



T.C.

GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ADÖLESAN İDİOPATİK SKOLYOZLU HASTALARDA BAZI BAŞ
VE BOYUN KASLARININ MYOTONOMETRİK ÖZELLİKLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Mustafa ÖZDEMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANATOMİ ANABİLİM DALI

Anatomi Yüksek Lisans Programı

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Ömer Faruk CİHAN

Gaziantep

2024



T.C.

GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ADÖLESAN İDİOPATİK SKOLYOZLU HASTALARDA BAZI BAŞ
VE BOYUN KASLARININ MYOTONOMETRİK ÖZELLİKLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Mustafa ÖZDEMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANATOMİ ANABİLİM DALI

Anatomi Yüksek Lisans Programı

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Ömer Faruk CİHAN

Gaziantep

2024

T.C.
GAZIANTEP ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ANATOMİ ANABİLİM DALI
Anatomi Yüksek Lisans Programı

ADÖLESAN İDİOPATİK SKOLYOZLU HASTALARDA BAZI BAŞ VE BOYUN
KASLARININ MYOTONOMETRİK ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Mustafa ÖZDEMİR

Tez Savunma Tarihi : 11/07/2024

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Onayı

Doç. Dr. Davut Sinan KAPLAN
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne; Bu çalışmanın bir “Yüksek Lisans” derecesi için uygun ve yeterli bir çalışma olduğunu onaylıyorum.

Prof. Dr. Piraye KERVANCIOĞLU
Anabilim Dalı Başkanı

Bu tez tarafımda okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir “Yüksek Lisans” tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Ömer Faruk CİHAN
Tez Danışmanı

Bu tez tarafımda okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir “Yüksek Lisans” tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Prof. Dr. Piraye KERVANCIOĞLU

Doç. Dr. Ömer Faruk CİHAN

Doç. Dr. Rabia TAŞDEMİR

İmza

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Temmuz, 2024

Mustafa ÖZDEMİR



TEŞEKKÜR

Tezimin tüm aşamalarında bilimsel desteğini ve tecrübesini sunan, sabırla hedeflerime ulaşmamda her zaman ışık olan Tez Danışmanım Doç. Dr. Ömer Faruk Cihan'a,

Her zaman desteğini hissettiğim Anabilim Dalı Başkanımız Prof. Dr. Piraye Kervancıoğlu'na,

Yüksek lisans eğitim süresince eğitimime katkıda bulunan Anatomi Anabilim Dalı Öğretim Üyeleri Prof. Dr. Mustafa ORHAN, Prof. Dr. Erdem Gümüşburun, Doç. Dr. İlhan Bahşi'ye,

Yüksek lisans süresince her zaman manevi desteğini ve yardımını hissettiğim Anatomi Anabilim Dalı Öğretim üyesi Doç. Dr. Orhan Beger'e,

Yüksek Lisans eğitimim boyunca her daim yanımda olan her zaman desteklerini hissettiğim Dr. Seda Adanır, Öğr. Gör. Rümeyza İnce, Öğr. Gör. Fatma Sevmez, Bilim Uzmanı Hadice Uçar, Bilim Uzmanı Ayşe Özdemir Öğr. Gör. Ayşenur İnceoğlu'na,

Varlığıyla her zaman gurur ve mutluluk duyduğum, desteğini asla esirgemeyen, daima örnek alacağım Prof. Dr. Hacı Murat Şahin'e,

Hayatım boyunca her daim yanımda olan beni yetiştiren ve bugünlere gelmemi sağlayan bütün zorluklarda desteklerini asla esirgemeyen canım babam Mali Müşavir Müslüm Özdemir ve biricik annem Gülsüm Özdemir, en büyük hazinem canım kardeşlerim Merve Özdemir Parlak, Arda Cesur Özdemir ve ailemizin en küçük üyesi miniğimiz sevgili yeğenim Neva'ya,

Benim için çok kıymetli ve değerli anne yarım canım teyzem Vet. Dr. Hülya Özdemir'e,

Varlığıyla her zaman yanımda olan güç ve mutluluk veren can dostlarım Yük. Endüstri Müh. Fadıl Uncuoğlu, Uzm. Dr. Ali Erol, Arş. Gör. Abdullah Bora, J. Üsteğmen Abdülkadir Elaldılar, Fzt. Emre Soydan'a ve Şeymanur Yıldırım'a

Bu günlere gelmemde en büyük destekçim her zaman benimle beraber olan, eşsiz ve bir o kadar da kıymetli ve değerli hayat arkadaşım, dünyanın en güzel radyoloğu Arş. Gör. Dr. Gülendamar Bozgeyik Özdemir'e

Sonsuz teşekkürler...

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ.....	iv
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
RESİM LİSTESİ.....	vi
TABLolar LİSTESİ	vii
ÖZET	8
ABSTRACT.....	9
1. GİRİŞ VE AMAÇ	10
2. GENEL BİLGİLER	13
2.1. Columna Vertebralis Embriyolojisi	13
2.2. Columna Vertebralis Anatomisi	15
2.2.1. Buldukları bölgeye göre vertebra lar.....	19
2.2.2. Columna vertebralisin vasküler yapısı	22
2.3. Columna vertebralis biyomekanikği	22
2.4. Skolyoz	23
2.4.1. Skolyoz sınıflaması	25
2.4.2. Terminoloji.....	27
2.4.3. İdiopatik skolyoz	28
2.4.4. Adölesan idiyopatik skolyoz	29
2.4.5. MyotonPRO	33
3. GEREÇ VE YÖNTEM	34
3.1. Bireyler	34
3.2. Ölçme ve değerlendirmeler	36
3.2.1. Kasların myotonometrik özelliklerinin değerlendirilmesi	36
3.3. Ölçülen parametreler	37
3.3.1. Musculus masseter'in myotonometrik ölçümü	37
3.3.2. Musculus semispinalis capitis'in myotonometrik ölçümü	38
3.3.3. Musculus sternocleidomastoideus'un myotonometrik ölçümü	39
3.4. İstatistiksel analiz	40
4. BULGULAR	41

5. TARTIŞMA.....	47
6. SONUÇ	51
7. KAYNAKLAR.....	52
8. EKLER	64
9. ÖZGEÇMİŞ	65



KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

AİS Adölesan idiopatik skolyoz

CV Columna vertebralis



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 20 günlük embriyoda somit, nörol oluk ve katlantıların meydana gelmeye başlaması	14
Şekil 2.2 Columna vertebralis'in anterior, lateral ve posteriorundan görünümü	17
Şekil 2.3 Columna vertebralis'in fetal dönemden erişkinliğe kadar olan gelişimi	18
Şekil 2.4 Atlas (C1), Axis (C2), C3 ve C4 görünümü	20
Şekil 2.5. Vertebrae cervicales anteriorundan görünüm	21
Şekil 2.6 Hipokratın merdivende ve masada yapmış olduğu tedavi yaklaşımlarının çizimi	23
Şekil 2.7. Hipokratik scamnum	24
Şekil 2.8. Cobb açısı ölçümü	32
Şekil 2.9. Risser bulgusu	32
Şekil 3.10. Akış diagramı	35

RESİM LİSTESİ

- Resim 3.1** Myotonometrik ölçümler (A), (C) sağ m. masseter, (B), (D) sol m. masseter 37
- Resim 3.2** Myotonometrik ölçümler (A), (C) sağ m. semispinalis capitis, (B), (D) sol m. semispinalis capitis 38
- Resim 3.3** Myotonometrik ölçümler (A), (C) sağ m. sternocleidomastoideus, (B), (D) sol m. sternocleidomastoideus 39



TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1 Skolyoz araştırma derneğine göre idiopatik skolyoz sınıflaması.....	29
Tablo 2.2 Risser bulgusuna göre evreleme.....	33
Tablo 4.1 Çalışmaya dahil edilen bireylerin columna vertebralis eğriliğinin konveks ve konkav tarafına göre bazı baş ve boyun kaslarının seans öncesi myotonometrik ölçümlerin karşılaştırılması	41
Tablo 4.2 Çalışmaya dahil edilen bireylerin columna vertebralis eğriliğinin konveks ve konkav tarafına göre bazı baş ve boyun kaslarının seans sonrası myotonometrik ölçümlerinin karşılaştırılması	42
Tablo 4.3 Columna vertebralis'teki eğriliğin konveks ve konkav taraflarındaki bazı baş ve boyun kaslarının seans öncesi ve sonrası myotonometrik ölçümlerinin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması	43
Tablo 4.4 Columna vertebralis eğriliğinin konveks ve konkav tarafına göre myotonometrik ölçümleri yapılan kasların birbirleriyle ilişkisi	45

ÖZET

ADÖLESAN İDİOPATİK SKOLYOZLU HASTALARDA BAZI BAŞ VE BOYUN KASLARININ MYOTONOMETRİK ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Mustafa Özdemir

Yüksek Lisans Tezi, Anatomi Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ömer Faruk CİHAN

Temmuz 2024, 65 sayfa

Adölesan idiopatik skolyoz hastalarında columna vertebralis'in etkilenimi kasların yapısını ve viskoelastik özelliklerini değiştirmektedir. Bu çalışmada, adölesan idiopatik skolyoz hastalarında majör eğriliğin yönüne göre belirlenen konveks ve konkav taraftaki m. masseter, m. sternocleidomastoideus, m. semispinalis capitis'in viskoelastik özelliklerini egzersiz seansı öncesi ve sonrasına göre değerlendirmeyi amaçladık. Çalışmaya 40 (29 kız, 11 erkek) birey dahil edildi. Çalışmaya katılan bireylerin m. sternocleidomastoideus, m. semispinalis capitis ve m. masseter'in tonus, sertlik ve elastikiyet parametreleri MyotonPRO cihazı ile fizik tedavi egzersiz seansından önce ve sonra ölçüldü. M. sternocleidomastoideus'un konveks tarafta seans öncesine kıyasla seans sonrasında tonusunun azaldığı saptandı ($p=0,039$). Diğer tüm parametreler için konveks ve konkav tarafta seans öncesine kıyasla seans sonrasında anlamlı fark bulunamadı ($p>0.05$). M. semispinalis capitis'in tonusu ve sertliğinin konveks ve konkav taraf seans öncesi değerleri arasında ve m. masseter'in tonusunun konveks ve konkav taraf seans öncesi değerleri arasında pozitif yönde kuvvetli bir korelasyon saptandı. Sonuç olarak tedavi seansından sonra konveks taraftaki gerginliğin azalmasına bağlı olarak yalnızca m. sternocleidomastoideus'un tonusunda azalma olduğu saptanmıştır. Elde edilen bulguların gelecekteki araştırmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Adölesan idiopatik skolyoz, M. masseter, M. semispinalis capitis, M. sternocleidomastoideus, MyotonPRO

ABSTRACT

EVALUATION OF MYOTONOMETRIC PROPERTIES OF SOME HEAD AND NECK MUSCLES IN PATIENTS WITH ADOLESCENT IDIOPATHIC SCOLIOSIS

Mustafa Özdemir

Master Thesis, Department of Anatomy

Thesis Advisor: Assoc. Prof. Ömer Faruk CİHAN

July 2024, 65 Pages

The involvement of the vertebral column in adolescent idiopathic scoliosis patients changes the structure and viscoelastic properties of the muscles. In this study, we aimed to evaluate the viscoelastic properties of masseter, sternocleidomastoid and semispinalis capitis on the convex and concave sides, determined according to the direction of major curvature, before and after exercise sessions in adolescent idiopathic scoliosis patients. Forty (29 girls, 11 boys) individuals were included in the study. Tonus, stiffness and elasticity parameters of sternocleidomastoid, semispinalis capitis and masseter were measured with MyotonPRO device before and after physical therapy exercise session. It was found that the tone of sternocleidomastoid on the convex side decreased after the session compared to before the session ($p=0.039$). For all other parameters, no significant difference was found on the convex and concave side after the session compared to before the session ($p>0.05$). There was a strong positive correlation between the pre-session values of the tone and stiffness of the semispinalis capitis on the convex and concave sides and between the pre-session values of the tone of the masseter on the convex and concave sides. As a result, it was found that only the tone of sternocleidomastoid decreased after the treatment session due to decreased tension on the convex side. It is thought that the findings obtained will contribute to future research.

Keywords: Adolescent idiopathic scoliosis, Masseter, Semispinalis capitis, Sternocleidomastoid, MyotonPRO

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Skolyoz, columna vertebralis'in frontal düzlemde 10 dereceden fazla lateral eğrilik ve rotasyon gösterdiği bir deformite olarak tanımlanır. Sebebi tam olarak bilinmeyen bu deformite genellikle pubertal büyüme atağı esnasında (10-18 yaş arası) meydana gelir (1-3). Skolyozun etyopatogenezi üzerine birçok çalışma olsa da henüz tam olarak açıklığa kavuşmamıştır. Adölesan idiopatik skolyoz (AİS), skolyozun en yaygın görülen türüdür. AİS'in nasıl meydana geldiğini ve ilerlemesinin sebebini tam olarak ortaya koyan yeteri kadar teori olmasa da; genetik faktörler, hormonlar, çevresel faktörler ve biyomekanik gibi etiyolojisini açıklamaya çalışan birçok teori vardır (2). AİS'in prevalansı populasyonun % 0.93 ile % 12'si arasındadır (4, 5). Literatürde bildirilen prevalans değerleri ise % 2-3'tür. Bu farklılığın sebebi araştırmaların farklı coğrafi bölgelerde yapılması ve epidemiyolojideki farklılıklardan kaynaklanmaktadır (6).

Cobb açısı skolyoz eğriliğinin tanı, tespit ve tedavi sürecinde en sık kullanılan açıdır (7). Skolyozun tanı ve tedavisine öncülük eden Risser ve Cobb'un ortaya koymuş olduğu çalışmalar ışığında cerrahi tedavinin ilkeleri atılmış ve aynı zamanda Cobb tarafından spinal eğriliğin radyolojik olarak ölçümü gösterilmiştir (8, 9). İdiopatik skolyozun meydana gelmesinde primer sebep ne olursa olsun vücudun biyomekaniği değişmiştir (10). İnsan vücudunun simetrik olmadığı bilinen bir gerçektir. 1909 yılında insan vücudunun normal asimetrileri Gaupp tarafından kapsamlı bir şekilde tanımlanmıştır (11). Patoloji olmayan normal bir CV kesinlikle düz veya simetrik değildir (12). CV üzerindeki asimetrik yüklenme, AİS'in ilerlemesine sebep olan nedenlerden biri olabilir (13). Antropometrik olarak yapılan çalışmaların çoğu normal ve skolyozu olan çocuklarda vücut uzunluğunu analiz etmiştir. Bu çalışmaların büyük bir çoğunluğu AİS'li çocukların kendi yaş gruplarına göre daha uzun ve daha ince olduğunu göstermiştir (14, 15). Skolyotik CV konveks ve konkav tarafları arasında farklı büyüme kinetikleri rapor edilmiştir (16). Columna vertebralis'in stabil olabilmesi kemik, faset eklemler ve bağlar ile yer çekimi, kas kuvveti arasındaki etkileşime bağlıdır (17). Kas dengesizliğinin de idiyopatik skolyozda olası bir etiyolojik faktör olduğu uzun zamandır bilinmektedir (18, 19). Yüzey elektromiyografisi kullanılarak paraspinal kaslardaki asimetri üzerine çok sayıda çalışma yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalarda skolyotik eğriliğin konveks taraf yüzey elektromiyografi aktivitesinin daha

fazla olduğu ortaya konulmuş aynı zamanda literatürdeki son çalışmalar da elektromiyografi aktivitesinin skolyotik eğriliğin dışbükey tarafında baskın olduğunu göstermektedir (20-23).

