radiologic changes after laminoplasty. Clin Spine Surg. 2008;21(5):338-43.

45. Mayoux-Benhamou M, Revel M, Vallee C. Selective electromyography of dorsal neck muscles in humans. *Exp Brain Res.* 1997;113(2):353-60.
46. Harms-Ringdahl K, Ekholm J, Schüldt K, Németh G, Arborelius UP. Load moments and myoelectric activity when the cervical spine is held in full flexion and extension. *Ergonomics.* 1986;29(12):1539-52.
47. Takebe K, Vitti M, Basmajian JV. The functions of semispinalis capitis and splenius capitis muscles: an electromyographic study. *Anat Rec.* 1974;179(4):477-80.
48. Anderson JS, Hsu AW, Vasavada AN. Morphology, architecture, and biomechanics of human cervical multifidus. *Spine.* 2005;30(4):E86-E91.
49. Falla D, Jull G, O'leary S, Dall'Alba P. Further evaluation of an EMG technique for assessment of the deep cervical flexor muscles. *J Electromyogr Kinesiol.* 2006;16(6):621-8.
50. De Vitta A, Trize DdM, Fiorelli A, Carnaz L, De Conti MHS, Simeão SFdAP. Neck/shoulders pain and its relation to the use of tv/computer/videogame and physical activity in school students from Bauru. *Fisioterapia em movimento.* 2014;27(1):111-8.
51. Sterling M, Jull G, Vicenzino B, Kenardy J, Darnell R. Development of motor system dysfunction following whiplash injury. *PAIN®.* 2003;103(1-2):65-73.
52. Falla D, Farina D, Dahl MK, Graven-Nielsen T. Muscle pain induces task-dependent changes in cervical agonist/antagonist activity. *J Appl Physiol.* 2007;102(2):601-9.
53. Falla D, Cescon C, Lindstroem R, Barbero M. Muscle pain induces a shift of the spatial distribution of upper trapezius muscle activity during a repetitive task. *Clin J Pain.* 2017;33(11):1006-13.
54. Jull GA, O'leary SP, Falla DL. Clinical assessment of the deep cervical flexor muscles: the craniocervical flexion test. *J Manipulative Physiol Ther.* 2008;31(7):525-33.
55. Cagnie B, Barbe T, Vandemaele P, Achten E, Cambier D, Danneels L. MRI analysis of muscle/fat index of the superficial and deep neck muscles in an asymptomatic cohort. *Eur Spine J.* 2009;18(5):704-9.
56. Schomacher J, Falla D. Function and structure of the deep cervical extensor muscles in patients with neck pain. *Man Ther.* 2013;18(5):360-6.
57. Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part II. Neutral zone and instability hypothesis. *J Spinal Disord.* 1992;5:390.
58. Boyd-Clark L, Briggs C, Galea M. Comparative histochemical composition of muscle fibres in a pre-and a postvertebral muscle of the cervical spine. *J Anat.* 2001;199(6):709-16.
59. Hannecke V, Mayoux-Benhamou M, Bonnichon P, Butler-Browne G, Michel P, Pompidou A, et al. Metabolic differentiation of the human longus colli muscle. *Morphologie: bulletin de l'Association des anatomistes.* 2001;85(269):9-12.

60. Cagnie B, Dirks R, Schouten M, Parlevliet T, Cambier D, Danneels L. Functional reorganization of cervical flexor activity because of induced muscle pain evaluated by muscle functional magnetic resonance imaging. *Man Ther.* 2011;16(5):470-5.
61. Conley MS, Meyer RA, Feedback DL, Dudley GA. Noninvasive analysis of human neck muscle function. *Spine.* 1995;20(23):2505-12.
62. Siegmund GP, Blouin J-S, Brault JR, Hedenstierna S, Inglis JT. Electromyography of superficial and deep neck muscles during isometric, voluntary, and reflex contractions. *J biomech eng.* 2007;129(1):66-77.
63. Boyd-Clark L, Briggs C, Galea M. Muscle spindle distribution, morphology, and density in longus colli and multifidus muscles of the cervical spine. *Spine.* 2002;27(7):694-701.
64. Cagnie B, O'leary S, Elliott J, Peeters I, Parlevliet T, Danneels L. Pain-induced changes in the activity of the cervical extensor muscles evaluated by muscle functional magnetic resonance imaging. *Clin J Pain.* 2011;27(5):392-7.
65. Kumar S, Narayan Y, Prasad N, Shuaib A, Siddiqi ZA. Cervical electromyogram profile differences between patients of neck pain and control. *Spine.* 2007;32(8):E246-E53.
66. Lindstrøm R, Schomacher J, Farina D, Rechter L, Falla D. Association between neck muscle coactivation, pain, and strength in women with neck pain. *Man Ther.* 2011;16(1):80-6.
67. Schomacher J, Farina D, Lindstroem R, Falla D. Chronic trauma-induced neck pain impairs the neural control of the deep semispinalis cervicis muscle. *Neurophysiol Clin.* 2012;123(7):1403-8.
68. Schomacher J, Boudreau SA, Petzke F, Falla D. Localized pressure pain sensitivity is associated with lower activation of the semispinalis cervicis muscle in patients with chronic neck pain. *Clin J Pain.* 2013;29(10):898-906.
69. Falla DL, Jull GA, Hodges PW. Patients with neck pain demonstrate reduced electromyographic activity of the deep cervical flexor muscles during performance of the craniocervical flexion test. *Spine.* 2004;29(19):2108-14.
70. Falla D. Unravelling the complexity of muscle impairment in chronic neck pain. *Man Ther.* 2004;9(3):125-33.
71. Johnston V, Jull G, Darnell R, Jimmieson N, Souvlis T. Alterations in cervical muscle activity in functional and stressful tasks in female office workers with neck pain. *Eur J Appl Physiol.* 2008;103(3):253-64.
72. O'Leary S, Cagnie B, Reeve A, Jull G, Elliott JM. Is there altered activity of the extensor muscles in chronic mechanical neck pain? A functional magnetic resonance imaging study. *Arch Phys Med Rehabil.* 2011;92(6):929-34.
73. Wing Chiu TT, Hung Law EY, Fai Chiu TH. Performance of the craniocervical flexion test in subjects with and without chronic neck pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2005;35(9):567-71.