Kasların sertliği, tonusu ve elastikiyeti birçok hastalıkta hem çocuk hem de yetişkin bireyler için önemlidir. Multiple skleroz, temporomandibular bozukluk bunlardan bazılarıdır (24, 25). Başın normalde ağırlık merkezi articulatio atlantooccipitalis'in ön tarafına düşmektedir ve bu nötr olarak başın duruşunu stabilize ederek kas aktivitesini minimum düzeyde tutmaktadır. Başın öne doğru eğilmesi veya sagittal düzleme göre yer değiştirmesi boyun bölgesindeki kasların aktivitesini artırır (26, 27). Stomatognatik sistem ve CV arasında yakın bir ilişki vardır. Aynı zamanda bu sistem ve articulatio temporomandibularis başın uygun anatomik pozisyonunun devam etmesinde aktif rol oynamaktadır (28). Postürüel değişikliklerle birlikte baş ve boyun, çiğneme kasları ve articulatio temporomandibularis gibi stomatognatik sistemi ilgilendiren yapılarda adaptasyonlar görülebilir (29-31). Literatüre baktığımızda skolyozu olan bireylerde temporomandibular eklem rahatsızlığının çok yüksek oranda görüldüğü ve bu durum skolyozu olan bireylerde baş ve boyun kaslarının dengesiyle ilintilendirilmektedir. Ayrıca mandibular asimetriye veya sapmaya sahip bireylerde vertebrae cervicales'de morfolojik açıdan anormalliklerin olduğu ortaya konulmuştur (32). Son dönemde yapılan çalışmalar skolyoz ile mandibulanın deviasyonu arasında önemli bir ilişki olduğunu öne sürmektedir (29). Vücut postüründe meydana gelen değişiklikler baş ve boyun kasları ve çiğneme kasları, ligamentler ve articulatio temporomandibularis gibi ilgili yapıların adaptasyonuna neden olabilir (29-31). AİS'li bireylerde MyotonPRO kullanılarak paravertebral kaslar üzerine çalışmalar bulunmakla birlikte servikal bölge, baş ve boyun kaslarının biyomekaniği üzerine yapılan çalışmaya rastlanılmamıştır (33, 34). AİS'li bireylerde servikal bölge, baş ve boyun kaslarının biyomekaniği üzerine MyotonPRO cihazı kullanılarak yapılan çalışmaya rastlanmamıştır. Skolyozun karmaşık bir patolojiye sahip olması ve CV çevresinde hayati yapılarla olan komşuluğu kasların myotonometrik özelliklerinin bilinmesini önemli kılmaktadır. Bu bilgiler ışığında, ortopedistlerin ve fizyoterapistlerin başarılı bir skolyoz tedavi planlaması yapabilmeleri için kasların tonusu, elastikiyeti ve sertliğinin iyi bilinmesi gerekmektedir. AİS'li bireylerin kaslarının viskoelastik özelliklerine ilişkin mevcut literatüre katkı sağlamak ve geliştirmek amacıyla bu yüksek lisans çalışmasında AİS'li hastaların bilateral m.

masseter, m. semispinalis capitis, m. sternocleidomastoideus'un tonusu, sertliği ve elastikiyeti MyotonPRO kas test cihazı aracılığıyla egzersiz seansı öncesi ve sonrasında CV majör eğriliğinin konveks ve konkav tarafına göre özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

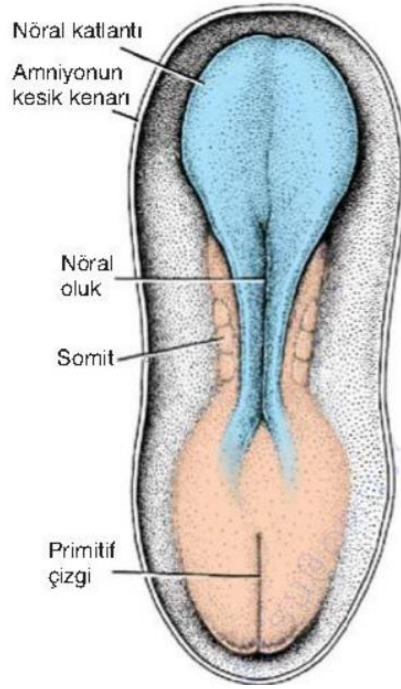


2. GENEL BİLGİLER

2.1. Columna Vertebralis Embriyolojisi

Columna vertebralis gelişimi intrauterin hayatın üçüncü haftasında başlamaktadır. Üçüncü haftanın ilk zamanlarında embriyonik disk hızlıca gelişir ve embriyoyu meydana getirir. Bu hızlı gelişim üç farklı oluşum ile karakterizedir. Bunlar primitif çizginin belirlenmesi, notokordun gelişimi ve embriyonik olarak doku ve organların gelişmesine olanak sağlayan germ tabakasının farklılık geçirmesidir (35). Hamileliğin ikinci haftasının sonu itibariyle birincil bilaminer embriyonik plak, proliferatif tabakalardan hipoblast ve epiblasta sahiptir. Bu proliferatif tabakalar endoderm ve ektodermin öncülleridir. Embriyonik plağın hem dorsal hem de kaudal bölgesindeki hücrelerin bölünüp çoğalması primitif çizgi olarak adlandırılan lineer bir kalın hattın oluşmasına sebep olur. Hücreler çoğalarak primitif çizgi kaudale doğru uzarken aynı zamanda da kalınlaşıp Henson düğümünü oluşturur (36). Bilaminer germ diski 15. güne geldiğinde orta kısmında bir oluk oluşturur ve buraya primitif oluk ismi verilir. Bu oluk embriyonun kranial tarafında ilk derinleşmesini oluşturur ve kaudal tarafa doğru ilerlemesini sürdürür. Derinleşmenin oluşmasıyla buraya primitif çukur adı verilir ve bu çukur kısım etrafında bir araya gelen hücreler primitif düğüm denilen yapıyı oluşturur. Epiblast hücreleri göç ederek üç katman oluşturur; bu katmanlar endoderm, mezoderm ve ektodermdir. Ektoderm, endoderm ve mezoderm olarak adlandırılan üç germ tabakası ayrı ayrı doku ve organların oluşumundan sorumludur (37). Kemik ve kıkırdak embriyolojik olarak mezodermden köken almaktadır. Bilaminer embriyonik diskin trilaminer embriyonik diske dönüşmesi olayına gastrulasyon adı verilir. Üçüncü haftadaki en önemli olay olarak karşımıza çıkan gastrulasyon, vücudun morfogenez açısından oluşumunun ilk aşamasıdır (35, 38, 39). Columna vertebralis'in gelişim evreleri; mezenşimal, kıkırdak ve kemik evreleridir (37). Mezenşimal evre; mezodermden iki adet orta hat yapısı meydana gelir. Bunlardan birisi prekordal plak diğeri ise notokordal çıkıntıdır. Notokordal çıkıntı ilk başta içi boş bir tüp iken daha sonra notokord olarak isimlendirilen bir çubuk şeklini alır. Notokord ilerleyen zamanlarda vertebranın meydana gelmesinde indüklemeye görevini yerine getirir ve corpus vertebrae notokord çevresinde bir araya gelerek nucleus pulposus'u oluşturur.

Notokord oluştuktan sonra mezoderm birbirinden farklı yapılar oluşturur. Bu yapılar paraksiyel, intermediat ve lateral plak mezodermi olarak karşımıza çıkar. Notokordun hemen yanında bulunan paraksiyel mezoderm, somit olarak adlandırılan kritik ve önemli anatomik yapıları oluşturan hücre dizilerine neden olur. Somitler birçok yapının oluşumunda görevlidir. Aksiyel iskelet, deri dermisi ve kas sisteminin oluşumunda sorumludur. Somitler intrauterin hayatın 20. gününde çift halinde ortaya çıkar (Şekil 2.1). Notokorda ilk başlarda 42-44 tane çift halinde somit bulunur. Kranial somitler kafatası tabanını meydana getirir. Kaudalde bulunan 5-7 somit çifti gerilerken gelişim için 37 adet somit çifti kalır. Somit çiftlerinden ilk dördü os occipitale, yüz ve auris interna kemik yapılarını, 5-12 somit çiftleri cervical vertebrae, 13-24 somitler vertebrae thoracicae, 25-29 somitler vertebrae lumbales'i, 30-34 somitler sacrum'u, geriye kalan çiftler ise coccyx'i oluşturmaktadır (40).



Şekil 2.1 20 günlük embriyoda somit, nöral oluk ve katlantıların meydana gelmeye başlaması (41).

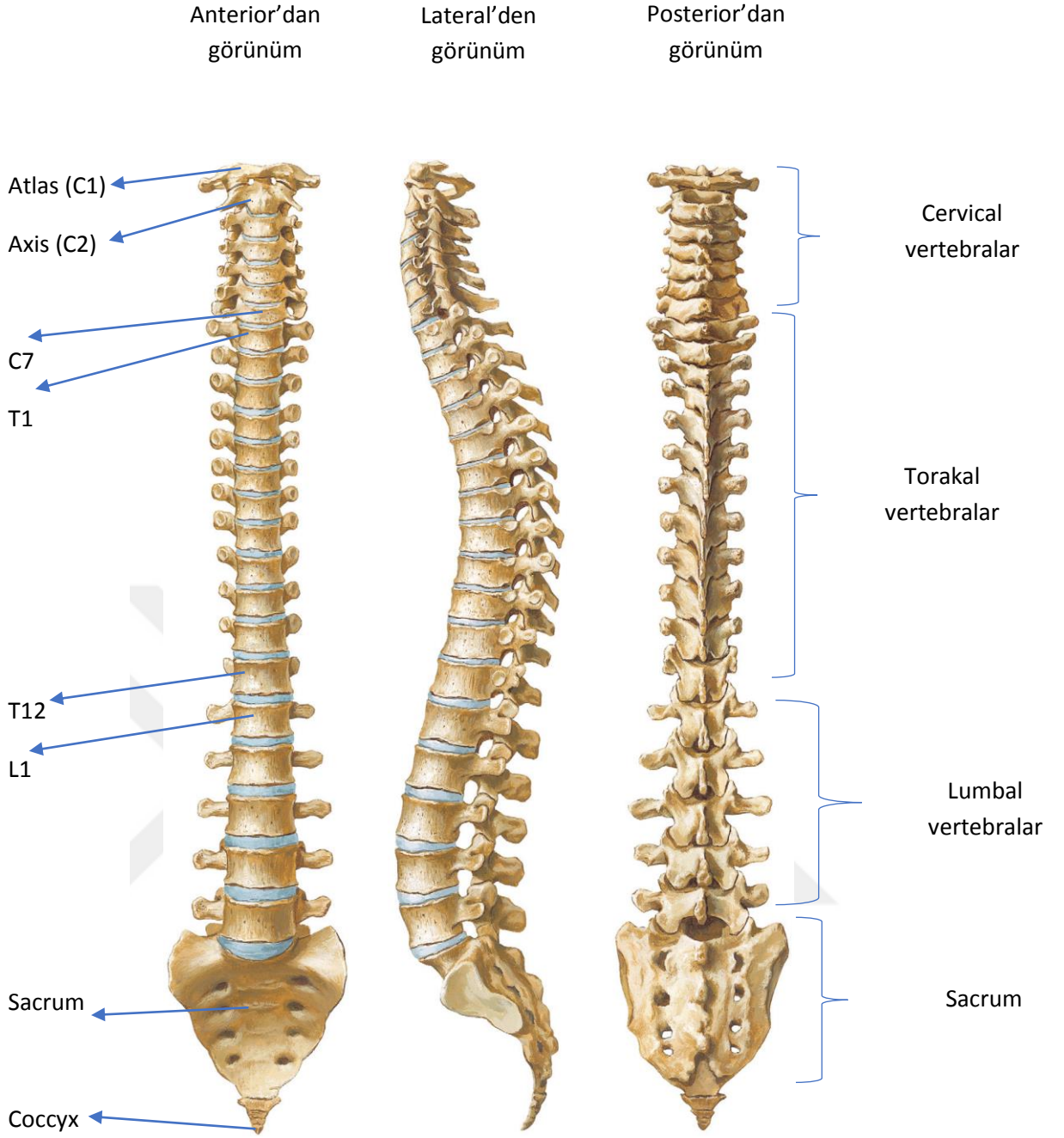
Columna vertebralis gelişiminin kıkırdak evresi incelendiğinde hamileliğin 6. haftasında mezodermde bulunan CV prekürsörü kıkırdak modeline dönüşür. Mezenkimal omurda centrum adı verilen iki kıkırdaklaşma merkezi oluşur. Her bir centrumdaki iki adet merkez birleşip centrum chondrificiens'i oluşturur. Centrum, corpus vertebralis'in

kıkırdak öncüsünü oluşturabilmesi için orta kısımda kaynaşmayı sürdürür. Aynı zamanda arcus vertebrae'nin sahip olduğu merkezleri, centrum ile birleşir. Arcus neuralis'in hemen yanında toplanan iki adet kıkırdaklaşma merkezi dorsal füzyon ile processus spinosus ve arcus neuralis'i oluşturacaktır. Ayrıca bir başka iki adet kıkırdaklaşma merkezi de processus transversus'u oluşturacaktır. Tamamı ile kıkırdak yapıda bir CV oluşuncaya kadar kıkırdaklaşma devam eder (35, 42-44). Columna vertebralis'in kemikleşmesi intrauterin hayatta başlayıp yaşamın ikinci dekatına kadar devam etmektedir. Birey beş yaşına geldiğinde arcus vertebrae kaynaşmış olur (42-44). Columna vertebralis gelişiminin kemik evresine baktığımızda bu oluşum fetal hayatta başlayıp 25 yaşına kadar sürer. Primer kemikleşme merkezleri olarak bilinen, ventral ve dorsal olmak üzere iki adet centrum ossificationis primarium bir araya gelerek tek merkez halini alır. Embriyonik hayatın sonuna kadar üç adet primer merkez bulunur. Bu merkezlerin biri centrumda diğer ikisi ise arcus vertebralis'in yanlarında bulunur. Arcus vertebrae'nin kemikleşmesi sekizinci haftadan itibaren görünür hale gelir. Arcus vertebrae oluşumuna katılan kemikler 5 yaşına kadar kaynaşmış olur. Kaynaşma öncelikle vertebrae lumbales'in olduğu bölgede başlar daha sonra ise cranium'a doğru seyreder (35, 44-46). Puberte evresinden sonra beş adet centrum ossificationis secundarium oluşur. Bunların biri processus spinosus, ikisi processus transversus'un uçlarına aittir. Geriye kalan ikisi ise corpus vertebrae'nin alt ve üst kenarında bulunur (35, 44). Sekonder merkezler yaklaşık 25 yaşlarına kadar birleşmiş olur. İstisnai olarak bazı kemikler; C1, C2, C7, vertebrae lumbales, sacrum ve coccyx tipik kemikleşmeden farklı olarak kemikleşir (47).

2.2. Columna Vertebralis Anatomisi

Columna vertebralis, diğer adıyla spinal kolon ağırlık taşıma merkezi olmanın yanı sıra vücudun esnekliğini ve hareketini sağlayan anatomik bir yapıdır. Columna vertebralis içerisinde merkezi sinir sistemi ile periferik vücut kısımları arasında iletişimi gerçekleştiren ve tüm yaşamsal fonksiyonlardan sorumlu olan medulla spinalis bulunmaktadır. Columna vertebralis; kemik ve ligamentler ile güçlü bir yapı oluşturup medulla spinalis'i korumaktadır. Medulla spinalis'i korumak dışında kaslar için insertio yerini oluşturmak, gövdeyi desteklemek diğer görevlerindedir. 7 adet vertebrae cervicales, 12 adet vertebrae thoracicae, 5 adet vertebrae lumbales ile 5 adet vertebrae

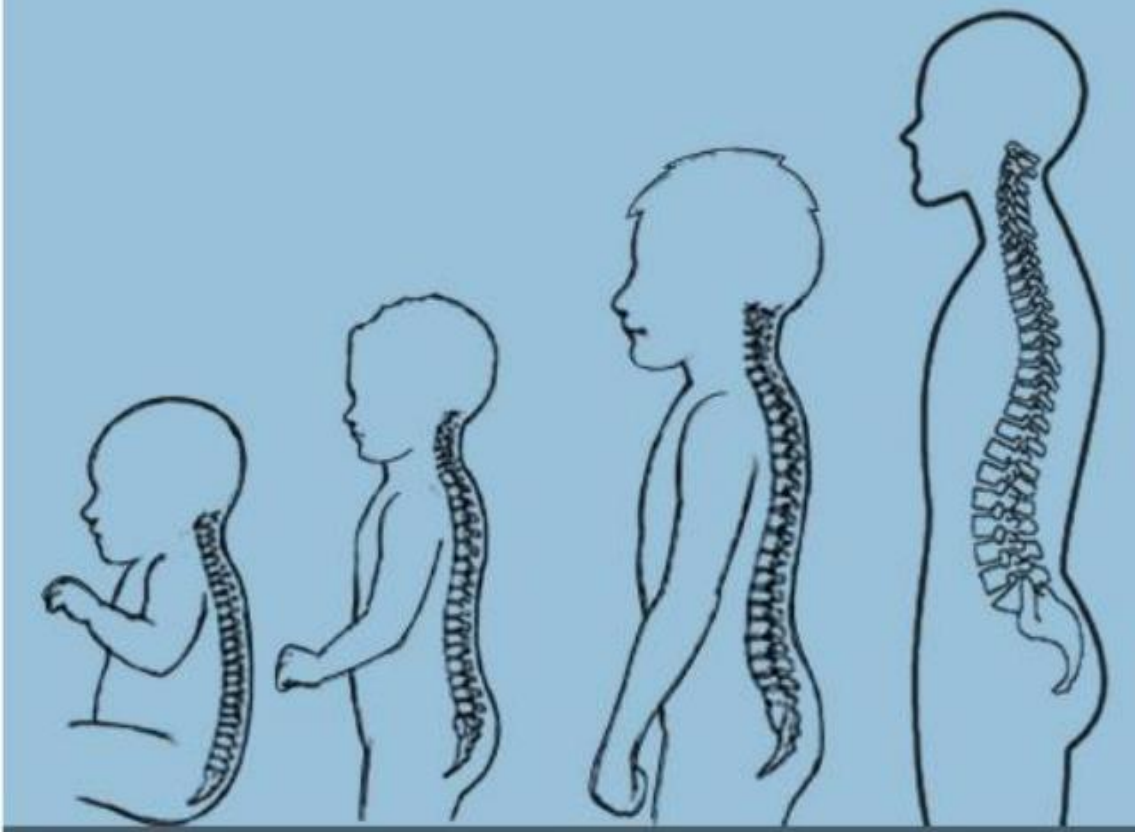
bir araya gelmesi ile oluşan sacrum ve 4 adet vertebranın bir araya gelmesi ile oluşan coccyx toplamda 33 vertebra ile columna vertebralis'i oluşturur. CV'in anterior, lateral ve posteriordan görünümü şekilde gösterildiği gibidir (Şekil 2.2). Columna vertebralis'in ilk üç bölümü hareketli vertebralardan oluşmakta, aralarında discus intervertebralis bulunmaktadır. Gerçek veya presakral vertebra olarak da bilinen hareketli vertebraların yanı sıra, sacrum ve coccyx'de intervertebral diskin olmaması sebebiyle hareket ortaya çıkmaz ve bu omurlara yalancı veya sabit vertebrae denir (48, 49). Vertebraeda meydana gelen hareketler koordinat sistemine göre; frontal, sagittal ve aksiyal eksene göredir. Hareketler bu eksenler etrafında meydana gelmektedir (50). Sagittal plan üzerinde regio cervicalisde 75 derece ekstansiyon, 40 derece fleksiyon; regio lumbalisde 35 derece ekstansiyon, 60 derece fleksiyon; torakal bölgede ise 25 derece ekstansiyon, 45 derece fleksiyon meydana gelir (51, 52). Frontal plan üzerinde regio cervicalisde 35-45, torakalde 20, regio lumbalisde 20 derece lateral fleksiyon meydana gelir. Rotasyon hareketi ise regio cervicalisde 45-50, torakalde 35, regio lumbalisde 5 derece olarak ortaya çıkar (53, 54).