74. Jull G, Kristjansson E, Dall'Alba P. Impairment in the cervical flexors: a comparison of whiplash and insidious onset neck pain patients. *Man Ther.* 2004;9(2):89-94.
75. Gizzi L, Muceli S, Petzke F, Falla D. Experimental muscle pain impairs the synergistic modular control of neck muscles. *PloS one.* 2015;10(9).
76. Muceli S, Falla D, Farina D. Reorganization of muscle synergies during multidirectional reaching in the horizontal plane with experimental muscle pain. *J Neurophysiol.* 2014;111(8):1615-30.
77. Baghi R, Rahnama L, Karimi N, Goodarzi F, Rezasoltani A, Jaberzadeh S. Differential activation of the dorsal neck muscles during a light arm-elevation task in patients with chronic nonspecific neck pain and asymptomatic controls: an ultrasonographic study. *PM&R.* 2017;9(7):699-706.
78. Falla D, Jull G, Hodges P. Feedforward activity of the cervical flexor muscles during voluntary arm movements is delayed in chronic neck pain. *Exp Brain Res.* 2004;157(1):43-8.
79. Falla D, Rainoldi A, Merletti R, Jull G. Spatio-temporal evaluation of neck muscle activation during postural perturbations in healthy subjects. *J Electromyogr Kinesiol.* 2004;14(4):463-74.
80. Nederhand MJ, IJzerman MJ, Hermens HJ, Baten CT, Zilvold G. Cervical muscle dysfunction in the chronic whiplash associated disorder grade II (WAD-II). *Spine.* 2000;25(15):1938-43.
81. Østensvik T, Veiersted KB, Nilsen P. A method to quantify frequency and duration of sustained low-level muscle activity as a risk factor for musculoskeletal discomfort. *J Electromyogr Kinesiol.* 2009;19(2):283-94.
82. O'Leary S, Falla D, Jull G. The relationship between superficial muscle activity during the cranio-cervical flexion test and clinical features in patients with chronic neck pain. *Man Ther.* 2011;16(5):452-5.
83. Peolsson A, Marstein E, McNamara T, Nolan D, Sjaaberg E, Peolsson M, et al. Does posture of the cervical spine influence dorsal neck muscle activity when lifting? *Man Ther.* 2014;19(1):32-6.
84. Karimi N, Rezasoltani A, Rahnama L, Noori-Kochi F, Jaberzadeh S. Ultrasonographic analysis of dorsal neck muscles thickness changes induced by isometric contraction of shoulder muscles: a comparison between patients with chronic neck pain and healthy controls. *Man Ther.* 2016;22:174-8.
85. Al-Obaidi SM, Nelson RM, Al-Awadhi S, Al-Shuwaie N. The role of anticipation and fear of pain in the persistence of avoidance behavior in patients with chronic low back pain. *Spine.* 2000;25(9):1126-31.
86. Falla D, O'Leary S, Farina D, Jull G. Association between intensity of pain and impairment in onset and activation of the deep cervical flexors in patients with persistent neck pain. *Clin J Pain.* 2011;27(4):309-14.
87. Szeto GP, Straker LM, O'Sullivan PB. A comparison of symptomatic and asymptomatic office workers performing monotonous keyboard work—2: neck and shoulder kinematics. *Man Ther.* 2005;10(4):281-91.

88. Tsang SM, Szeto GP, Xie Y, Lee RY. Association of electromyographic activation patterns with pain and functional disability in people with chronic neck pain. *Eur J Appl Physiol*. 2018;118(7):1481-92.
89. Falla D, Farina D. Neural and muscular factors associated with motor impairment in neck pain. *Curr Rheumatol Rep*. 2007;9(6):497-502.
90. Elgueta-Cancino E, Marinovic W, Jull G, Hodges PW. Motor cortex representation of deep and superficial neck flexor muscles in individuals with and without neck pain. *Hum Brain Mapp*. 2019;40(9):2759-70.
91. De Pauw R, Coppieters I, Kregel J, De Meulemeester K, Danneels L, Cagnie B. Does muscle morphology change in chronic neck pain patients?—A systematic review. *Man Ther*. 2016;22:42-9.
92. Ghamkhar L, Kahlaee AH. Are ultrasonographic measures of cervical flexor muscles correlated with flexion endurance in chronic neck pain and asymptomatic participants? *Am J Phys Med Rehabil*. 2017;96(12):874-80.
93. Javanshir K, Rezasoltani A, Mohseni-Bandpei MA, Amiri M, Ortega-Santiago R, Fernández-de-las-Peñas C. Ultrasound assessment of bilateral longus colli muscles in subjects with chronic bilateral neck pain. *Am J Phys Med Rehabil*. 2011;90(4):293-301.
94. Fernández-De-Las-Peñas C, Albert-Sanchís JC, Buil M, Benitez JC, Albuquerque-Sendín F. Cross-sectional area of cervical multifidus muscle in females with chronic bilateral neck pain compared to controls. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2008;38(4):175-80.
95. Cagnie B, D'hooge R, Achten E, Cambier D, Danneels L. A magnetic resonance imaging investigation into the function of the deep cervical flexors during the performance of craniocervical flexion. *J Manipulative Physiol Ther*. 2010;33(4):286-91.
96. Cagnie B, Derese E, Vandamme L, Verstraete K, Cambier D, Danneels L. Validity and reliability of ultrasonography for the longus colli in asymptomatic subjects. *Man Ther*. 2009;14(4):421-6.
97. Chae SH, Lee SJ, Kim MS, Kim TU, Hyun JK. Cervical Multifidus Muscle Atrophy in Patients with Unilateral Cervical Radiculopathy. *KoreaMed*. 2010;34(6):743-51.
98. Elliott JM, Pedler AR, Jull GA, Van Wyk L, Galloway GG, O'leary SP. Differential changes in muscle composition exist in traumatic and nontraumatic neck pain. *Spine*. 2014;39(1):39-47.
99. Elliott J, Jull G, Noteboom JT, Galloway G. MRI study of the cross-sectional area for the cervical extensor musculature in patients with persistent whiplash associated disorders (WAD). *Man Ther*. 2008;13(3):258-65.
100. Lovitt S, Moore SL, Marden FA. The use of MRI in the evaluation of myopathy. *Neurophysiol Clin*. 2006;117(3):486-95.
101. Karlsson A, Leinhard OD, Åslund U, West J, Romu T, Smedby Ö, et al. An investigation of fat infiltration of the multifidus muscle in patients with severe

- neck symptoms associated with chronic whiplash-associated disorder. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2016;46(10):886-93.
102. Elliott JM, O'Leary S, Sterling M, Hendrikz J, Pedler A, Jull G. Magnetic resonance imaging findings of fatty infiltrate in the cervical flexors in chronic whiplash. *Spine.* 2010;35(9):948-54.
 103. De Feyter HM, Schaart G, Hesselink MK, Schrauwen P, Nicolay K, Prompers JJ. Regional variations in intramyocellular lipid concentration correlate with muscle fiber type distribution in rat tibialis anterior muscle. *Magn Reson Med.* 2006;56(1):19-25.
 104. Dyck D, Peters S, Glatz J, Gorski J, Keizer H, Kiens B, et al. Functional differences in lipid metabolism in resting skeletal muscle of various fiber types. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 1997;272(3):E340-E51.
 105. Elliott J, Jull G, Noteboom JT, Darnell R, Galloway G, Gibbon WW. Fatty infiltration in the cervical extensor muscles in persistent whiplash-associated disorders: a magnetic resonance imaging analysis. *Spine.* 2006;31(22):E847-E55.
 106. Ulbrich EJ, Anderson SE, Busato A, Abderhalden S, Boesch C, Zimmermann H, et al. Cervical muscle area measurements in acute whiplash patients and controls. *J Magn Reson Imaging.* 2011;33(3):668-75.
 107. Uhlig Y, Weber BR, Grob D, Mütener M. Fiber composition and fiber transformations in neck muscles of patients with dysfunction of the cervical spine. *J Orthop Res.* 1995;13(2):240-9.
 108. Landers MR, Creger RV, Baker CV, Stutelberg KS. The use of fear-avoidance beliefs and nonorganic signs in predicting prolonged disability in patients with neck pain. *Man Ther.* 2008;13(3):239-48.
 109. Elliott J, Pedler A, Kenardy J, Galloway G, Jull G, Sterling M. The temporal development of fatty infiltrates in the neck muscles following whiplash injury: an association with pain and posttraumatic stress. *PloS one.* 2011;6(6).
 110. Okada E, Matsumoto M, Ichihara D, Chiba K, Toyama Y, Fujiwara H, et al. Cross-sectional area of posterior extensor muscles of the cervical spine in asymptomatic subjects: a 10-year longitudinal magnetic resonance imaging study. *Eur Spine J.* 2011;20(9):1567-73.
 111. Conley MS, Stone MH, Nimmons M, Dudley GA. Resistance training and human cervical muscle recruitment plasticity. *J Appl Physiol.* 1997;83(6):2105-11.
 112. Mayoux-Benhamou M, Wybier M, Revel M. Strength and cross-sectional area of the dorsal neck muscles. *Ergonomics.* 1989;32(5):513-8.
 113. Lee J-P, Wang C-L, Shau Y-W, Wang S-F. Measurement of cervical multifidus contraction pattern with ultrasound imaging. *J Electromyogr Kinesiol.* 2009;19(3):391-7.
 114. Hides JA, Richardson CA, Jull GA. Multifidus muscle recovery is not automatic after resolution of acute, first-episode low back pain. *Spine.* 1996;21(23):2763-9.

115. Strimpakos N. The assessment of the cervical spine. Part 2: strength and endurance/fatigue. *J Bodyw Mov Ther.* 2011;15(4):417-30.
116. O'Leary S, Hoogma C, Solberg ØM, Sundberg S, Pedler A, Van Wyk L. Comparative strength and endurance parameters of the craniocervical and cervicothoracic extensors and flexors in females with and without idiopathic neck pain. *J Appl Biomech.* 2019;35(3):209-15.
117. Harris KD, Heer DM, Roy TC, Santos DM, Whitman JM, Wainner RS. Reliability of a measurement of neck flexor muscle endurance. *Physical therapy.* 2005;85(12):1349-55.
118. Barton PM, Hayes KC. Neck flexor muscle strength, efficiency, and relaxation times in normal subjects and subjects with unilateral neck pain and headache. *Arch Phys Med Rehabil.* 1996;77(7):680-7.
119. Silverman JL, Rodriquez AA, Agre JC. Quantitative cervical flexor strength in healthy subjects and in subjects with mechanical neck pain. *Arch Phys Med Rehabil.* 1991;72(9):679-81.
120. Vernon H, Aker P, Aramenko M, Battershill D, Alepin A, Penner T. Evaluation of neck muscle strength with a modified sphygmomanometer dynamometer: reliability and validity. *J Manipulative Physiol Ther.* 1992;15(6):343-9.
121. Krout R, Anderson T. Role of anterior cervical muscles in production of neck pain. *Arch Phys Med Rehabil.* 1966;47(9):603-11.
122. Prushansky T, Gepstein R, Gordon C, Dvir Z. Cervical muscles weakness in chronic whiplash patients. *Clin Biomech.* 2005;20(8):794-8.
123. Jordan A, Mehlsen J. Cervicobrachial syndrome: neck muscle function and effects of training. *J Musculoskelet Pain.* 1993;1(3-4):283-8.
124. Cagnie B, Cools A, De Loose V, Cambier D, Danneels L. Differences in isometric neck muscle strength between healthy controls and women with chronic neck pain: the use of a reliable measurement. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007;88(11):1441-5.
125. Chiu TTW, Lo SK. Evaluation of cervical range of motion and isometric neck muscle strength: reliability and validity. *Clin Rehabil.* 2002;16(8):851-8.
126. Kumbhare DA, Balsor B, Parkinson WL, Harding Bsckin P, Bedard M, Papaioannou A, et al. Measurement of cervical flexor endurance following whiplash. *Disabil Rehabil.* 2005;27(14):801-7.
127. Peolsson A, Kjellman G. Neck muscle endurance in nonspecific patients with neck pain and in patients after anterior cervical decompression and fusion. *J Manipulative Physiol Ther.* 2007;30(5):343-50.
128. Peolsson A, Vavruch L, Öberg B. Disability after anterior decompression and fusion for cervical disc disease. *Adv Physiother.* 2002;4(3):111-24.
129. Edmondston S, Björnsdóttir G, Pálsson T, Solgård H, Ussing K, Allison G. Endurance and fatigue characteristics of the neck flexor and extensor muscles during isometric tests in patients with postural neck pain. *Man Ther.* 2011;16(4):332-8.