Şekil 2.2 Columna vertebralis'in anterior, lateral ve posterior'dan görünümü (55).

İntrauterin dönemin başlarında ön tarafa doğru konkavite gösteren columna vertebralis yay şeklinde olup fetal dönemin ilerleyen zamanlarında ve doğumdan sonra çeşitli fizyolojik eğrilikler elde eder. Büyüme boyunca başın dik bir konumda tutulmasıyla lordosis cervicalis oluşmaya başlar. Ayağa kalkma ve aynı zamanda dik oturma hareketleriyle lordosis lumbalis oluşmaktadır. CV'in fetal dönemden erişkinliğe kadar gelişim ve değişim süreci şekilde gösterildiği gibidir (Şekil 2.3).

Regio sacralis ve torakaldeki kifotik omurga eğriliği embriyonik dönemde oluşması sebebiyle primer eğrilik olarak isimlendirilirken diğer eğrilikler sekonder eğrilik olarak isimlendirilir (56). Torakal bölge ve sakral omurların olduğu bölgeler kifotiktir (57).



Şekil 2.3 Columna vertebralis'in fetal dönemden erişkinliğe kadar olan gelişimi (58).

Columna vertebralis fizyolojik açıdan sagittal ve frontal düzlemde, columna vertebralis'in çeşitli bölümlerinde farklı eğriliklere sahiptir. Columna vertebralis sagittal planda fizyolojik 4 eğriliğe sahiptir. Columna vertebralis'e lateralden bakıldığında anteriora doğru eğilimli olan eğriliklerine lordosis, posteriora doğru olanlarına kyphosis isimlendirmesi kullanılmaktadır (59). Columna vertebralis'in sahip olduğu bu fizyolojik eğrilikler sagittal düzlemde ortalama regio cervicalisde 30-50 derecelik lordosis, torakalde 20-50 derecelik kyphosis, regio lumbalisde 40-80 derecelik lordosis ve regio sakralisde 40-60 derecelik kyphosis eğriliklerine sahiptir (60).

Genellikle hareketli vertebraların her biri kranialden kaudale gidildikçe büyümektedir. C1 ve C2 dışındaki her bir omur buldukları bölgelere göre değişim göstermesine rağmen ortak olarak bulunan anatomik yapılar görülmektedir.

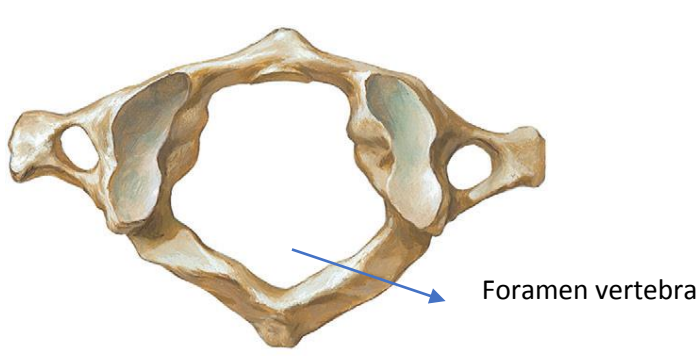
Tipik olarak bir vertebra 6 bölümden oluşmaktadır (61).

1. Corpus vertebrae
2. Arcus vertebrae
 - a. Pedunculus arcus vertebrae
 - b. Lamina arcus vertebrae
3. Foramen vertebrale
4. Processus spinosus
5. Processus transversus
6. Processus articularis superior, inferior

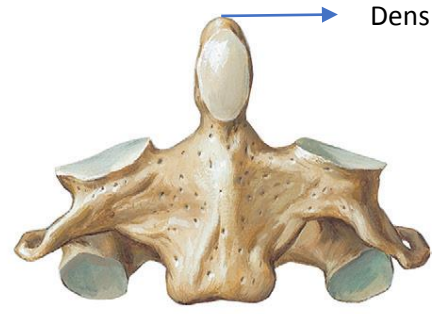
2.2.1. Buldukları bölgeye göre vertebralar

Vertebrae cervicales

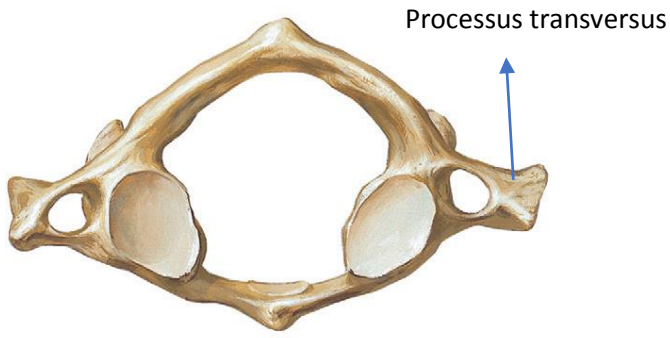
Vertebrae cervicales en fazla mobiliteye sahip omurlardır. Totalde yedi adet cervical vertebrae, beş adet discus intervertebralis, ligamentler ve kaslar sayesinde baş ve boynun hareket açıklığını sağlamaktadırlar (4, 62). Tipik özellikleri processus spinosus'un uç kısmında çatallanma olması ve arteria vertebralis'in geçtiği foramen vertebrale'ye sahip olmalarıdır (56, 61). Vertebrae cervicales atipik ve tipik olmak üzere ikiye ayrılır. C1, C2 ve C7; yapısı bakımından atipik vertebra olarak adlandırılırken, diğerleri aynı özelliklerinden dolayı tipik vertebra olarak isimlendirilir (4). C1 corpus vertebrae'sı ve processus spinosus'u bulunmadığından diğerlerinden ayrılır. C2'nin ön tarafında dens axis olarak isimlendirilen çıkıntının posteriorunda medulla spinalis anteriorunda ise fovea dentis bulunmakta ve C1 ile eklemleşmektedir. C1 ve C2 bir araya gelerek articulatio atlantoaxialis'i meydana getirir. Her iki yan tarafında bulunan massa lateralis'ler occipital kemikte bulunan condylus occipitale ile eklemleşir. Articulatio Atlantoaxialis regio cervicalde fleksiyon, ekstansiyon ve rotasyonel hareketlerini ortaya çıkmasına yardımcı olur (63).



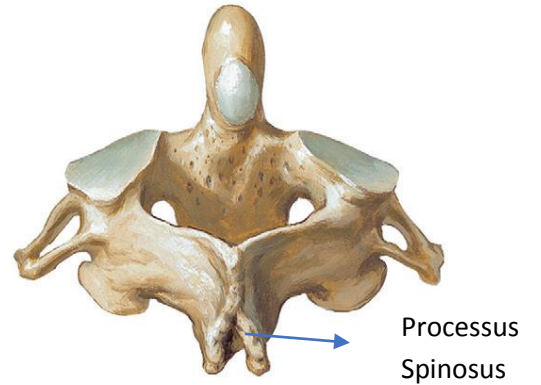
Atlas (C1): Superior'dan görünüşü



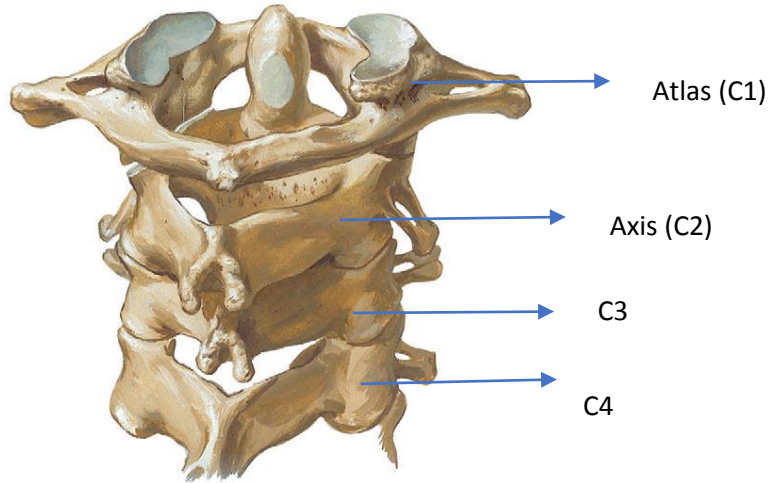
Axis (C2): Anterior'dan görünüşü



Atlas (C1) : Süperior'dan görünüş

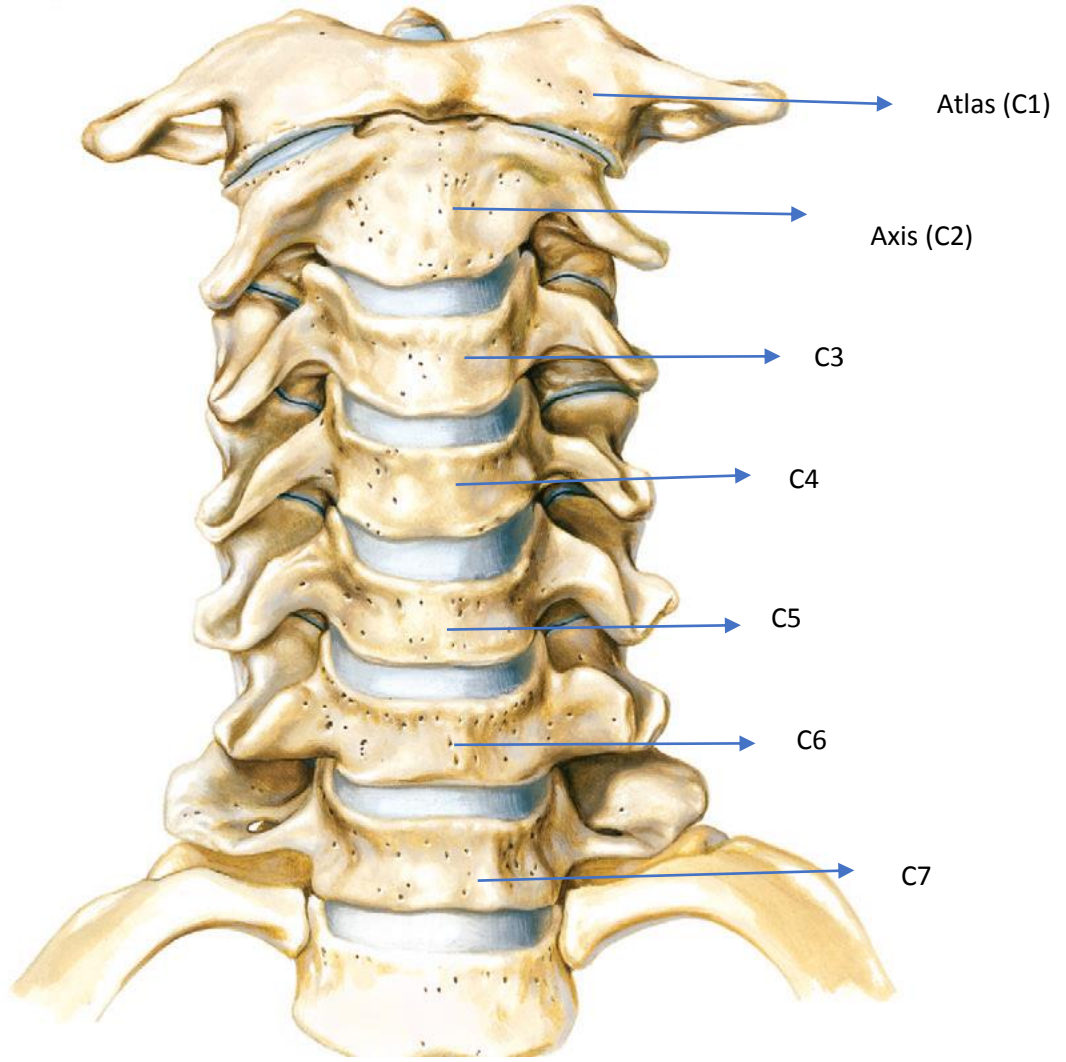


Axis (C2) : Anterior'dan görünüş



Üst servical vertebralar, posterior'dan görünüş

Şekil 2.4 Atlas (C1), Axis (C2), C3 ve C4 görünümü (55).



Şekil 2.5. Vertebrae cervicales anteriordan görünüm (55).

Vertebrae thoracicae

Vertebrae thoracicae T1'den başlayıp T12'ye kadar totalde 12 adet vertebranın bir araya gelmesiyle oluşmaktadır. Son üçü hariç tipik olarak en belirgin özellikleri costae ile eklemleşmesinden dolayı hem corpus vertebralis hem de processus transversusda eklem yüzlerine sahiptir. T2'den T9'a kadar anatomik olarak benzer yapılarda olup diğer torakal vertebralar ise atipik olarak geçer (64). T1'in processus spinosus'u diğerlerinden

daha uzundur (65). Vertebrae thoracicae, CV'in en hareketsiz bölümü olmasına rağmen frontal, sagittal ve transvers düzlemlerde mobiliteye müsade etmektedir (64, 65).

Vertebrae lumbales

Totalde beş adet vertebradan meydana gelir. Vertebrae lumbalesde corpus vertebralis'e binen yük daha fazla olduğu için corpusları diğer vertebralara kıyasla daha kalın ve güçlüdür. Kranialden kaudale doğru giderek kalınlıkları ve hareket kabiliyeti artar. Processus spinosus'ları daha kısa ve geniştir (56, 66, 67). Üst eklem yüzlerinin yanında processus mamillaris olarak isimlendirilen trabeküler yapılar bulunur (68, 69).

2.2.2. Columna vertebralisin vasküler yapısı

Columna vertebralis'in beslenmesi Aorta descendens'den ayrılan a. segmentalis, a. lumbalis, a. intercostalis posterior torakal ve lomber kısımları beslerken; a. vertebralis ve a. cervicalis ascendens servikal bölgeyi, a. iliolumbalis, a. sacralis medialis, a. Sacralis lateralisler sakral bölgeyi besler. Plexus vertebralis anterior ve plexus vertebralis posterior vertebraların etrafındadır. Plexus vertebralis internus ise epidural boşluktadır. Bu plexuslar vertebraların venöz dolaşımından sorumludurlar (70).