130. Falla D, Rainoldi A, Merletti R, Jull G. Myoelectric manifestations of sternocleidomastoid and anterior scalene muscle fatigue in chronic neck pain patients. *Neurophysiol Clin*. 2003;114(3):488-95.
131. Gogia PP, Sabbahi MA. Electromyographic analysis of neck muscle fatigue in patients with osteoarthritis of the cervical spine. *Spine*. 1994;19(5):502-6.
132. Falla D, Jull G, Rainoldi A, Merletti R. Neck flexor muscle fatigue is side specific in patients with unilateral neck pain. *Eur J Pain*. 2004;8(1):71-7.
133. Ylinen J, Takala EP, Kautiainen H, Nykänen M, Häkkinen A, Pohjolainen T, et al. Association of neck pain, disability and neck pain during maximal effort with neck muscle strength and range of movement in women with chronic non-specific neck pain. *Eur J Pain*. 2004;8(5):473-8.
134. Lee H, Nicholson LL, Adams RD. Neck muscle endurance, self-report, and range of motion data from subjects with treated and untreated neck pain. *J Manipulative Physiol Ther*. 2005;28(1):25-32.
135. Dall'Alba PT, Sterling MM, Treleaven JM, Edwards SL, Jull GA. Cervical range of motion discriminates between asymptomatic persons and those with whiplash. *Spine*. 2001;26(19):2090-4.
136. Hagen KB, Harms-Ringdahl K, Enger NO, Hedenstad R, Morten H. Relationship between subjective neck disorders and cervical spine mobility and motion-related pain in male machine operators. *Spine*. 1997;22(13):1501-7.
137. Hanten WP, Olson SL, Russell JL, Lucio RM, Campbell AH. Total head excursion and resting head posture: normal and patient comparisons. *Arch Phys Med Rehabil*. 2000;81(1):62-6.
138. Jordan A, Mehlsen J, Ostergaard K. A comparison of physical characteristics between patients seeking treatment for neck pain and age-matched healthy people. *J Manipulative Physiol Ther*. 1997;20(7):468-75.
139. Lund JP, Donga R, Widmer CG, Stohler CS. The pain-adaptation model: a discussion of the relationship between chronic musculoskeletal pain and motor activity. *Can J Physiol Pharmacol*. 1991;69(5):683-94.
140. Mayoux-Benhamou M, Revel M, Vallee C, Roudier R, Barbet J, Bargy F. Longus colli has a postural function on cervical curvature. *Surg Radiol Anat*. 1994;16(4):367-71.
141. Winters JM, Peles JD. Neck muscle activity and 3-D head kinematics during quasi-static and dynamic tracking movements. Winters JM, Woo SL-Y editors. *Multiple muscle systems*. Cham: Springer; 1990. p. 461-80.
142. Harrison DE, Harrison DD, Janik TJ, Jones EW, Cailliet R, Normand M. Comparison of axial and flexural stresses in lordosis and three buckled configurations of the cervical spine. *Clin Biomech*. 2001;16(4):276-84.
143. Falla D, Jull G, Russell T, Vicenzino B, Hodges P. Effect of neck exercise on sitting posture in patients with chronic neck pain. *Physical therapy*. 2007;87(4):408-17.

144. Szeto GP, Straker L, Raine S. A field comparison of neck and shoulder postures in symptomatic and asymptomatic office workers. *Appl Ergon.* 2002;33(1):75-84.
145. Straker L, Jones KJ, Miller J. A comparison of the postures assumed when using laptop computers and desktop computers. *Appl Ergon.* 1997;28(4):263-8.
146. Burgess-Limerick R, Plooy A, Fraser K, Ankrum D. The influence of computer monitor height on head and neck posture. *Int J Ind Ergon.* 1999;23(3):171-9.
147. Farias Zuniga AM, Côté JN. Effects of dual monitor computer work versus laptop work on cervical muscular and proprioceptive characteristics of males and females. *Hum Factors.* 2017;59(4):546-63.
148. Sun Y, Nimbarte AD, Motabar H. Physical risk factors associated with the work-related neck/cervical musculoskeletal disorders: a review. *Industrial and systems engineering review.* 2017;5(1):44-60.
149. Ye S, Jing Q, Wei C, Lu J. Risk factors of non-specific neck pain and low back pain in computer-using office workers in China: a cross-sectional study. *BMJ open.* 2017;7(4):e014914.
150. Yue P, Liu F, Li L. Neck/shoulder pain and low back pain among school teachers in China, prevalence and risk factors. *BMC public health.* 2012;12(1):789.
151. Ehsani F, Mosallanezhad Z, Vahedi G. The prevalence, risk factors and consequences of neck pain in office employees. *Middle east journal of rehabilitation and health.* 2017;4(2):e42031.
152. Ranasinghe P, Perera YS, Lamabadusuriya DA, Kulatunga S, Jayawardana N, Rajapakse S, et al. Work related complaints of neck, shoulder and arm among computer office workers: a cross-sectional evaluation of prevalence and risk factors in a developing country. *Environmental health.* 2011;10(1):70.
153. Korhonen T, Ketola R, Toivonen R, Luukkonen R, Häkkinen M, Viikari-Juntura E. Work related and individual predictors for incident neck pain among office employees working with video display units. *Occup Environ Med.* 2003;60(7):475-82.
154. Nimbarte AD, Alabdulmohsen RT, Guffey SE, Etherton JR. The impact of use of dual monitor screens on 3d head-neck posture and activity of neck muscles. *IIESE Trans Occup Ergon Hum Factors.* 2013;1(1):38-49.
155. De Loose V, Van den Oord M, Keser I, Burnotte F, Van Tiggelen D, Dumarey A, et al. MRI study of the morphometry of the cervical musculature in F-16 pilots. *Aviat Space Environ Med.* 2009;80(8):727-31.
156. Biesemans I, Ingels M, Vandenbosch P. A survey of cervical pain in pilots of a Belgian F-16 Air Defence Wing. *Rev Int Serv Sante Forces Armees.* 1991;64(10-12):298-302.
157. Veiersted KB, Westgaard RH. Development of trapezius myalgia among female workers performing light manual work. *Scand J Work Environ Health.* 1993;277-83.

158. Adams GR, Duvoisin MR, Dudley GA. Magnetic resonance imaging and electromyography as indexes of muscle function. *J Appl Physiol.* 1992;73(4):1578-83.
159. Gao Y, Kristensen LA, Grøndberg TS, Murray M, Sjøgaard G, Søgaard K. Electromyographic evaluation of specific elastic band exercises targeting neck and shoulder muscle activation. *Applied sciences.* 2020;10(3):756.
160. Shakya H, Sharma S. Analysis of neck muscle fatigue during cervical traction treatment using wireless EMG sensor. Luhach AK, Hawari KBG, Mihai IC, Hsiung P-A, Mishra RB, editors. *Smart computational strategies: theoretical and practical aspects*. Singapore: Springer; 2019. p. 153-62.
161. Cagnie B, Elliott J, O'Leary S, D'hooge R, Dickx N, Danneels L. Muscle functional MRI as an imaging tool to evaluate muscle activity. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2011;41(11):896-903.
162. Fleckenstein JL, Canby RC, Parkey RW, Peshock RM. Acute effects of exercise on MR imaging of skeletal muscle in normal volunteers. *AJR Am J Roentgenol.* 1988;151(2):231-7.
163. Meyer RA, Prior BM. Functional magnetic resonance imaging of muscle. *Exerc Sport Sci Rev.* 2000;28(2):89-92.
164. Cagnie B, Dickx N, Peeters I, Tuytens J, Achten E, Cambier D, et al. The use of functional MRI to evaluate cervical flexor activity during different cervical flexion exercises. *J Appl Physiol.* 2008;104(1):230-5.
165. Dickx N, Cagnie B, Achten E, Vandemaele P, Parlevliet T, Danneels L. Changes in lumbar muscle activity because of induced muscle pain evaluated by muscle functional magnetic resonance imaging. *Spine.* 2008;33(26):E983-E9.
166. Dickx N, D'hooge R, Cagnie B, Deschepper E, Verstraete K, Danneels L. Magnetic resonance imaging and electromyography to measure lumbar back muscle activity. *Spine.* 2010;35(17):E836-E42.
167. Price TB, Kamen G, Damon BM, Knight CA, Applegate B, Gore JC, et al. Comparison of MRI with EMG to study muscle activity associated with dynamic plantar flexion. *Magnetic resonance imaging.* 2003;21(8):853-61.
168. Fisher MJ, Meyer RA, Adams GR, Foley JM, Potchen EJ. Direct relationship between proton T2 and exercise intensity in skeletal muscle MR images. *Invest Radiol.* 1990;25(5):480-5.
169. Amiri-Arimi S, Mohseni Bandpei M, Rezasoltani A, Javanshir K, Biglarian A. Measurement of cervical multifidus and longus colli muscle dimensions in patients with cervical radiculopathy and healthy controls using ultrasonography: a reliability study. *PM&R.* 2019;11(3):236-42.
170. Lee J-P, Tseng W-YI, Shau Y-W, Wang C-L, Wang H-K, Wang S-F. Measurement of segmental cervical multifidus contraction by ultrasonography in asymptomatic adults. *Man Ther.* 2007;12(3):286-94.
171. Fortin M, Wilk N, Dobrescu O, Martel P, Santaguida C, Weber MH. Relationship between cervical muscle morphology evaluated by MRI, cervical