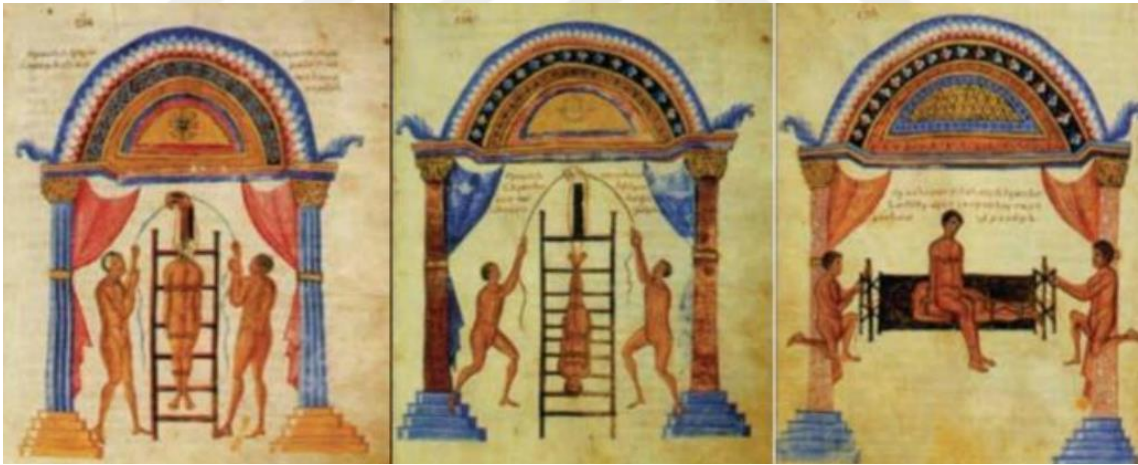
2.3. Columna vertebralis biyomekaniği

Columna vertebralis'in temelde üç farklı görevi bulunur. Bunlardan birincisi medulla spinalis'in dış etkilere karşı bütünlüğünü muhafaza edebilmek, ikincisi ekstremitelerin koordineli bir şekilde meydana getirdiği hareketlerin oluşmasına yardım etmek, son olarak vücut ağırlığını alt ekstremiteler üzerinde dengeli şekilde aktarılabilmesine yardımcı olmaktır. Columna vertebralis'in hareketlerinden, fleksiyon ve ekstansiyon frontal eksen ve sagittal planda; lateral fleksiyon sagittal eksen ve frontal planda; rotasyon hareketi ise vertikal eksen ve transver planda meydana gelir (71). Rotasyon hareketi torakalde daha fazla iken, regio lumbalisde ise faset eklemlerin anatomik olarak dikey olması sebebiyle alt bölgelere gidildikçe azalmaktadır (71). Regio cervicalis'in biyomekaniğine bakılacak olursa vertebrae cervicales fleksiyon, ekstansiyon, rotasyon ve lateral fleksiyon hareketlerinin ortaya çıkmasını sağlar. Articulatio Atlantooccipitalis ve atlantoaxialisde 5 ile 10 derece arasında fleksiyon ekstansiyon eklem hareket açıklığı mevcuttur. Atlas ve axis dışındaki vertebraların

arasında 35 derece fleksiyon 70 derece ekstansyon oluşabilmektedir. Başta meydana gelen lateral fleksiyon hareketine axis ve T1 vertebra seviyeleri arasında rotasyon hareketi eşlik eder (72, 73).

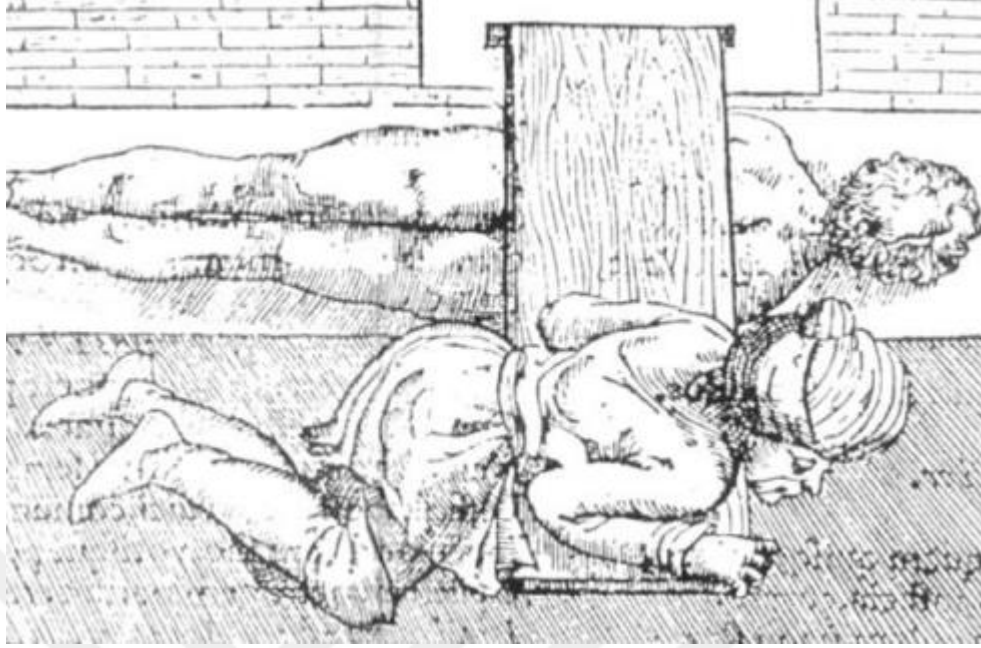
2.4. Skolyoz

Skolyoz deformitesine ait tarihsel süreç incelendiğinde cerrahi dönem öncesi ve sonrası olmak üzere iki kategoriye ayrılabilir. Cerrahi dönem öncesine bakıldığında; skolyoza dair ilk yazılı kaynaklar M.Ö. 3500-1800 yıllarına dayanır (74, 75). Columna vertebralis deformitelerinin tedavisi ile alakalı bilinen ilk yazılı kayıt “Srimad Bhagwad Mahapuranam” adlı Hint mitolojisine ait kitapta geçer, kitapta kadının çenesinden yukarıya doğru traksiyon uygulandığı geçmektedir (75). Hipokrat ayrıca “On Nature of Bones” adlı eserinde columna vertebralis’in anatomisini ve deformitelerini açıklamıştır. Deformiteleri tedavi etmede ayaktan asılı traksiyon ve deformite üstüne direkt baskıyı açıklamıştır (76).



Şekil 2.6 Hipokratın merdivende ve masada yapmış olduğu tedavi yaklaşımlarının çizimi (76).

Hipokrat vertebralardaki sapmaların tamamına “spina luxate” demiştir. Hipokrat columna vertebralis hastalıklarında olumlu sonuçlara ulaşmış kifoz ve skolyozu tanıtmış ve önemli ölçüde kifoz tanı ve tedavisinde önemli eserler ortaya koymuştur. Ayrıca Hipokrat spinal deformiteleri tedavi edebilmek amacıyla “scamnum” olarak bilinen ayak ve koltuk altından uygulamaya konulan traksiyon aleti kullanmıştır (76).



Şekil 2.7. Hipokratik scamnum (76).

Hipokrat'tan beş yüz yıl sonra yaşamış olan Galen; kifoz, skolyoz ve lordozu çok daha detaylı olarak tanımlamıştır (76). İlk defa Galen tarafından, Yunanca çarpık, eğri anlamına gelen skolyoz kelimesi columna vertebralis'in anormal lateral eğriliği için kullanılmıştır ve tanımlanmıştır (76). Galen yapmış olduğu çalışmalarla kifoz, lordoz ve skolyoz terimlerini tanımlamıştır (77). İbn-i Sina tarafından yazılmış El- Kanun fi't-Tıb adlı eserde spinal patolojilerin tedavi edilmesi ve traksiyon metodundan bahsedilmiştir (8, 78) 16. yüzyılda Ambroise Pare skolyoz hastalığı olan bireylerde demirden korse uygulaması ile koronal deformiteyi düzeltmek için uğraşmıştır. 18. yüzyılda Nicholas Andry skolyozun sebebi olarak kötü oturma alışkanlığı ve duruş bozukluğu olabileceğini belirtmiştir. 19. yüzyıla gelindiğinde ilk kez Lewis Albert tarafından geliştirilmiş Paris korsesi olarak bilinen alçıdan yapılmış korse hastalara uygulanmıştır.

Cerrahi dönemi incelediğimizde geçmişte uygulanmakta olan atel, korse ve traksiyon uygulamaları yerini cerrahi tekniklere bırakmıştır. İlk spinal deformite cerrahisi Guerrin tarafından 1839 yılında yapılmıştır (8). 1911 yılında Albee ve Hibbs ayrı ayrı olarak füzyon cerrahisi yapmışlardır (8, 79). Risser ve Cobb'un çalışmalarıyla cerrahi tedavi ilkeleri belirlenmiştir. Risser, Hibbs ve aynı zamanda Ferguson'un çalışmaları operasyon öncesi deformiteyi azaltmak amacıyla düzeltici-gerici (turn-buckle cast)

uygulaması tanımlanmıştır. 1945'te ise korseler geliştirilmiş olup en bilinenleri Milwaukee ve Boston korseleridir (80, 81). 1960 yılında Harrington tarafından distraksiyon sistemi hastalar üzerinde uygulanmış yaklaşık iki yıl sonra 1962'de uygulamanın sonuçları yayın haline getirilmiştir. Daha sonraları John Moe uygulamaya füzyon prensibini de eklemiştir (82). 1969 yılında ise Allen Dwyer ilk defa deformiteyi düzeltmek için tel ve vidaların desteğiyle anterior operasyonunu gerçekleştirmiştir. İlerleyen yıllarda bu tekniğin aksayan yönü olarak kabul edilen teller yerine rijit olan çubuklar tercih edilmiştir (83, 84). King Moe 1983 yılında skolyozu sınıflandıran 5 tip patern tanımlamış. 1986 yılında skolyozun üç boyutlu eğriliğini düzeltmek amacıyla üçüncü nesil enstrümantasyon sistemi ortaya konulmuştur (85). Poliaksiyel vidaların geliştirilip kullanılmasıyla çubuk yerleştirme işlemleri oldukça kolay bir hale gelmiştir (85, 86). 1995 yılında Suk ve arkadaşları torakal bölgedeki omurlara pedikül vidası uygulamanın daha güvenli olduğunu yayınlamıştır (87).

Skolyoz araştırma derneğinin tanımlamasına göre skolyoz, columna vertebralis'in frontal düzlemde 10 derecenin üzerinde lateral fleksiyonun olduğu, rotasyonun eşlik ettiği sagittal plandaki kifoz ve lordozun da olduğu bir columna vertebralis deformitesi olarak tanımlamıştır (88). Skolyoz yalnızca frontal düzlemi içeren bir problem olmayıp aynı zamanda sagittal düzlemde angulasyona sebep olan ve transvers düzlemde rotasyon içerdiği için üç boyutlu bir columna vertebralis deformitesidir ve aynı zamanda columna vertebralis'te 10 dereceden daha az lateral eğrilikler ise spinal asimetri olarak tanımlanır (89, 90). Skolyozun tanımı detaylı olarak SOSORT (Skolyoz Ortopedik ve Rehabilitasyon Tedavisi Derneği) tarafından "Sağlıklı bireylerde, büyümenin hızlı olduğu evrede ya da sonrasında karşılaşılan birçok etkene bağlı olan ve ilerleme olasılığı yüksek olan gövdede, columna vertebralis'te karşılaşılan, karmaşık üç boyutlu bir deformitedir." şeklinde tanımlanmıştır (91).

2.4.1. Skolyoz sınıflaması

Sınıflandırma açısından pek çok skolyoz sınıflaması bulunmasına rağmen; John Cobb 1948'de skolyozun sınıflandırma sistemini, majör minör olarak eğrilikleri yapısal ve yapısal olmayan olarak isimlendiren tarihteki ilk kişi olarak karşımıza çıkmaktadır (92). Günümüze kadar ulaşılmış ve genel olarak kabul gören en geniş skolyoz sınıflaması

etyoloji temel alınarak Skolyoz Araştırma Cemiyeti (Scoliosis Research Society– SRS) tarafından 1973 yılında yapılmıştır (93-95). Cemiyetin yapmış olduğu sınıflamaya göre yapısal olmayan ve yapısal olarak iki ayrı temel gruba ayrılmıştır (93).

Skolyozun etyolojik olarak sınıflaması

A. Yapısal (strüktürel) Skolyoz

- İdiopatik skolyoz
 - İnfantil skolyoz <3 yaş
 - Juvenil skolyoz 3-10 yaş arası
 - Adölesan skolyoz 10 yaş- iskelet matürasyonuna kadar
 - Erişkin skolyoz 18+
- Nöromuskuler skolyoz
 - Nöropatik Tip skolyoz
 - Üst motor nöron tipi
 - Serebral palsi
 - Spinocerebellar dejenerasyon
 - Fridich hastalığı
 - Charcot Marie Tooth hastalığı
 - Roussy Levy hastalığı
 - Siringomiyeli
 - Spinal kord tümörü
 - Spinal kord travması
 - Diğer
 - Alt motor nöron tipi
 - Polimiyelit
 - Diğer viral myelitler
 - Travmatik
 - Spinal muskuler atrofi
 - Werdnig Hoffman hastalığı
 - Kugelberg Walander hastalığı
 - Myelomeningosel
 - Distonomi

- Myopatik Tip skolyoz
 - Artrogripozis
 - Muskuler Distrofi
 - Konjenital hipotoni
 - Myotonia distrofika
- Konjenital skolyoz
- Nörofibromatöz skolyoz
- Bağ dokusu bozukluğuna bağlı skolyoz
- Osteokondrodistrofiler
- Travmatik
- Tümörler veya Enfeksiyon sebepli skolyoz
- Lumbosakral bölge patolojilerine bağlı skolyoz

B. Yapısal olmayan Skolyoz

- Postüral skolyoz
- Histerik skolyoz
- Sinir kökleri irritasyonuna bağlı
- İnflamatuvar
- Alt ekstremitte eşitsizliğine bağlı
- Kalça eklemi etrafındaki kontraktürlere bağlı skolyoz

2.4.2. Terminoloji

Columna vertebralis'deki patolojileri tanımlamak, tanı ve tedavilerini gerçekleştirebilmek için yaygın ve ortak bir dil kullanımına ihtiyaç duyulması sebebiyle Skolyoz Araştırma Topluluğu (SRS) ve Amerikan Ortopedik Cerrahlar Akademisi ve skolyoz ortopedik ve rehabilitasyon tedavi cemiyeti (SOSORT) tarafından yaygın terimler açıklanmıştır (64).

- **Yapısal eğrilik:** Lateral eğilme ve traksiyon grafileri sonucunda skolyozda düzelmenin olmaması, esnekliğini kaybetmiş eğriliklerdir.
- **Yapısal olmayan eğrilik:** Lateral eğilme ve traksiyon grafilerinde çoğunlukla skolyozda düzelme olan, sabit rotasyonu ve angulasyonun olmadığı eğriliklerdir.
- **Primer eğrilik:** İlk olarak meydana gelen eğriliğe verilen isimdir.

- **Sekonder eğrilik:** Primer eğriliğe karşı vücudun dengeyi tekrar sağlayabilmesi için oluşan eğriliktir.
- **Majör eğrilik:** Derecesi en fazla olan eğriliktir.
- **Minör eğrilik:** Derecesi en az olan eğriliktir.
- **İkili majör eğrilik:** Birbirine yakın derecelerde ve rotasyona sahip olan iki adet yapısal eğriliğin beraber olmasıdır.
- **Apikal vertebra:** Eğriliğe katılan vertebralar arasında anatomik pozisyonundan en fazla uzaklaşan vertebradır.
- **Uç vertebra:** Eğriliğe katılan en distal ve proksimaldeki nötröl konumdaki vertebralardır.
- **Vertebra rotasyonu:** Vertebranın aksiyel eksen etrafında angulasyonudur.

2.4.3. İdiopatik skolyoz

İdiopatik skolyoz ifadesi ilk olarak Kleinberg tarafından deformiteye sebep olabilecek özel bir hastalık nedeninin olmadığı tüm skolyoz vakalarında tanımlanmıştır (95). Skolyozun büyük bir kısmı bu gruba dahil olmaktadır. İdiopatik skolyoza etyolojisinin sebebi bilinmediği için “çok faktörlü” denir (96, 97). İdiopatik skolyoz genellikle büyümenin hızlı olduğu zamanlarda olmak üzere çocukluk ve adölesan dönemde ortaya çıkabilmektedir (98, 99). İdiopatik skolyoz bütün skolyoz tipleri içerisinde %75-80 oranında tespit edilmektedir (100). İdiopatik skolyozun görülme sıklığı %11.9 ile %16.2 arasında değişmektedir (101).

Tablo 2.1 Skolyoz araştırma derneğine göre idiopatik skolyoz sınıflaması (88).