muscle strength and functional outcomes in patients with degenerative cervical myelopathy. *Musculoskelet Sci Pract.* 2018;38:1-7.

172. Hides J, Wilson S, Stanton W, McMahon S, Keto H, McMahon K, et al. An MRI investigation into the function of the transversus abdominis muscle during “drawing-in” of the abdominal wall. *Spine.* 2006;31(6):E175-E8.
173. Enoka RM. *Neuromechanics of human movement.* 5th ed. Champaign, IL: Human kinetics; 2015.
174. Versteegh T, Beaudet D, Greenbaum M, Hellyer L, Tritton A, Walton D. Evaluating the reliability of a novel neck-strength assessment protocol for healthy adults using self-generated resistance with a hand-held dynamometer. *Physiother Can.* 2015;67(1):58-64.
175. Lovett RW, Martin EG. Certain aspects of infantile paralysis: with a description of a method of muscle testing. *J Am Med Assoc.* 1916;66(10):729-33.
176. Peolsson A, Almkvist C, Dahlberg C, Lindqvist S, Pettersson S. Age-and sex-specific reference values of a test of neck muscle endurance. *J Manipulative Physiol Ther.* 2007;30(3):171-7.
177. Olson LE, Millar AL, Dunker J, Hicks J, Glanz D. Reliability of a clinical test for deep cervical flexor endurance. *J Manipulative Physiol Ther.* 2006;29(2):134-8.
178. Kahlaee AH, Rezasoltani A, Ghamkhar L. Is the clinical cervical extensor endurance test capable of differentiating the local and global muscles? *Spine J.* 2017;17(7):913-21.
179. Youdas JW, Garrett TR, Suman VJ, Bogard CL, Hallman HO, Carey JR. Normal range of motion of the cervical spine: an initial goniometric study. *Physical therapy.* 1992;72(11):770-80.
180. Fletcher JP, Bandy WD. Intrarater reliability of CROM measurement of cervical spine active range of motion in persons with and without neck pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2008;38(10):640-5.
181. Tousignant M, de Bellefeuille L, O'Donoghue S, Grahovac S. Criterion validity of the cervical range of motion (CROM) goniometer for cervical flexion and extension. *Spine.* 2000;25(3):324-30.
182. Pan F, Arshad R, Zander T, Reitmaier S, Schroll A, Schmidt H. The effect of age and sex on the cervical range of motion—A systematic review and meta-analysis. *J Biomech.* 2018;75:13-27.
183. Xing R, Liu W, Li X, Jiang L, Yishakea M, Dong J. Characteristics of cervical sagittal parameters in healthy cervical spine adults and patients with cervical disc degeneration. *BMC Musculoskelet Disord.* 2018;19(1):37.
184. Weinberg DS, Chugh AJ, Gebhart JJ, Eubanks JD. Magnetic resonance imaging of the cervical spine under-represents sagittal plane deformity in degenerative myelopathy patients. *Int J Spine Surg.* 2016;10:32.
185. Liu W, Fan J, Bai J, Tang P, Chen J, Luo Y, et al. Magnetic resonance imaging: A possible alternative to a standing lateral radiograph for evaluating cervical

- sagittal alignment in patients with cervical disc herniation? *Medicine*. 2017;96(39).
186. Harrison DE, Harrison DD, Cailliet R, Troyanovich SJ, Janik TJ, Holland B. Cobb method or Harrison posterior tangent method: which to choose for lateral cervical radiographic analysis. *Spine*. 2000;25(16):2072-8.
 187. Borden AB, Rechtman A, Gershon-Cohen J. The normal cervical lordosis. *Radiology*. 1960;74(5):806-9.
 188. Karabag H, Iplikcioglu AC. The assessment of upright cervical spinal alignment using supine MRI studies. *Clin Spine Surg*. 2017;30(7):E892-E5.
 189. Boland DM, Neufeld EV, Ruddell J, Dolezal BA, Cooper CB. Inter-and intra-rater agreement of static posture analysis using a mobile application. *J Phys Ther Sci*. 2016;28(12):3398-402.
 190. Szucs KA, Brown EVD. Rater reliability and construct validity of a mobile application for posture analysis. *J Phys Ther Sci*. 2018;30(1):31-6.
 191. McRoberts LB, Cloud RM, Black CM. Evaluation of the New York Posture Rating Chart for assessing changes in postural alignment in a garment study. *Clothing and Textiles Research Journal*. 2013;31(2):81-96.
 192. Panjabi MM, Lydon C, Vasavada A, Grob D, Dvorak J. On the understanding of clinical instability. *Spine*. 1994;19(23):2642-50.
 193. Izquierdo TG, Pecos-Martin D, Girbés EL, Plaza-Manzano G, Caldentey RR, Melús RM, et al. Comparison of cranio-cervical flexion training versus cervical proprioception training in patients with chronic neck pain: A randomized controlled clinical trial. *J Rehabil Med*. 2016;48(1):48-55.
 194. McKenzie R, May S. *The lumbar spine: mechanical diagnosis and therapy*. 2nd ed. TX: Orthopedic physical therapy products; 2003.
 195. Kim J, Kim S, Shim J, Kim H, Moon S, Lee N, et al. Effects of McKenzie exercise, Kinesio taping, and myofascial release on the forward head posture. *J Phys Ther Sci*. 2018;30(8):1103-7.
 196. Ishikawa H, Muraki T, Morise S, Sekiguchi Y, Yamamoto N, Itoi E, et al. Changes in stiffness of the dorsal scapular muscles before and after computer work: a comparison between individuals with and without neck and shoulder complaints. *Eur J Appl Physiol*. 2017;117(1):179-87.
 197. Farrell SF, Smith AD, Hancock MJ, Webb AL, Sterling M. Cervical spine findings on MRI in people with neck pain compared with pain-free controls: A systematic review and meta-analysis. *J Magn Reson Imaging*. 2019;49(6):1638-54.
 198. Arnold CM, Warkentin KD, Chilibeck PD, Magnus CR. The reliability and validity of handheld dynamometry for the measurement of lower-extremity muscle strength in older adults. *J Strength Cond Res*. 2010;24(3):815-24.
 199. Edmondston SJ, Wallumrød ME, MacLéid F, Kvamme LS, Joebgas S, Brabham GC. Reliability of isometric muscle endurance tests in subjects with postural neck pain. *J Manipulative Physiol Ther*. 2008;31(5):348-54.