Yaşa Göre		Cobb açısına göre		Apeks noktasına göre	
İnfantil	0-2 yaş	Hafif	10-20	Servikal	C6-C7
Jüvenil	3-9 yaş	Orta	21-35	Servikal- Torasik	C7-T1
Adölesan	10- 17 yaş	Orta şiddetli	36-40	Torasik	T1/T2- T11/T12
Yetişkin	18 yaş ve üzeri	Şiddetli	41-50	Torakolumbar	T12-L1
		Şiddetli- Çok şiddetli	51-55	Lumbar	L1-L2
		Çok şiddetli	56 ve >		

2.4.4. Adölesan idiopatik skolyoz

AİS; dünya genelinde milyonlarca çocuğun hayatını olumsuz yönde etkileyen en yaygın pediatrik CV deformitesidir (102). Adölesan idiopatik skolyoz, bilindiği kadarıyla hiçbir sebebi olmaksızın 9 yaşından büyük 10 yaş ve üzerinden başlayıp iskelet matürasyonuna kadar ki dönemde sağlıklı kişilerde vertebranın rotasyonu, CV'in 10 derecelik lateral deviasyonunun olduğu deformite olarak isimlendirilir (103). Dünya sağlık örgütünün verilerine göre idiopatik skolyozlu bireylerin neredeyse dörtte üçü adölesan grubundan oluşmaktadır (88). Adölesan idiopatik skolyoz büyüme çağının en aktif zamanında görülür (104). Ekstremitelerdeki longitudinal büyüme ile pubertal büyüme kendini göstermeye başlar ve bu vücutta orantısızlığa neden olurken akabinde aksiyal iskelet longitudinal büyümeyi takip eder. Bu yüzden progresyon açısından risk adölesan dönemin başlarında çok fazladır (6, 98). Genetik geçişler, leptin hormonunun yetersizliği, büyüme hormonu, melatonin, kalmodulin seviyelerindeki değişiklikler, kas hastalıkları, kemik rahatsızlıkları AİS etyopatolojisinde en bilinen nedenlerdendir (105). AİS gelişimine bakıldığında, corpus vertebrae'nın anterior bölümü ile posteriordaki yapıların büyümesi arasındaki eşitsizliğe bağlı olarak vertebranın corpusu posterior

elemanlardan daha çok ve hızlı büyümektedir. Zamanla azalmakta olan dorsal tarafın büyümesi CV'te bükülmeye ve rotasyona zorlanır (106). AIS gelişiminde ve asimetrik yüklenme konusuna dikkat çeken teori Hueter-Volkman yasasıdır. Bu kanuna göre konkav taraf büyüme plaklarındaki simetrik olmayan yüklenme ve aşırı basınca maruziyet büyümeyi kısıtlar. Konveks tarafta meydana gelen basıncın düşüklüğü büyümeyi daha hızlı hale getirmektedir (97, 107-109). Huete-Volkman yasası mekanik olarak epifizyal büyüme modülasyonudur. Artmış baskının büyümeyi yavaşlattığı, azalan baskınında büyümeyi hızlandırdığını belirtmektedir (13).

2.4.4.1. Adölesan idiopatik skolyoz patofizyolojisi

AIS'te eğriliğin şiddeti ve yapısal farklılıklar arasında pozitif bir korelasyon görülebilmektedir. Eğriliğin apeks bölümünde yapısal olarak değişiklikler maksimum seviyededir, apekse olan mesafe arttıkça yapısal değişiklik düzeyinde azalmaktadır. Omurların rotasyonu strüktürel skolyozda konveks tarafa doğru olduğu için spinöz çıkıntılarda diğer tarafı yani konkav yöne doğrudur (110). Konveks tarafın laminaları genişlemiş ve birbirlerine uzak dururken konkav tarafta tam tersi görülmektedir.

Konkav tarafın pedikülleri kısa ve kalındır (110). Discus intervertebralis mesafeleri basıncın arttığı konkav tarafta daha azdır. Nucleus pulposus konveks tarafa doğru hareket eder (111).

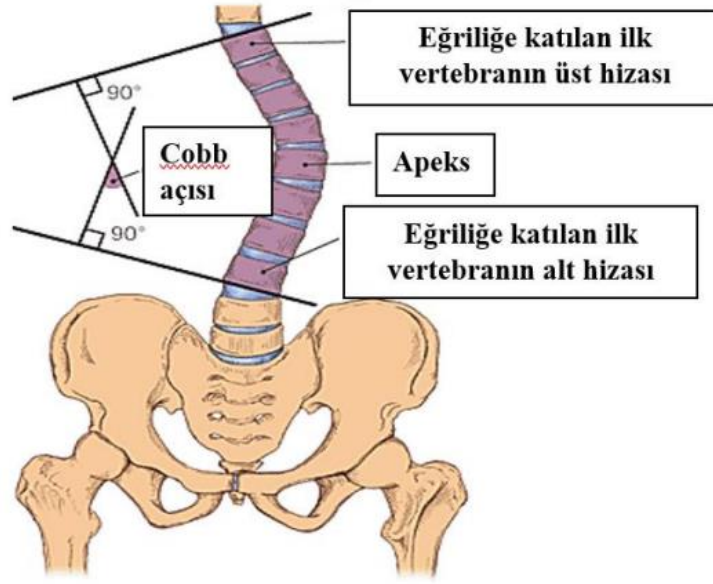
2.4.4.2. Adölesan idiopatik skolyoz ve epidemiyolojisi

Prevalans Cobb açısının değerine bireyin cinsiyetine ve skolyoz eğriliğinin tipine göre değişebilmektedir. Prevalansı %0.5 ile %5.3 arasında olan AIS, popülasyonun genelinde ortalama % 3 oranında görülmektedir (112). Literatürde, Cobb açısı değeri 10° ve üzerindeki eğriliklerin prevalansı %1.5-% 3 arasında iken, 20° ve üzerindeki AIS eğriliklerinde %0.3 - % 0.5, 40°'yi aşan eğriliklerin % 0,04 -% 0,3 arasında olduğu tespit edilmiştir. Eğrilik tipinin cinsiyet ile ilişkili olduğu yapılan çalışmalarda belirlenmiştir. Tek torasik eğrilik ve çift eğrilik tipleri kadınlarda yüksek prevalansa sahiptir. Karşı cinste ise lomber ve torakolomber eğriliklerin daha fazla görüldüğü belirtilmiştir (113). Skolyozun coğrafi prevalansına bakıldığında ekvator dan kutuplara doğru gidildikçe oranlar değişmektedir. AIS görülme sıklığı kuzeydeki ülkelere gidildikçe artmaktadır (6, 114). Türkiye'de yaşayan 10-15 yaş aralığındaki

adölesanlarda hastalığın prevalansı % 2.3 olduğu tespit edilmiştir (65). Türkiye genelinde yapılan bir çalışmada AIS tanısı almış 10 ile 15 yaş aralığındaki bireylerde kızların erkeklere göre 2 kat daha fazla skolyoza yakalandığı tespit edilmiştir (105).

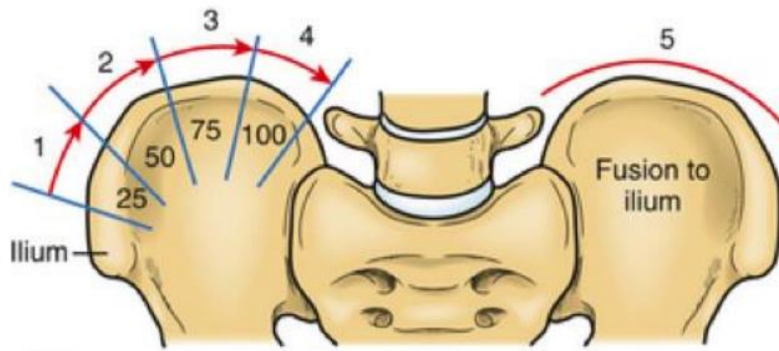
2.4.4.3. Adölesan idiopatik skolyozun değerlendirilmesi

Skolyozun değerlendirilmesi, klinisyenin tanı koyması ve tedavi planlamasının yapılabilmesi için oldukça önem arz etmektedir. Değerlendirmeler multidisipliner olarak uzman klinisyenler tarafından yapılmalıdır. Değerlendirmenin en başında dikkatli ve detaylı olarak hikaye alınmalı, birey ve ebeveynlerine problemin ne zaman ve nasıl fark edildiği, menarş yaşını, bireyin gelişimi ile ilgili tüm bilgilere başvurulmalıdır (115). Öncelikle fiziksel değerlendirme ile postür, omuz kuşağı farklılıkları, scapula asimetrisi, ekstremiteler arasında eşitsizliği kontrol etmek amacıyla hasta yatar pozisyonda iken umblicus- spina iliaca anterior superior, umblicus- medial malleol arası mesafeler ölçülür (117). Her iki taraf arasındaki fark 2.5 cm ve üzerinde ise skolyozun ilerlemesini ve gelişimini etkilediği belirtilmiştir (116, 117). Fiziksel muayene sonucunda ve alınan anamnez, aile öyküsü doğrultusunda klinisyen radyolojik değerlendirme ister (118). Skolyoz tanısının konulması ve tedavinin planlanabilmesi için belirli aralıklarla ayakta durur vaziyette anterior-posterior veya posterior-anterior radyografik görüntüler çekilmektedir (119). Radyasyona maruziyeti iç organlarda en aza indirmek amacıyla ve kadınlarda radyasyona bağlı meme kanseri riskini azaltmak amacıyla daha çok posterior-anterior radyografiler tercih edilir (120). Radyografi üzerinden frontal düzlemde eğriliğin kaç derece olduğu yani Cobb açısı klinisyen tarafından sayısal değer olarak hesaplanır. 10 derece ve üzerindeki eğriliklerde skolyoz tanısı konur (121). Cobb açısı tanı ve tedavi takibinde altın standart bir açıdır. Eğriliğe katılan en proksimaldeki vertebranın üst kenar son uç plağı ve en distaldekinin alt kenar son uç plağından geçen doğruların kesişim noktasında arada kalan dar açı olarak değerlendirilir (122).



Şekil 2.8. Cobb açısı ölçümü (121).

Radyografik görüntüler üzerinden hastanın kemik maturasyonunun durumu da değerlendirilebilir. Büyümenin potansiyelinin saptanabilmesi için radyografide Risser bulgusuna bakılır (123). Risser bulgusu, progresyonun tespit edilmesinde kullanılır. Ala ois ilii apofizinin ossifikasyonu değerlendirilir, ossifikasyon lateralden mediale gidildikçe ilerler ve 5 evre olarak sınıflandırılır (124).



Şekil 2.9. Risser bulgusu (121).

Tablo 2.2 Risser bulgusuna göre evreleme

Evre 1	Apofiz gelişimi başlamamıştır.
Evre 2	Apofiz gelişmeye başlamıştır.
Evre 3	Apofiz tam gelişmiştir
Evre 4	Apofiz füzyonu başlamıştır.
Evre 5	Apofiz füzyonu tamamlanmıştır.

Progresyon riski ve düzeltici etki evre 1 den 5 doğru azalış göstermektedir (123-125).

2.4.5. MyotonPRO

MyotonPRO™ (Myoton AS, Estonia) cihazı yüzeysel kasları, tendonları, ligamentleri ve yumuşak dokuların biyomekanik ve viskoelastik özelliklerinin tespitinde ve analizinde kullanılan non-invaziv, elde taşınabilir, düşük maliyetli, kullanım kolaylığına sahip, hızlı ve tam otomatik ölçüm yapabilen, objektif veriler sunabilen, tekrarlanabilirlik özelliğine sahip ve yerçekimi vektöründen e yönünden etkilenmeyen oldukça güvenilir ve geçerli bir ölçüm yöntemi sunan cihazdır (126, 127, 128).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Bireyler

08.11.2023-01.03.2024 tarihleri arasında Gaziantep Üniversitesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı kliniğine başvuran, Doç. Dr. Sezgin Bahadır Tekin tarafından takip edilen AIS tanılı 46 birey çalışmaya dahil edildi.

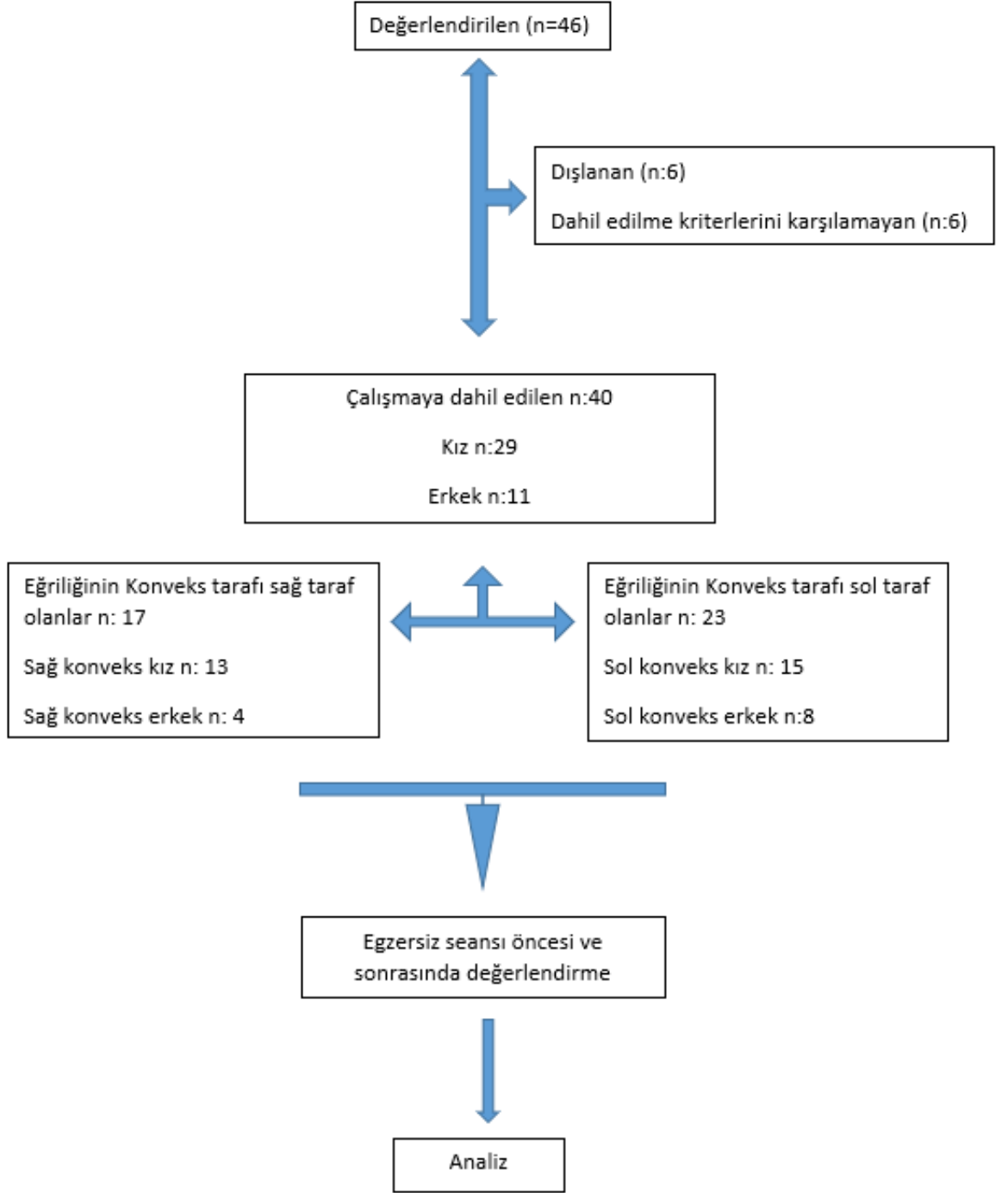
Çalışmanın yapılabilmesi için, Gaziantep Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan izin alındı (Karar no: 2023/294). Bireyler ve sorumlu ebeveynler çalışmanın mevcut içeriği, kapsamı ve değerlendirmeleri hakkında bilgilendirildi. Bilgilendirme sonrasında çalışmaya katılmaya rıza gösterdiklerine dair Aydınlatılmış Ebeveyn Onam Formu ve Çocuk Rıza Formu imzalatıldı.

Çalışmaya dahil edilme kriterleri

- Çalışmaya katılmaya gönüllü olunması,
- AIS tanısı almış 10-18 yaş aralığında olması.

Çalışmaya dahil edilmeme kriterleri

- Cerrahi operasyon geçirmiş olması,
- Başka bir skolyoz tipine sahip olunması.



Şekil 3.10. Akış diagramı

3.2. Ölçme ve değerlendirmeler

3.2.1. Kasların myotonometrik özelliklerinin değerlendirilmesi

Ölçümlerde portatif elde taşınabilen MyotonPRO™ (Myoton AS, Estonia) cihazı kullanıldı. Bu cihaz iskelet kaslarının viskoelastik özellikleri hakkında hızlı, noninvaziv ve düşük maliyetli ölçüm sonuçlarına ulaşılmasını sağlar. MyotonPRO cihazı objektif ölçüm, tekrar test güvenilirliği ve tekrarlanabilirlik özelliklerine sahiptir (126). MyotonPRO kasların viskoelastik özellikleri hakkında bilgi sahibi olunabilmesi açısından oldukça güvenilir ve geçerli bir yöntemdir (127, 128). Ölçümler tek değerlendirici tarafından yapıldı. Ölçüm sırasında, her bir kas için cihazın ucundaki 3 mm çapa sahip prob kas üzerinde 90 derecelik dik bir açıyla yerleştirildi ve cilt üzerinden sabit (0.18 N) bir yük kuvveti uygulandı. Cihaz tarafından üretilen mekanik impulslar dokuda ossilasyonlar oluşturup kasın impulsa vermiş olduğu cevabı kaydedildi (129). Cihaz, kasın üç farklı özelliği hakkında veri elde etmemizi sağlar. Cihazın ölçmüş olduğu (F) değeri ossilasyon frekansı olarak tanımlanır ve kasın dinlenim veya pasif anındaki tonusu hakkında bilgi verir. Kasın tonusu aynı zamanda intrinsik gerilim hakkında da bilgi sahibi olmamızı sağlar. Cihazın ölçmüş olduğu diğer bir değer ise (D) ile gösterilir, esneklik olarak tanımlanır. Esneklik, dokunun ölçümden önceki ilk şeklini deformasyona uğramadan geri kazanma kabiliyetini gösteren biyomekanik bir özelliğidir. Mekanik olarak impulsa cevaben oluşan ossilasyon değerinin logaritmik olarak azalmasını yani kasın elastikiyeti hakkında bilgi verir. Elde edilen ölçüm değeri ile kasın elastikiyeti arasında ters orantı vardır. Son olarak kasın kasılma anında göstermiş olduğu direnci temsil eden değer ise (S) ile gösterilir ve sertlik olarak tanımlanır (24, 130). Kasların F,S ve D değerleri egzersiz seansı öncesi ve sonrasında ölçüldü. Bilateral olarak her bir kasa ardışık 3 ölçüm yapıp ortalamaları kaydedildi. Bireylere ölçüm süresince rahat olmaları söylendi. Masaj masası üzerinde oturma pozisyonunda iken ölçüm yapılacak olan kaslar kalemle işaretlenip m. masseter, m. sternocleidomastoideus ve m. semispinalis capitis'in viskoelastik özellikleri ölçüldü.

3.3. Ölçülen parametreler

Yapılan ölçümlerde aşağıda belirtilen kasların myotonometrik ölçümleri yapıldı.

3.3.1. Musculus masseter'in myotonometrik ölçümü

Musculus massater kasının tonusu (F), sertliği (S) ve elastikiyeti (D) hem seans öncesinde hem de seans sonrasında oturur pozisyonda iken kontraksiyon sırasında kasın palpe edilen en belirgin yerinin ortası işaretlenip belirlendi, ardından bilateral olarak ayrı ayrı üçer kez ölçüm yapıldı (131).



Resim 3.1 Myotonometrik ölçümler (A), (C) sağ m. masseter, (B), (D) sol m. masseter

3.3.2. Musculus semispinalis capitis'in myotonometrik ölçümü

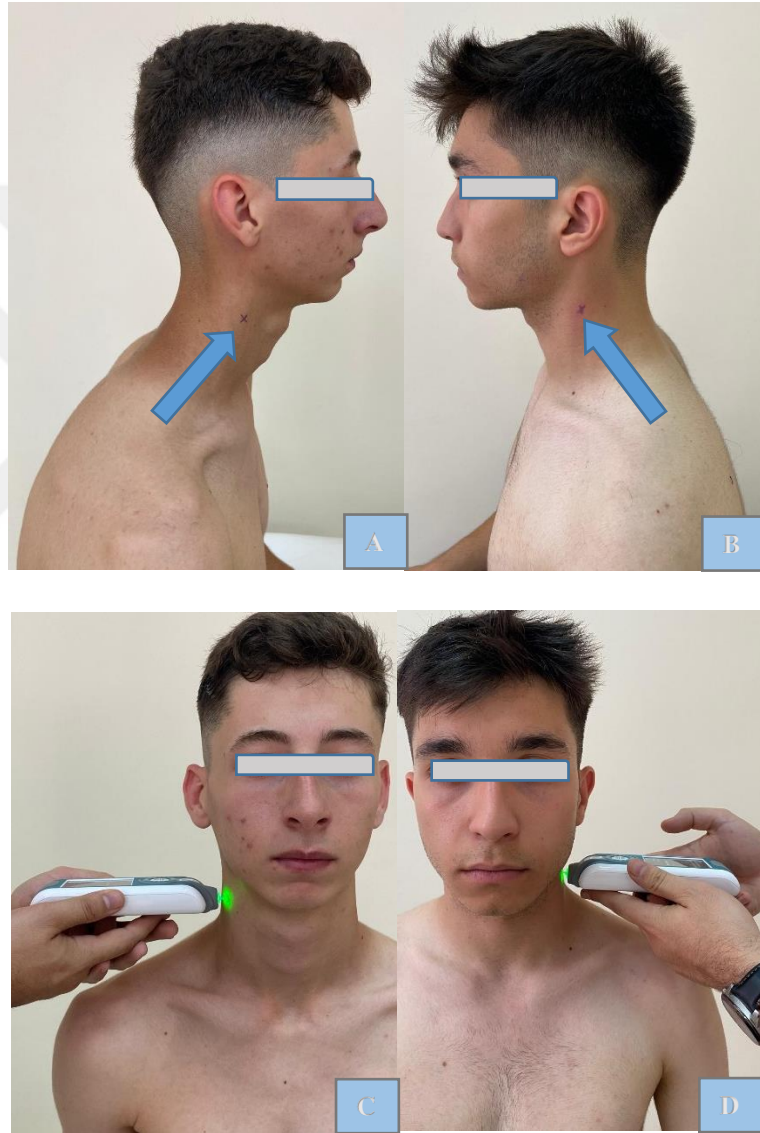
Musculus semispinalis capitis'in tonus (F), sertlik (S) ve elastikiyetini (D) ölçmek için os temporale'nin processus mastoideus'unun 4 cm aşağısı işaretlenip hem seans öncesinde hem de seans sonrasında aynı ortamda oturur pozisyonda iken sağ ve sol olmak üzere ayrı ayrı üçer kez ölçüm yapıldı (132).



Resim 3.2 Myotonometrik ölçümler (A), (C) sağ m. semispinalis capitis, (B), (D) sol m. semispinalis capitis

3.3.3. Musculus sternocleidomastoideus'un myotonometrik ölçümü

Musculus sternocleidomastoideus'un tonusu (F), sertliği (S) ve elastikiyeti (D) ölçmek için bu kasın origosu ile insertiosu arasındaki orta kısım işaretlenip hem seans öncesinde hem de seans sonrasında aynı ortamda oturur pozisyonda iken sağ ve sol olmak üzere ayrı ayrı üçer kez ölçüm yapıldı (133).



Resim 3.3 Myotonometrik ölçümler (A), (C) sağ m. sternocleidomastoideus, (B), (D) sol m. sternocleidomastoideus

3.4. İstatistiksel analiz

Araştırmaya alınan verilerin analizleri SPSS (IBM Corporation; Armonk, NY, USA) 25 programı ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmaya alınan verilerin normal dağılıma uyup uymadığı Shapiro Wilks Testi ile kontrol edilmiştir. Karşılaştırma testleri için anlamlılık düzeyi (p) 0,05 olarak alınmıştır. Değişkenlerde normal dağılım sağlandığı için ($p > 0,05$) analize parametrik test yöntemleri ile devam edilmiştir. Bağımsız ikili gruplarda karşılaştırmalar; normallik varsayımı sağlandığı için iki ortalama arasındaki farkın anlamlılık testi (t test) ile bağımlı ikili gruplarda karşılaştırmalar; iki eş arasındaki farkın anlamlılık testi (two paired samples t test) ile yapılmış, tekrarlı ölçümlerde ise gruplar arasında fark olup olmadığını test etmek için tekrarlayan ölçümlerde iki yönlü varyans analizi (two way mixed model repeated measure of ANOVA) kullanılmış, analizlerde çoklu normal dağılım ve varyans homojenliği kontrolü sağlanmıştır.

4. BULGULAR

Bu çalışmaya 10-18 yaş aralığında AIS tanısı almış 40 çocuk (29 kız ve 11 erkek) dahil edildi. Çalışmaya dahil edilen çocukların yaş ortalaması 14.10 ± 2.26 'dır. Kaslara ait seans öncesi myotonometrik ölçümleri tablo 4.1'de, seans sonrası myotonometrik ölçümleri tablo 4.2'de, seans öncesi ve sonrası myotonometrik ölçümlerinin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması tablo 4.3'te ve korelasyon tablosu da tablo 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4.1 Çalışmaya dahil edilen bireylerin columna vertebralis eğriliğinin konveks ve konkav tarafına göre bazı baş ve boyun kaslarının seans öncesi myotonometrik ölçümlerin karşılaştırılması

Seans Öncesi Ölçümler		Ort \pm ss	t	p
M. sternocleidomastoideus F	Konveks	12,07 \pm 1,18	0,030	0,976
	Konkav	11,94 \pm 1,11		
M. semispinalis capitis F	Konveks	13,91 \pm 3,04	-0,207	0,836
	Konkav	14,04 \pm 2,83		
M. masseter F	Konveks	11,71 \pm 2,23	0,162	0,872
	Konkav	11,58 \pm 2,71		
M. sternocleidomastoideus S	Konveks	153,59 \pm 34,11	-0,623	0,535
	Konkav	158,06 \pm 38,39		
M. semispinalis capitis S	Konveks	230,82 \pm 123,4	-0,208	0,836
	Konkav	235,76 \pm 94,11		
M. masseter S	Konveks	227,79 \pm 145,6	0,401	0,690
	Konkav	213,12 \pm 119,44		
M. sternocleidomastoideus D	Konveks	1,09 \pm 0,15	-1,161	0,249
	Konkav	1,38 \pm 1,43		
M. semispinalis capitis D	Konveks	1,35 \pm 0,22	-0,383	0,703
	Konkav	1,34 \pm 0,25		
M. masseter D	Konveks	1,61 \pm 0,46	0,000	1,000
	Konkav	1,63 \pm 0,47		

Ort; Ortalama, ss; standart sapma, t; bağımsız t test

Seans öncesi ölçümlerde konveks ve konkav taraflar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p > 0,05$).

Tablo 4.2 Çalışmaya dahil edilen bireylerin columna vertebralis eğriliğinin konveks ve konkav tarafına göre bazı baş ve boyun kaslarının seans sonrası myotonometrik ölçümlerinin karşılaştırılması

Seans Sonrası Ölçümler		Ort ± ss	t	Sig. (p)
M. sternocleidomastoideus F	Konveks	11,67 ± 1,04	-0,012	0,990
	Konkav	11,68 ± 0,93		
M. semispinalis capitis F	Konveks	13,31 ± 2,05	-0,202	0,841
	Konkav	13,41 ± 1,92		
M. masseter F	Konveks	12 ± 2,28	1,217	0,228
	Konkav	11,3 ± 2,38		
M. sternocleidomastoideus S	Konveks	149,62 ± 30,22	-0,194	0,847
	Konkav	151 ± 28,49		
M. semispinalis capitis S	Konveks	235,35 ± 80,38	0,902	0,370
	Konkav	220,12 ± 56,86		
M. masseter S	Konveks	218,82 ± 124,98	0,218	0,828
	Konkav	212,88 ± 94,04		
M. sternocleidomastoideus D	Konveks	1,14 ± 0,13	0,526	0,601
	Konkav	1,12 ± 0,12		
M. semispinalis capitis D	Konveks	1,42 ± 0,21	2,116	0,038
	Konkav	1,33 ± 0,16		
M. masseter D	Konveks	1,61 ± 0,46	-1,210	0,231
	Konkav	1,97 ± 1,66		

Ort; Ortalama, ss; standart sapma, t; independent t test

Seans sonrası ölçümlerde konveks ve konkav taraflar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 4.3 Columna vertebralis'teki eğriliğin konveks ve konkav taraflarındaki bazı baş ve boyun kaslarının seans öncesi ve sonrası myotonometrik ölçümlerinin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması

Ölçüm		Konveks Taraf			Konkav Taraf			Gruplar arası Karşılaştırma Sig. (p)
		Ort ± ss	t	p	Ort ± ss	t	p	
M. sternocleidomastoideus F	Seans Öncesi	12,07 ± 1,18	2,153	0,039*	11,94 ± 1,11	1,631	0,112	0,009*
	Seans Sonrası	11,67 ± 1,04			11,68 ± 0,93			
M. semispinalis capitis F	Seans Öncesi	13,91 ± 3,04	1,044	0,304	14,04 ± 2,83	1,823	0,077	0,068
	Seans Sonrası	13,31 ± 2,05			13,41 ± 1,92			
M. masseter F	Seans Öncesi	11,71 ± 2,23	-0,962	0,343	11,58 ± 2,71	0,658	0,515	0,985
	Seans Sonrası	12 ± 2,28			11,3 ± 2,38			
M. sternocleidomastoideus S	Seans Öncesi	153,59 ± 34,11	0,641	0,526	158,06 ± 38,39	1,103	0,278	0,217
	Seans Sonrası	149,62 ± 30,22			151 ± 28,49			
M. semispinalis capitis S	Seans Öncesi	230,82 ± 123,4	-0,176	0,862	235,76 ± 94,11	1,201	0,238	0,701
	Seans Sonrası	235,35 ± 80,38			220,12 ± 56,86			
M. masseter S	Seans Öncesi	227,79 ± 145,6	0,442	0,661	213,12 ± 119,44	0,015	0,988	0,721
	Seans Sonrası	218,82 ± 124,98			212,88 ± 94,04			
M. sternocleidomastoideus D	Seans Öncesi	1,09 ± 0,15	-1,971	0,057	1,38 ± 1,43	1,000	0,325	0,428
	Seans Sonrası	1,14 ± 0,13			1,12 ± 0,12			
M. semispinalis capitis D	Seans Öncesi	1,35 ± 0,22	-1,586	0,122	1,34 ± 0,25	0,435	0,666	0,405
	Seans Sonrası	1,42 ± 0,21			1,33 ± 0,16			
M. masseter D	Seans Öncesi	1,61 ± 0,46	0,001	0,999	1,63 ± 0,47	-1,103	0,278	0,275
	Seans Sonrası	1,61 ± 0,46			1,97 ± 1,66			

Ort; Ortalama, ss; standart sapma, t; independent t test, Gruplar arası p; Two-way Mixed ANOVA, *p<0,05 istatistiksel olarak farklılık vardır.

Musculus sternocleidomastoideus F değerinin seans öncesi ve sonrası konveks taraf ölçümlerinin değişimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). Diğer ölçümlerde gruplar arası ve grup içi seans öncesi ve sonrası değişimleri istatistiksel olarak anlamlı saptanmamıştır ($p > 0,05$).

Konkav taraf grup içi ölçümlerde egzersiz öncesi ve sonrası değişimleri istatistiksel olarak anlamlı saptanmamıştır ($p > 0,05$).

Musculus sternocleidomastoideus F değeri konveks ve konkav taraf egzersiz öncesi ve sonrası değişimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). Diğer ölçümlerde gruplar arası seans öncesi ve sonrası değişimleri istatistiksel olarak anlamlı saptanmamıştır.



Tablo 4.4 Columna vertebralis eğriliğinin konveks ve konkav tarafına göre myotonometrik ölçümleri yapılan kasların birbirleriyle ilişkisi

Ölçümler		Konkav taraf m. sternocleidomastoideus F seans öncesi	Konkav taraf m. sternocleidomastoideus F seans sonrası
Konveks taraf m. sternocleidomastoideus F seans öncesi	r	,388*	0,276
	p	0,013	0,115
Konveks taraf m. sternocleidomastoideus F seans sonrası	r	0,252	,473*
	p	0,150	0,005
Ölçümler		Konkav taraf m. semispinalis capitis F seans öncesi	Konkav taraf m. semispinalis capitis F seans sonrası
Konveks taraf m. semispinalis capitis F seans öncesi	r	,703*	,663*
	p	0,000	0,000
Konveks taraf m. semispinalis capitis F seans sonrası	r	0,154	0,096
	p	0,385	0,590
Ölçümler		Konkav taraf m. masseter F seans öncesi	Konkav taraf m. masseter F seans sonrası
Konveks taraf m. masseter F seans öncesi	r	,741*	,504*
	p	0,000	0,003
Konveks taraf m. masseter F seans sonrası	r	0,309	,471*
	p	0,080	0,006
Ölçümler		Konkav taraf m. sternocleidomastoideus S seans öncesi	Konkav taraf m. sternocleidomastoideus S seans sonrası
Konveks taraf m. sternocleidomastoideus S seans öncesi	r	0,214	0,130
	p	0,186	0,465
Konveks taraf m. sternocleidomastoideus S seans sonrası	r	-0,142	0,177
	p	0,423	0,316
Ölçümler		Konkav taraf m. semispinalis capitis S seans öncesi	Konkav taraf m. semispinalis capitis S seans sonrası
Konveks taraf m. semispinalis capitis S seans öncesi	r	,756*	,498*
	p	0,000	0,003
Konveks taraf m. semispinalis capitis S seans sonrası	r	0,110	0,102
	p	0,536	0,566
Ölçümler		Konkav taraf m. masseter S seans öncesi	Konkav taraf m. masseter S seans sonrası
Konveks taraf m. masseter S seans öncesi	r	,641*	,603*
	p	0,000	0,000
Konveks taraf m. masseter S seans sonrası	r	0,253	,560*
	p	0,155	0,001
Ölçümler		Konkav taraf m. sternocleidomastoideus D seans öncesi	Konkav taraf m. sternocleidomastoideus D seans sonrası
Konveks taraf m. sternocleidomastoideus D seans öncesi	r	0,074	0,254
	p	0,648	0,148
Konveks taraf m. sternocleidomastoideus D seans sonrası	r	-0,125	,733*
	p	0,483	0,000
Ölçümler		Konkav taraf m. semispinalis capitis D seans öncesi	Konkav taraf m. semispinalis capitis D seans sonrası
Konveks taraf m. semispinalis capitis D seans öncesi	r	,491*	0,277
	p	0,001	0,112
Konveks taraf m. semispinalis capitis D seans sonrası	r	-0,005	0,318
	p	0,978	0,067

Konveks taraf ile konkav taraf m. sternocleidomastoideus seans öncesi F değerleri arasında ($p=0.013$, $r=0.388$) pozitif yönde zayıf, konveks taraf ile konkav taraf m. sternocleidomastoideus seans sonrası F değerleri arasında ($p=0.005$, $r=0.473$) pozitif yönde orta düzeyde, konveks taraf ile konkav taraf m. sternocleidomastoideus seans sonrası D değerleri arasında ($p=0.000$, $r=0.733$) pozitif yönde kuvvetli düzeyde korelasyon bulundu.