200. Tousignant M, Smeesters C, Breton A-M, Breton É, Corriveau H. Criterion validity study of the cervical range of motion (CROM) device for rotational range of motion on healthy adults. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2006;36(4):242-8.
201. Furlanetto TS, Sedrez JA, Candotti CT, Loss JF. Reference values for Cobb angles when evaluating the spine in the sagittal plane: a systematic review with meta-analysis. *Motricidade*. 2018;14(2-3):115-28.
202. Hopkins BCB. Validity of PostureScreen Mobile® in the measurement of standing posture [Yüksek lisans tezi]. Provo: Brigham Young University; 2014.
203. Falla D, O'Leary S, Farina D, Jull G. The change in deep cervical flexor activity after training is associated with the degree of pain reduction in patients with chronic neck pain. *Clin J Pain*. 2012;28(7):628-34.
204. O'leary S, Falla D, Elliott JM, Jull G. Muscle dysfunction in cervical spine pain: implications for assessment and management. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2009;39(5):324-33.
205. Ghaderi F, Jafarabadi MA, Javanshir K. The clinical and EMG assessment of the effects of stabilization exercise on nonspecific chronic neck pain: A randomized controlled trial. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2017;30(2):211-9.
206. Schomacher J, Petzke F, Falla D. Localised resistance selectively activates the semispinalis cervicis muscle in patients with neck pain. *Man Ther*. 2012;17(6):544-8.
207. Schomacher J, Erlenwein J, Dieterich A, Petzke F, Falla D. Can neck exercises enhance the activation of the semispinalis cervicis relative to the splenius capitis at specific spinal levels? *Man Ther*. 2015;20(5):694-702.
208. Elliott JM, O'Leary SP, Cagnie B, Durbridge G, Danneels L, Jull G. Craniocervical orientation affects muscle activation when exercising the cervical extensors in healthy subjects. *Arch Phys Med Rehabil*. 2010;91(9):1418-22.
209. Falla D, Jull G, Hodges P. Training the cervical muscles with prescribed motor tasks does not change muscle activation during a functional activity. *Man Ther*. 2008;13(6):507-12.
210. Falla D, Lindstrøm R, Rechter L, Boudreau S, Petzke F. Effectiveness of an 8-week exercise programme on pain and specificity of neck muscle activity in patients with chronic neck pain: A randomized controlled study. *Eur J Pain*. 2013;17(10):1517-28.
211. Lee J, Kim D, Yu K, Cho Y, You JH. Comparison of isometric cervical flexor and isometric cervical extensor system exercises on patients with neuromuscular imbalance and cervical crossed syndrome associated forward head posture. *Biomed Mater Eng*. 2018;29(3):289-98.
212. Wakahara T, Ema R, Miyamoto N, Kawakami Y. Inter-and intramuscular differences in training-induced hypertrophy of the quadriceps femoris: association with muscle activation during the first training session. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2017;37(4):405-12.

213. Franchi MV, Longo S, Mallinson J, Quinlan JI, Taylor T, Greenhaff PL, et al. Muscle thickness correlates to muscle cross-sectional area in the assessment of strength training-induced hypertrophy. *Scand J Med Sci Sports*. 2018;28(3):846-53.
214. Lee H-j, Park H-s, Park J-m. The Effects of cervical stabilization exercise on neck pain, range of motion, and deep cervical muscle strength in patients with chronic neck pain. *J Korean Acad Orthop Man Physi Ther*. 2019;25(1):9-19.
215. Suvarnnato T, Puntumetakul R, Uthairak S, Boucaut R. Effect of specific deep cervical muscle exercises on functional disability, pain intensity, craniovertebral angle, and neck-muscle strength in chronic mechanical neck pain: a randomized controlled trial. *J Pain Res*. 2019;12:915.
216. Nezamuddin M, Anwer S, Khan SA, Equebal A. Efficacy of pressure-biofeedback guided deep cervical flexor training on neck pain and muscle performance in visual display terminal operators. *Journal of musculoskeletal research*. 2013;16(03):1350011.
217. Tsai Y, Lee T, Kuo Y. Effects of cervical stabilization/strengthening exercises in violinists with chronic nonspecific neck pain. *Ann Phys Rehabil Med*. 2018;61:e148.
218. Celenay ST, Akbayrak T, Kaya DO. A comparison of the effects of stabilization exercises plus manual therapy to those of stabilization exercises alone in patients with nonspecific mechanical neck pain: a randomized clinical trial. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2016;46(2):44-55.
219. Battecha KH, Raoof NAA, Kamel DM, Tantawy SA. The effect of cranio-cervical flexion training and rest breaks on neck pain and functional performance in visual display unit users. *Bioscience research*. 2018;15(4):3695-704.
220. Beer A, Treleaven J, Jull G. Can a functional postural exercise improve performance in the cranio-cervical flexion test?—A preliminary study. *Man Ther*. 2012;17(3):219-24.

8. EKLER

EK-1. Etik Kurul İzni

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Sağlıklı Bireylerde, Fleksör ve Ekstansör Kaslara Odaklanmış Servikal Spinal Stabilizasyon Egzersiz Programlarının Servikal Kaslarda Oluşturduğu Morfolojik Değişikliklerin Manyetik Rezonans Görüntüleme ile İncelenmesi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	KA-180136

DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı	Açıklama
	SIGORTA	☐
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	☒ 04.01.2019
	BIYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	☐
	İLAN	☐
	YILLIK BİLDİRİM	☐
	SONUÇ RAPORU	☐
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	☐
	DİĞER:	☐
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 2019/01-48 (KA-180136)	Toplantı Tarihi: 01.01.2019
	Üniversitemiz Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Prof. Dr. Hâtice Kader KARLI OĞUZ'un sorumlu araştırmacısı ve koordinatörü olduğu, Prof. Dr. Nezire KÖSE'nin danışmanlığını üstlendiği, Uzm. Fzt. Erdi KAYABINAR'ın tezi olan (KA-180136) kayıt numaralı ve "Sağlıklı Bireylerde, Fleksör ve Ekstansör Kaslara Odaklanmış Servikal Spinal Stabilizasyon Egzersiz Programlarının Servikal Kaslarda Oluşturduğu Morfolojik Değişikliklerin Manyetik Rezonans Görüntüleme ile İncelenmesi" Yöntem Karşılaştırma Çalışması başlıklı proje öneri dosyasına ait yukarıda detaylı bilgileri verilen belge ve dokümanlar, araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve bilgi edinilmiş olup, tıbbi etik açıdan uygun bulunmuştur. İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumundan izin alınması gerekmektedir.	

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU							
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI				İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu			
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:				Prof. Dr. Mutlu HAYRAN			
Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	Araştırma ile ilişkisi		Katılım*	İmzası:
Prof. Dr. Mutlu HAYRAN Başkan	Preventif Onkoloji	Hacettepe Ü. Onkoloji Enstitüsü	E	E ☐	H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Türkan ELDEN Başkan Yardımcısı	Farmasötik Biyoteknoloji	Hacettepe Ü. Ecz. F.	K	E ☐	H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Murat Yurdakök	Çocuk Sağl. ve Hst. (Neonatoloji)	Hacettepe Ü. Tıp F.	E	E ☐	H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Nurgün Sayınalp	İç Hst. Hematoloji	Hacettepe Ü. Tıp F.	K	E ☐	H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Ayşe Küçükdeveci	Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon	Ankara Ü. Tıp F.	K	E ☐	H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Nuket Örneken Buken	Tıp Tarihi ve Etik	Hacettepe Ü. Tıp F.	K	E ☐	H ☒	E ☐ H ☒	
Prof. Dr. Mehmet Uğur	Biyofizik	Ankara Ü. Tıp F.	E	E ☐	H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. İnci Erdemli	Farmakoloji	Hacettepe Ü. Eczacılık F.	K	E ☐	H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Erdem Karabulut (Bildirimlerden Sorumlu Üye)	Biyoistatistik	Hacettepe Ü. Tıp F.	E	E ☐	H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Hamdi Cem Güngör	Çocuk Diş Hekimliği	Hacettepe Ü. Diş Hekimliği F.	E	E ☐	H ☒	E ☐ H ☒	
Doç. Dr. Zafer Arık	İç Hst. Tıbbi Onkoloji	Hacettepe Ü. Tıp Fakültesi	E	E ☐	H ☒	E ☒ H ☐	
Doç. Dr. Ümit Murat Şahiner	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	Hacettepe Ü. Tıp Fakültesi	E	E ☐	H ☒	E ☒ H ☐	
Doç. Dr. Mehmet Hakan ÖZSOY	Ortopedi ve Travmatoloji	Memorial Ankara Hastanesi	E	E ☐	H ☒	E ☒ H ☐	
Av. Meltem Onurlu	Avukat	Hacettepe Ü. Hukuk Müşavirliği	K	E ☐	H ☒	E ☒ H ☐	
Fatma Nesrin Şeyhismailoğlu	Sivil Üye	-	K	E ☐	H ☒	E ☐ H ☒	

*: Toplantıda Bulunma

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Mutlu HAYRAN
İmzası:

Not: Etik Kurul Başkanı'nın her sayfada imzası yer almalıdır.

77

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Sağlıklı Bireylerde, Fleksör ve Ekstansör Kaslara Odaklanmış Servikal Spinal Stabilizasyon Egzersiz Programlarının Servikal Kaslarda Oluşturduğu Morfolojik Değişikliklerin Manyetik Rezonans Görüntüleme ile İncelenmesi	
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	KA-180136	
ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
	AÇIK ADRESİ	Hacettepe Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu 06100 Altındağ / ANKARA
	TELEFON	0312 305 3498
	FAKS	0312 310 0580
	E-POSTA	klินิกetik@hacettepe.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Prof. Dr. Hatice Kader KARLI OĞUZ			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Radyoloji			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı			
	VARSA İDARİ SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI				
	DESTEKLEYİCİ				
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)				
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ				
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1	☐		
		FAZ 2	☐		
		FAZ 3	☐		
FAZ 4		☐			
Gözlemsel ilaç çalışması		☐			
Tıbbi cihaz klinik araştırması		☐			
İn vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları		☐			
İlaç dışı klinik araştırma		☐			
	Diğer ise belirtiniz Yöntem Karşılaştırma Çalışması				
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒	ÇOK MERKEZLİ ☐	ULUSAL ☒	ULUSLARARASI ☐	

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	04.01.2019	1	Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	04.01.2019	1	Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	OLGU RAPOR FORMU	04.01.2019	1	Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe ☐ İngilizce ☐ Diğer ☐

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Mutlu HAYRAN
İmzası:

Not: Etik Kurul Başkanı'nın her sayfada imzası yer almalıdır.

EK-2. New York Postür Analizi

	5	3	1	1.	2.	3.
A	Baş dik garibe lüzü dırık uzakından geçiyor	Baş hafifçe yavaş eğilmiş veya dırık	Baş ağırlı derecede yavaş eğilmiş veya dırık			
B	Omuzlar yavaş paralı	Bir omuz diğerinden hafifçe yukarıda	Bir omuz diğerinden ağırlı derecede yukarıda			
C	Omurga dırık	Omurga hafif yavaş eğilmiş	Omurga ağırlı derecede eğilmiş			
D	Kalçalar yavaş paralı	Bir kalça diğerinden hafifçe yukarıda	Bir kalça ağırlı derecede diğerinden yukarıda			
E	Ayakkal düz	Ayakkal hafifçe eğik	Ayakkal ağırlı derecede			
F	Ayakkal yavaş	Ayakkal hafif eğik	Ayakkal ağırlı eğik			
	5 normal	3 orta seviyede	1 ileri seviyede	Birinci sayfa toplamı		

DİRİNCİ SAYFA TOPLAMI

--	--	--

G				1.	2.	3.
	Boyun dik gırtlak içinde, baş önünde tertişler dengede	Boyun hafif önde gırtlak hafif dengede	Boyun ileri denizde önde gırtlak ileri den- de dengede			
H						
	Göğüs yaka denizde vücut tertişler dengede	Göğüs hafif denizde öğleni	Göğüs ileri den- de öğleni (öğleni)			
I						
	Omuzlar denizde	Omuzlar hafif denizde	Omuzlar denizde			
J						
	Öst üst normal	Öst üst hafif yuvada	Öst üst ileri den- de yuvada			
K						
	Göğüs dik	Göğüs hafif gırtlak	Göğüs gırtlak ileri denizde açıklanmış			
L						
	Karın dik	Karın denizde	Karın denizde ve açılmış			
M						
	Akıl den normal	Akıl den hafif denizde	Akıl den den denizde			
5 normal 3 orta denizde 1 den denizde			TOPLAM SKOR			
1. Eğer sol kol denizde açıklanmışa uygun ise 5 puan 2. Eğer orta kol denizde açıklanmışa uygun ise 3 puan 3. Eğer sağ kol denizde açıklanmışa uygun ise 1 puan ekleyin.						