Konveks taraf ile konkav taraf m. semispinalis capitis seans öncesi F değerleri arasında ($p=0.000$, $r=0.703$) pozitif yönde kuvvetli ilişki, konveks taraf seans öncesi ile konkav taraf seans sonrası m. semispinalis capitis F değerleri arasında ($p=0.000$, $r=0.663$) pozitif yönde orta şiddette, konveks taraf ile konkav taraf seans öncesi m. semispinalis capitis S değerleri arasında ($p=0.000$, $r=0.756$) pozitif yönde kuvvetli düzeyde, konveks taraf seans öncesi ile konkav taraf seans sonrası S değerleri arasında ($p=0.000$, $r=0.663$) pozitif yönde orta düzeyde, konveks ile konkav taraf m. semispinalis capitis seans öncesi D değerleri arasında ($p=0.001$, $r=0.491$) pozitif yönde orta düzeyde korelasyon bulundu.

Konveks ile konkav taraf m. masseter seans öncesi F değerleri arasında ($p=0.000$, $r=0.741$) pozitif yönde kuvvetli, konveks taraf seans öncesi ile konkav taraf seans sonrası m. masseter F değerleri arasında ($p=0.003$, $r=0.504$) pozitif yönde orta düzeyde, konveks ile konkav taraf seans sonrası m. masseter F değerleri arasında ($p=0.006$, $r=0.471$) pozitif yönde orta düzeyde, konveks ile konkav taraf m. masseter seans öncesi S değerleri arasında ($p=0.000$, $r=0.641$) pozitif yönde orta düzeyde, konveks taraf seans öncesi ile konkav taraf seans sonrası m. masseter S değerleri arasında ($p=0.000$, $r=0.603$) pozitif yönde orta düzeyde, konveks ile konkav taraf seans sonrası m. masseter S değerleri arasında ($p=0.001$, $r=0.560$) pozitif yönde orta düzeyde korelasyon bulundu.

5. TARTIŞMA

Skolyoz, columna vertebralis'te meydana gelen lateral eğrilik ve rotasyon sebebiyle kişinin vücudunda postüral olarak değişikliklere sebep olan üç boyutlu bir deformitedir. Dünya nüfusunun neredeyse %4'ü bu problemle karşı karşıyadır. Vakaların büyük bir çoğunluğu idiopatik olup, idiopatik skolyoz türlerinde de en çok karşılaşılan alt tür adölesan idiopatik skolyozdur (134-136). Birçok çalışmada skolyozlu bireylerde columna vertebralis biyomekaniğinde bozulma ve kas aktivitelerinde farklılık saptanmıştır (136-138). AIS tanısı almış bireylerin columna vertebralis'deki eğriliğin derecesine göre başlangıçta gözlem ve fizik tedavi önerilirken daha ileri derecelerde ortez kullanımı ve cerrahi tedavi seçenekleri endikedir (139). Hastalığın nedenlerinden biri olarak görülen kas faktörü hem bir sebep hem de bir sonuç olarak birçok araştırmada karşımıza çıkmaktadır (137, 138, 140). Eğriliğin derecesine göre değişmekle beraber fiziksel muayene esnasında bile fark edilebilen omuz, pelvis ve scapula'nın anatomik pozisyonunun değişmesi vücut biyomekaniğini bozmaktadır (134, 135). Literatürde en fazla abdominal bölge ve paraspinal kasların etkilenim gösterdiği bildirilse de regio cervicalis, omuz kuşağı ve alt ekstremitte kasları da değişen vücut biyomekaniğinden etkilenmektedir (65). Ergenlerde CV deformitesi açısından en sık görülen durumlardan biri olan skolyozun sebep olduğu deformitelerin facial asimetriye de yol açtığı ileri sürülmüştür (141, 142). Temporomandibular bozukluğu olan kişilerde boyun kaslarında olan sürekli asimetric aktivasyonun servikal postürde anormalliklere yol açtığı tespit edilmiştir (143). Columna vertebralis'in üzerindeki asimetric yüklenme hastalığın daha da ilerlemesine ve tedavinin daha da karmaşık hale gelmesine neden olur (13). Paraspinal kaslar CV ile doğrudan bir ilişkiye sahiptir. Bu sebeple araştırmaların çoğunun odak noktasını oluşturur (144, 145). Buna karşın AIS'in neden olduğu yapısal farklılıklar sonucunda regio cervicalis'in ne kadar etkilendiği yeterince aydınlatılmamıştır.

Regio cervicalis'teki kaslar mekanik olarak stabilitenin korunmasında çok büyük bir rol üstlenir (146-150). Uzun vadede kaslardaki kullanıma bağlı değişiklikler kasta yapısal değişiklikler meydana getirir (151). Bu teori genel bir prensip olarak gösterilse de regio cervicalis üzerine yeterince çalışma yapılmamıştır (152). Kasların biyomekanik özelliklerinin bilinmesi kasın performansı hakkında bilgi edinilmesini sağlamada

belirleyici bir rol üstlenmektedir (153). MyotonPRO cihazı yeni bir teknoloji olup, bilimsel çalışmalarda kasların biyomekanik ve viskoelastik özelliklerinin tespitinin kapsamlı olarak belirlenmesinde ve analizinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Klinikte tanı ve tedavilerin belirlenmesinde uygun maliyetli, kullanılabilirlik ve kullanım kolaylığına sahip MyotonPRO cihazı kasın sertliği, tonusu, elastikiyeti hakkında objektif olarak bilgi sağlamaktadır (154-157). Ayrıca MyotonPRO cihazı uzun süreli kurulum gerektirmez kolayca taşınabilir ve elde edilen veriler saniyeler içerisinde sayısal olarak kaydedilebilir (158). Ölçüm araç ve cihazlarının güvenilir olması elde edilen verilerin ve sonuçların geçerli ve güvenilir bulunmasında büyük önem taşır. MyotonPRO tonus ve sertliğini ölçmek için oldukça güvenilirdir (127, 128). Pan ve ark. AİS tanısı almış 23 bireyin (3 kadın ve 20 erkek) paraspinal kaslarının tonus ve sertliğini MyotonPRO cihazıyla araştırmış, verilere göre skolyoz eğriliğinin iç bükey tarafındaki paraspinal kas tonusunu dış bükey tarafa göre önemli derecede daha yüksek bulmuştur (33). Bu çalışmada değerlendirilen kaslar m. semispinalis capitis, m. sternocleidomastoideus ve masseterdir. Çalışmamızda viskoelastik ölçümler art arda 3 kez tekrarlanmış olup ortalamaları kaydedilmiştir. Ölçümler majör eğriliğin yönüne göre hem konveks hem de konkav tarafta gerçekleştirilmiştir.

Maden ve ark. (24) multiple skleroz tanılı yutma güçlüğü yaşayan hastalarda m. masseter'in viskoelastik özelliklerinin sağlıklı kontrol grubuna göre farklılık göstermediğini bildirmiştir. Sonografik elastografi yöntemi kullanılan bir başka çalışmada temporomandibular bozukluğu olan hastalarda sağlıklı kontrol grubuna kıyasla m. masseter sertliğinin arttığı bildirilmiştir (160). Takashima ve ark. (161) shear-wave elastografi yöntemiyle myofacial temporomandibular rahatsızlığı olan bireylerin m. masseter sertliğini kontrol grubuna göre daha fazla bulmuştur. Sağlıklı bireylerde m. masseter'in viskoelastik özelliklerini araştıran bir başka çalışmada 18-50 yaş aralığında olan 389 birey MyotonPRO cihazı ile sırtüstü yatar pozisyonda iken değerlendirilmiş, kas tonusu erkeklerde, elastikiyet kadınlarda daha fazla bulunmuş ve ayrıca yaş arttıkça m. masseter tonus ve sertliğinde artış olduğu tespit edilmiştir (162).

Chen ve ark. (163) toplamda 98 (tek taraflı orofasiyal ağrısı olan 13, bilateral orofasiyal ağrısı olan 37 ve 48 asemptomatik kontrol grubu) bireyin dahil olduğu çalışmada shear-wave sonoelastografi yöntemi kullanarak m. masseter'in sertliği ile orofasiyal ağrı arasında anlamlı bir ilişki olduğunu tespit etmiş, ağrılı durumlarda ağrısız durumlara

kıyasla kas sertliğinin daha fazla olduğunu ileri sürmüşlerdir. Lauriti ve ark. (164) 81 adölesan bireyin dahil edildiği bir çalışmada m. masseter'in elektromiyografi aktivasyonun kontrol grubuna kıyasla temporamandibular eklem rahatsızlığı olanlarda daha fazla olduğu bulunmuştur. Olchoway ve ark. (165) 21 yetişkin bireyde m. masseter'in elastikiyetini 30 dakikalık masaj seansı öncesi ve sonrasında shear-wave elastografisi ile ölçmüş ve m. masseter'in elastikiyetinin masaj seansı sonrasında öncesine göre düştüğünü bulmuştur. Song ve ark. (166) felçli 20 hasta üzerinde bilateral m. masseter sertliğini MyotonPRO ile ölçmüş, etkilenim olmayan tarafın kas sertliği diğer tarafa göre anlamlı derecede yüksek bulunmuş. Taş ve ark. (25) m. masseter'in tonus ve sertliğinin temporamandibular bozukluğu olan hastalarda sağlıklı kontrol grubuna kıyasla daha fazla olduğunu bildirmiştir. Uçar ve ark. (159) egzersiz tedavisi alan bruksizm tanılı bireylerde m.masseter'in elastikiyetinin egzersizle birlikte arttığını bildirmiştir. MyotonPRO ile yapılan çalışmalarda m. masseter 0,72 ile 0,99 değerleri arasında değişen ICC değerleriyle sertlik parametresi açısından yüksek bir güvenilirlik gösterdiği bulunmuştur (167). Mevcut çalışma bildiğimiz kadarıyla m. masseter'in AIS'li hastalarda MyotonPRO aracılığıyla viskoelastik özelliklerinin incelendiği ilk çalışma olup, kasın tonus, sertlik ve elastikiyetinde konveks ve konkav taraflarda egzersiz seans öncesi ile sonrası değerleri arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p>0.05$). Bu sonuca göre skolyozlu hastaların tedavi planlamasında; daha uzun süreli egzersizler, servikal bölgeye yönelik daha yoğun bir egzersiz ve tedavi planı oluşturulması, konveks tarafta sertlik ve tonusun azalması bakımından daha etkili olabilir. Musculus masseter'in taraflar arasında viskoelastik özelliklerinde farklılık olmaması; skolyoz eğriliğinin m. masseter'i etkilemediğini düşündürse de, hastaların mandibular asimetri açısından da değerlendirilmesinin bu bölgeye yönelik tedavi planlamasında önemli olabilir

Boyun ekstansör kasları baş ve boyunun hareketi sırasında columna vertebralis'e ve duruş pozisyonuna katkı sağlayıp başın ağırlığını dengelemeye yardımcı olur (168). M. semispinalis capitis bilateral olarak kasıldığında servikal lordoz derecesini artırır ve aynı zamanda diğer servikal kaslarla beraber başın ekstansiyonu için önemli bir kaldıraç kolu oluşturur. M. semispinalis capitis'in sağ ve solda farklı düzeylerde kasılması başın lateral fleksiyonuna sebep olur. M. semispinalis capitis columna vertebralis için önemli bir stabilizatördür (169-171). Mevcut çalışmada m. semispinalis capitis'in viskoelastik özelliklerinin konveks ve konkav taraflarda egzersiz seansı öncesi ve sonrasında

farklılık göstermediği saptanmıştır ($p>0.05$). Maden ve ark. (132) tarafından 18 kadın ve 15 erkek sağlıklı bireylerin dahil edildiği çalışmada m. sternocleidomastoideus, m. semispinalis capitis, m. pectoralis majör ve m. trapezius'un viskoelastik özellikleri MyotonPRO ile ölçülmüş ve tüm katılımcılar arasında en düşük sertlik ve tonus değeri m. semispinalis capitis'te bulunmuştur (132). Mevcut çalışmada ise Maden ve arkadaşlarının aksine m. semispinalis capitis hem seans öncesinde hem de seans sonrasında en yüksek tonus ortalama değerine sahipti aynı zamanda seans öncesi ölçümlerde m. semispinalis capitis'in en düşük sertlik ortalamasına sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılığın incelenen kas gruplarının farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Boyun fleksiyonundan sorumlu kaslar servikal postürün devam ettirilmesinde ve boynun kontrol edilmesinde majör rol üstlenir. Bu derin boyun fleksör kaslarında zayıflık olması stabilizasyonu azaltarak temporomandibular eklem, mandibula ve servikal bölgedeki vertebraların hareket kabiliyetinde değişikliğe sebep olur (172). Başın anteriora doğru yönelmesi veya sagittal düzlem üzerinde gövdeye göre daha fazla öne kayması servikal bölge kas aktivitesini artırır (27). Dolayısıyla boyun kaslarının biyomekanik özellikleri başın tilt pozisyonundan direk olarak etkilenir. Yutma güçlüğüne sahip multiple skleroz tanısı almış hastalarda ve sağlıklı kontrol grubunda m. sternocleidomastoideus'un myotonometrik özellikleri karşılaştırılmış esneklik açısından anlamlı fark bulunamamasına karşın sol taraf m. sternocleidomastoideus'un tonus ve sertliği kontrol grubuna göre daha fazla bulunmuştur ($p=0.039$) (24).

Albin ve ark. (173) sağlıklı bireyler üzerinde yapmış olduğu çalışma sonucuna göre manuel tedavinin kas sertliğini azaltabileceğini göstermiştir. Lettner ve ark. (167) farklı kaslar üzerine yapılan literatürdeki çalışmalarda MyotonPRO'nun güvenilirliğini araştıran 48 çalışmayı değerlendirmiş, m. sternocleidomastoideus 0,74 ile 0,93 arasında değişmekte olan sınıf içi korelasyon katsayısı değerleriyle tonus ve sertlik parametresi açısından oldukça iyi bir güvenilirlik göstermiştir (167). Mevcut çalışmada da m. sternocleidomastoideus'un viskoelastik parametreleri ölçülmüş olup egzersiz öncesi konveks taraftaki kasın gerginliğinin konkav tarafa kıyasla daha fazla olması sebebiyle egzersiz sonrasında tonusta azalma olduğu tespit edilmiştir.

Mevcut çalışmada egzersiz seansı sonrası m. sternocleidomastoideus'un tonusunda konveks tarafta tonus azalmasının gözlenmesi, skolyoz eğriliğinin düşünüldüğü gibi başın asimetrisi ve servikal bölgeyi etkilediği kanısını desteklemektedir. Çalışmamızda bazı kasların viskoelastik parametrelerinde konkav ve konveks taraflar arasında egzersiz seansı ve sonrasında fark olmamasına rağmen, skolyoz hastaları için servikal bölgedeki m. sternocleidomastoideus, m. semispinalis capitis ve m. masseter tonus, sertlik ve elastikiyet gibi parametreleri için referans değerlerin belirlenmesi bakımından önemlidir.

Limitasyonlar

Bu çalışmamızda bazı kısıtlamalar bulunmaktadır. Çalışmaya dahil edilen birey sayısının artırılması ve daha uzun takip süreleri ile daha fazla araştırma yapılması önerilmektedir. Adölesan idiopatik skolyoz hastalarının erken tanı ve tedavi dönemlerinin tüm aşamalarını içine alan uzun süreli çalışmalar, uzun vadede biyomekanik özelliklerdeki farklılıkların ve değişikliklerin daha iyi kavranabilmesini sağlayacaktır.

6. SONUÇ

Genel olarak skolyoz tedavisinde egzersizlerin temel prensibi konkav taraf kasların boyunun uzatılması, konveks taraf kasların ise gerginliğinin azaltılmasıdır. Bu çalışmamızda da sadece konveks taraftaki m. sternocleidomastoideus'un tonusu seans öncesine kıyasla seans sonrasında azalmış olduğu bulundu. Diğer değerlendirmesi yapılan kaslarda değişiklik gözlenmedi. Çalışmamızda araştırmış olduğumuz kaslarının seans öncesi ve sonrası konveks ve konkav tarafları arasında anlamlı bir fark olmamasına rağmen servikal bölgedeki belirli kaslar için referans değerlerin belirlenmesi literatür için oldukça önemlidir. Bu çalışmanın baş ve boyun bölgesinin hareketinden ve stabilizasyonundan sorumlu kaslarda viskoelastik özellikleri inceleyen çalışmaların literatüre farklı bir bakış açısı sunacağı düşünülmektedir.