EK-3. Orjinallik Ekran Çıktısı

SAĞLIKLI BİREYLERDE, FLEKSÖR VE EKSTANSÖR
KASLARA ODAKLANMIŞ SERVİKAL SPİNAL STABİLİZASYON
EGZERSİZ PROGRAMLARININ SERVİKAL KASLARDA
OLUŞTURDUĞU MORFOLOJİK DEĞİŞİKLİKLERİN MANYETİK
REZONANS GÖRÜNTÜLEM

ORIJINALLIK RAPORU

% 3	% 3	% 1	% 1
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	% 1
2	openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<% 1
3	fisheries.ege.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
4	adusaglikbilimlerikongresi.com İnternet Kaynağı	<% 1
5	tip.fusabil.org İnternet Kaynağı	<% 1
6	Submitted to Ege Üniversitesi Öğrenci Ödevi	<% 1
7	Submitted to Nevşehir Üniversitesi Öğrenci Ödevi	<% 1

EK-4. Dijital Makbuzu



Dijital Makbuz

Bu makbuz ödevinizin Turnitin'e ulaştığını bildirmektedir. Gönderiminize dair bilgiler şöyledir:

Gönderinizin ilk sayfası aşağıda gönderilmektedir.

Gönderen: Erdi Kayabınar
 Ödev başlığı: Tezler
 Gönderi Başlığı: SAĞLIKLI BİREYLERDE, FLEKSÖR...
 Dosya adı: Erdi_KAYABINAR_23.12.2020d_zel...
 Dosya boyutu: 3.92M
 Sayfa sayısı: 100
 Kelime sayısı: 22,589
 Karakter sayısı: 162,201
 Gönderim Tarihi: 23-Ara-2020 09:58AM (UTC+0300)
 Gönderim Numarası: 1480792342



9. ÖZGEÇMİŞ

1. Kişisel Bilgiler

Ad Soyad : Erdi KAYABINAR
 Doğum Tarihi ve Yeri : 09 Eylül 1990 – KEÇİÖREN
 Medeni Durum : Evli
 E-Mail Adresi : erdikayabinar@gmail.com

2. Eğitim Bilgileri

Yıl	Derece	Üniversite	Alan
2016-devam ediyor	Doktora	Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon ABD.	Nöroloji Fizyoterapistliği
2012-2016	Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü	Fizyoterapi ve Rehabilitasyon
2008-2012	Lisans	Abant İzzet Baysal Üniversitesi Kemal Demir Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu	Fizyoterapi ve Rehabilitasyon

3. İş Deneyimleri

Dönem	Unvan	Yer
2013-2014	Araştırma Görevlisi	Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Edirne
2014-2015	Fizyoterapist	Bağcılar Eğitim ve Araştırma Hastanesi, İstanbul
2015-devam	Öğretim Görevlisi	Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Kozaklı Meslek Yüksekokulu, Fizyoterapi Programı, Nevşehir

4. Bilimsel Faaliyetler

Projelerde Alınan Görevler:

1. Sağlıklı bireylerde, fleksör ve ekstansör kaslara odaklanmış servikal spinal stabilizasyon egzersiz programlarının servikal kaslarda oluşturduğu morfolojik değişikliklerin manyetik rezonans görüntüleme ile incelenmesi. Yükseköğretim Kurumları tarafından destekli bilimsel araştırma projesi, Araştırmacı, 31/05/2019 (Devam Ediyor) (HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ BAP TDK-2019-17897).

Uluslararası hakemli SCI, SSCI, SCI-E indeksli dergilerde yayımlanan makaleler:

1. **Kayabınar, E.**, Kayabınar, B., Önal, B., Zengin, HY., Köse, N. The musculoskeletal problems and psychosocial status of teachers giving online education during the COVID-19 pandemic and preventive telerehabilitation for musculoskeletal problems, WORK: A Journal of Prevention, Assessment & Rehabilitation. (Kabul edilmiş makale)
2. Özdiç S., **Kayabınar E.**, Özen T., Turan FN., Yılmaz S. (2019). Musculoskeletal problems in academicians and related factors in Turkey. Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation, 32(6), 833-839., Doi: 10.3233/BMR-181171.
3. **Kayabınar E**, Özalp M, Koçyiğit MF., As İ., Elbasan B. (2019). The effects of robotic and conventional gait training in addition to neurodevelopmental treatment on balance, mobility, and health-related quality of life in patients with stroke. Neurological Sciences and Neurophysiology, 36(2), 112-119., Doi: 10.5152/NSN.2019.10027.

Ulusal hakemli dergilerde yayımlanan vaka takdimleri:

1. Köse N., **Kayabınar E.**, Türkmen C., Parlak Ş., Karlı Oğuz HK. (2019). The Investigation of the Acute Effect of Craniocervical Flexion Exercise and Local Vibration on Semispinalis Cervicis and Multifidus Muscle Activation in a Healthy Individual. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 6(1), 55-66., Doi: <https://doi.org/10.21020/husbfd.452394>.

Ulusal ve uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler:

1. **Kayabınar E**, Türkmen C, Parlak Ş, Karlı Oğuz HK, Bilgin S, Köse N (2018). Servikal kaslarda kraniyoservikal fleksiyon egzersizlerinin neden olduğu mimari ve fonksiyonel değişikliklerin fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRG) yöntemi kullanılarak incelenmesi: Bir olgu çalışması. XVII. Fizyoterapi ve Rehabilitasyonda Gelişmeler Kongresi, 29(2), 82-82. (Özet Bildiri/Poster)
2. Kayabınar B, **Kayabınar E**, Yılmaz Ö (2019). Kronik inmeli hastalarda ikili görev performansı ile kognitif düzey arasındaki ilişkinin incelenmesi. 7.Ulusal Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Kongresi, 30(2), 126-1269. (Özet Bildiri/Poster).

Kongre ve seminerler:

1. 02.05.2018 İnme Rehabilitasyon, 4. Geleneksel Bahar Sempozyumu, Kırşehir
2. 29.03.2018-31.03.2018 1.Nörolojik Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Kongresi - İzmir
3. 26.04.2012-28.04.2012 14. Fizyoterapide Gelişmeler Kongresi – Ürgüp/ Nevşehir
4. 19.10.2011-22.10.2011 6. Ulusal Spor Fizyoterapistleri Kongresi – Kuşadası