7. KAYNAKLAR

1. San Román Gaitero A, Shoykhet A, Spyrou I, Stoorvogel M, Vermeer L, Schlösser TP. Imaging methods to quantify the chest and trunk deformation in adolescent idiopathic scoliosis: A Literature review. *Healthcare*; 2023;11(10): 1489.
2. Mohamed M, Trivedi J, Davidson N, Munigangaiah S. Adolescent idiopathic scoliosis: A review of current concepts. *J Orthop Trauma*. 2020;34(6):338-345.
3. Grivas TB, Burwell GR, Vasiliadis ES, Webb JK. A segmental radiological study of the spine and rib-cage in children with progressive infantile idiopathic scoliosis. *Scoliosis*. 2006;1:1-11.
4. Burwell R. Aetiology of idiopathic scoliosis. *Pediatr. Rehabil*. 2003;6(3-4):137-170.
5. Burwell R, James N, Johnson F, Webb J, Wilson Y. Standardised trunk asymmetry scores. A study of back contour in healthy school children. *J Bone Joint Surg Br*. 1983;65(4):452-463.
6. Grivas TB, Vasiliadis E, Mouzakis V, Mihas C, Koufopoulos G. Association between adolescent idiopathic scoliosis prevalence and age at menarche in different geographic latitudes. *Scoliosis*. 2006;1:1-12.
7. Wick JM, Konze J, Alexander K, Sweeney C. Infantile and juvenile scoliosis: the crooked path to diagnosis and treatment. *AORN J*. 2009;90(3):347-380.
8. Heary RF, Madhavan K. The history of spinal deformity. *Neurosurgery*. 2008;63(3):A5-A15.
9. Hibbs RA, Risser JC, Ferguson AB. Scoliosis treated by the fusion operation an end-result study of three hundred and sixty cases. *J Bone Joint Surg Br*. 1931;13(1):91-104.
10. Wever D, Veldhuizen A, Klein J, Webb P, Nijenbanning G, Cool J, Horn J. A biomechanical analysis of the vertebral and rib deformities in structural scoliosis. *Eur. Spine J*. 1999;8:252-260.
11. Gaupp E. Die normalen Asymmetrien des menschlichen Körpers. Fischer, 1909.
12. Farkas A. Physiological scoliosis. *J Bone Joint Surg Br*. 1941;23(3):607-627.
13. Stokes I. Mechanical effects on skeletal growth. *J Musculoskelet Neuronal Interact*. 2002;2(3):277-280.
14. Cheung CSK, Lee WTK, Tse YK, Tang SP, Lee KM, Guo X, Qin L, Cheng JCY. Abnormal peri-pubertal anthropometric measurements and growth pattern in adolescent idiopathic scoliosis: a study of 598 patients. *Spine*. 2003;28(18):2152-2157.
15. Willner S. The proportion of legs to trunk in girls with idiopathic structural scoliosis. *Acta Orthop*. 1975;46(1):84-89.

16. Wang S, Qiu Y, Zhu Z, Ma Z, Xia C, Zhu F. Histomorphological study of the spinal growth plates from the convex side and the concave side in adolescent idiopathic scoliosis. *J. Orthop. Surg. Res.* 2007;2:1-10.
17. Hosman AJF. *Idiopathic Thoracic Spinal Deformaties and Compensatory Mechanisms.* Radboud University, Nijmegen, (2003).
18. Duval-Beaupere G, Lespargot A, Grossiord A. Scoliosis and trunk muscles. *J. Pediatr. Orthop.* 1984;4(2):195-200.
19. Riddle H, Roaf R. Muscle imbalance in the causation of scoliosis. *The Lancet.* 1955;265(6877):1245-1247.
20. Cheung J, Veldhuizen AG, Halbertsma JP, Maurits NM, Sluiter WJ, Cool JC, Van Horn JR. The relation between electromyography and growth velocity of the spine in the evaluation of curve progression in idiopathic scoliosis. *Spine.* 2004;29(9):1011-1016.
21. Stetkarova I, Zamecnik J, Bocek V, Vasko P, Brabec K, Krbec M. Electrophysiological and histological changes of paraspinal muscles in adolescent idiopathic scoliosis. *Eur. Spine J.* 2016;25:3146-3153.
22. Skibinska I, Tomaszewski M, Andrusiewicz M, Urbaniak P, Czarnecka-Klos R, Shadi M, Kotwicki T, Kotwicka M. Expression of estrogen receptor coactivator proline-, glutamic acid- and leucine-rich protein 1 within paraspinal muscles in adolescents with idiopathic scoliosis. *PLoS One.* 2016;11(4):e0152286.
23. Zapata KA, Wang-Price SS, Sucato DJ, Dempsey-Robertson M. Ultrasonographic measurements of paraspinal muscle thickness in adolescent idiopathic scoliosis: a comparison and reliability study. *Pediatr Phys Ther.* 2015;27(2):119-125.
24. Maden T, Usgu G, Tuncer A. Myotonometric comparison of sternocleidomastoideus and masseter muscles in multiple sclerosis patients with swallowing problem and healthy individuals. *Mult Scler Relat Disord.* 2022;57:103387.
25. Taş S, Kaynak BA, Salkin Y, Karakoç ZB, Dağ F. An investigation of the changes in mechanical properties of the orofacial and neck muscles between patients with myogenous and mixed temporomandibular disorders. *Cranio.* 2024;42(2):150-159.
26. Harrison DD, Harrison SO, Croft AC, Harrison DE, Troyanovich SJ. Sitting biomechanics part I: review of the literature. *J. Manip. Physiol. Ther.* 1999;22(9):594-609.
27. Szeto GP, Straker LM, O'Sullivan PB. A comparison of symptomatic and asymptomatic office workers performing monotonous keyboard work—1: neck and shoulder muscle recruitment patterns. *Man. Ther.* 2005;10(4):270-280.
28. Cooper BC, Kleinberg I. Examination of a large patient population for the presence of symptoms and signs of temporomandibular disorders. *Cranio.* 2007;25(2):114-126.
29. Nakashima A, Nakano H, Yamada T, Inoue K, Sugiyama G, Kumamaru W, Nakajima Y, Sumida T, Yokoyama T, Mishiama K. The relationship between lateral displacement of the mandible and scoliosis. *J Oral Maxillofac Surg.* 2017;21:59-63.

30. Nakashima A, Yamada T, Nakano H, Sugiyama G, Sugi T, Kamata Y, Sumida T, Mori Y. Jaw asymmetry may cause bad posture of the head and the spine—a preliminary study. *J Oral Maxillofac Surg. Med. Pathol.* 2018;30(3):242-246.
31. Benli M, Gokcen-Rohlig B, Akgül T. Comparative study on the evaluation of temporomandibular joint and neck structures in healthy volunteers and idiopathic scoliosis patients. *Sanamed.* 2018;13(3):221-228.
32. Huggare JÅ, Raustia AM, Makofsky HW. Head posture and cervicovertebral and craniofacial morphology in patients with craniomandibular dysfunction. *Cranio.* 1992;10(3):173-179.
33. Pan, A. X. et al. Assessment of biomechanical properties of paraspinal muscles in adolescent idiopathic scoliosis. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi.* 2018;98(43):3485-3489.
34. Liu, Y. et al. Asymmetric biomechanical characteristics of the paravertebral muscle in adolescent idiopathic scoliosis. *Clin. Biomech.* 2019;65:81-86.
35. Moore K. L., Persaud T. V. N., Çeviri Editörleri: Yıldırım M, Okar İ, Dalçık H. Klinik yönleri ile insan embriyolojisi. Nobel Tıp Kitabevleri, 1. Baskı, İstanbul, Türkiye, 2002.
36. Oskouian Jr RJ, Sansur CA, Shaffrey CI. Congenital abnormalities of the thoracic and lumbar spine. *Neurosurg. Clin. N. Am.* 2007;18(3):479-498.
37. Canale S, Beaty J. *Campbell's Operative Orthopaedics 10th Ed.* Mosby. Philadelphia; 2003.
38. Misterska E, Głowacki J, Głowacki M, Okręć A. Long-term effects of conservative treatment of Milwaukee brace on body image and mental health of patients with idiopathic scoliosis. *PLoS One.* 2018;13(2):e0193447.
39. Aaro S, Dahlborn M. The longitudinal axis rotation of the apical vertebra, the vertebral, spinal, and rib cage deformity in idiopathic scoliosis studied by computer tomography. *Spine.* 1981;6(6):567-572.
40. Kehr P, Behrooz A, Akbarnia, Muharrem Yazici, George H. Thompson. The growing spine: management of spinal disorders in young children. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2012;22(1):81-81.
41. Sadler T. W., Çeviri Editörleri: Başaklar A. C., *Langman's medikal embriyoloji, 7. baskı,* Ankara, Türkiye, 2022.
42. Moore K. L., Persaud T. V. N., Torchia M. G., *The Developing Human-E-Book.* Elsevier Health Sciences, 2018.
43. Montgomery F, Willner S, Appelgren G. Long-term follow-up of patients with adolescent idiopathic scoliosis treated conservatively: an analysis of the clinical value of progression. *J. Pediatr. Orthop.* 1990;10(1):48-52.
44. Tekelioğlu M., *Vertebra embriyolojisi.* Ankara, Türk Hava Kurumu Basımevi, 1992:15-19.

45. Wilting J, Müller T, Ebensperger C, Brand-Saberi B, Christ B, Neubüser A, Balling R, Koseki H. Development of the vertebral column: Morphogenesis and genes. In Aspects of Teratologie R. Vorgel, J. Fanghaenel, and J. Giebel. Tectum Verlag, 1996.
46. Kl M. The developing human clinically oriented embryology. Genitourin. Med. 1988;279-280.
47. Williams P, Bannister L, Berry M, Collins P, Dyson M, Dussek J, Ferguson M. Gray's anatomy. 1995. New York: Churchill Livingstone.584.
48. Moore KL, Dalley AF, Agur AM. Clinically oriented anatomy. Lippincott Williams & Wilkins, 2013.
49. Paulsen F, Böckers TM, Waschke J, Winkler S, Dalkowski K, Mair J, Klebe S. Sobotta anatomy textbook: English edition with Latin nomenclature. Elsevier Health Sciences, 2018.
50. Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part II. Neutral zone and instability hypothesis. Clin. Spine Surg. 1992;5(4):390-397.
51. Dogru SC, Arslan YZ. Effect of model parameters on the biomechanical behavior of the finite element cervical spine model. J. Appl. Biomech. 2021;2021:1-9.
52. Van den Wyngaert T. Normal Spine: X-Ray and CT Anatomy. Clinical Atlas of Bone SPECT/CT. Switzerland, Springer, 2023: s.1-4.
53. Alıcı E. Omurga hastalıkları ve deformiteleri. İzmir, Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları, 1991.
54. Öztıp F. İntervertebral disk dejenerasyonunun patolojisi. Zileli M, Özer F (Eds) Omurilik ve omurga cerrahisi. 2002;1:537-548.
55. Netter FH. Netter atlas of human anatomy: classic regional approach. 8th ed, China Elsevier Health Sciences, 2022.
56. Dere F. Klinik Anatomi. Adana, Nobel Tıp Kitabevi. 1992;276:320-324.
57. Üzümcügil O, Benli İT, Ofluoğlu E. Omurganın sagittal plan deformiteleri. Türk Omurga Derneği Yayınları Fatih, 1. Baskı, Ankara, Türkiye, 2016.
58. Newton PO, Group HS. Idiopathic scoliosis: the harms study group treatment guide. New York, Thieme, 2022.
59. M. M. HANCI, Omurga ve Omurilik Yaralanmaları, İzmir: İntertıp Kitabevi Yayınları, 2012, pp.351-360.
60. Yıldırım M. Hareket Sistemi Anatomisi. 7. Baskı Nobel Tıp Kitapevleri, İstanbul. 2014.
61. Snell R, Cumhuriyet M. Klinik Anatomi. 6. baskı. İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri. 2004.

62. Allington NJ, Bowen JR. Adolescent idiopathic scoliosis: treatment with the Wilmington brace. A comparison of full-time and part-time use. *J Bone Joint Surg Br.* 1996;78(7):1056-1062.
63. Alden KJ, Marosy B, Nzegwu N, Justice CM, Wilson AF, Miller NH. Idiopathic scoliosis: identification of candidate regions on chromosome 19p13. *Spine.* 2006;31(16):1815-1819.
64. Negrini S, Donzelli S, Aulisa AG, Czaprowski D, Schreiber S, de Mauroy JC, Diers H, Grivas TB, Knott P, Kotwicki T. 2016 SOSORT guidelines: orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. *Scoliosis and spinal disord.* 2018;13:1-48.
65. Yılmaz H, Zateri C, Ozkan AK, Kayalar G, Berk H. Prevalence of adolescent idiopathic scoliosis in Turkey: an epidemiological study. *J. Spine.* 2020;20(6):947-955.
66. Ebersson CP, Nikhil A, Jonathan R. Brace Management in Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Clin Orthop Relat Res.* 2010; 468(3):670-8.
67. Bazira PJ. Clinically applied anatomy of the vertebral column. *Surgery (oxf).* 2021;39(6):315-323.
68. Rowe DE, Bernstein SM, Riddick MF, Adler F, Emans JB, Gardner-Bonneau D. A meta-analysis of the efficacy of non-operative treatments for idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Br.* 1997;79(5):664-674.
69. Evcik D, Tur B, Gök H. *Kas İskelet Sisteminde Pratik Ölçme ve Değerlendirme.* Ankara: Pelikan Tıp ve Kitap Yayınevi. 2008:5-40.
70. Gilroy AM. *Anatomy: an essential textbook.* Thieme, 2013.
71. White A. *Clinical biomechanics of the spine.* Clin Biomech. 1990.
72. Giles LG, Singer KP. *Clinical anatomy and management of cervical spine pain.* BVS. 1998: s.214-214.
73. Magee D. *Head and face. Orthopedic Physical Assessment, 6th Ed.* Elsevier: Canada. 2014:84.
74. Huebert H. Scoliosis. A brief history. *Manit. Med. Rev..* 1967;47(8):452-456.
75. Kumar K. Spinal deformity and axial traction. *Spine.* 1996;21(5):653-655.
76. Vasiliadis ES, Grivas TB, Kaspiris A. Historical overview of spinal deformities in ancient Greece. *Scoliosis.* 2009;4:1-13.
77. Ferguson S. *Biomechanics of the Spine. Spinal Disorders: Fundamentals of Diagnosis and Treatment.* Springer, J. Spinal Disord. 2008: s.41-66.
78. Gruber P, Boeni T. History of spinal disorders. *Spinal Disorders: Fundamentals of Diagnosis and Treatment. J. Spinal Disord.* 2008:1-37.

79. Albee FH. THE CLASSIC: Transplantation of a Portion of the Tibia Into the Spine for Pott's Disease: A Preliminary Report. *Clin Orthop Relat Res* (1976-2007). 2007;460:14-16.
80. Emans JB, Kaelin A, Bancel P, Hall JE, Miller M. The Boston bracing system for idiopathic scoliosis: follow-up results in 295 patients. *Spine*. 1986;11(8):792-801.
81. Moe JH, KETTLESON DN. Idiopathic scoliosis: analysis of curve patterns and the preliminary results of Milwaukee-brace treatment in one hundred sixty-nine patients. *J Bone Joint Surg Am*. 1970;52(8):1509-1533.
82. Hall JE. Spinal surgery before and after Paul Harrington. *Spine*. 1998;23(12):1356-1361.
83. Knoeller SM, Seifried C. Historical perspective: history of spinal surgery. *Spine*. 2000;25(21):2838-2843.
84. Mohan AL, Das K. History of surgery for the correction of spinal deformity. *Neurosurg. Focus*. 2003;14(1):1-5.
85. Drummond DS. Four Decades of Advancement for the Surgical Treatment of Spinal Deformity. *UPOJ*. 2009;19.
86. Hasler CC. A brief overview of 100 years of history of surgical treatment for adolescent idiopathic scoliosis. *J. Child.'s Orthop*. 2013;7(1):57-62.
87. Suk S-I, Kim W-J, Lee S-M, Kim J-H, Chung E-R. Thoracic pedicle screw fixation in spinal deformities: are they really safe? *Spine*. 2001;26(18):2049-2057.
88. Barton, C.B., Weinstein, S.L. (2018). Adolescent Idiopathic Scoliosis: Natural History. In: Machida, M., Weinstein, S., Dubousset, J. (eds) *Pathogenesis of Idiopathic Scoliosis*. Springer, Tokyo. https://doi.org/10.1007/978-4-431-56541-3_2
89. El-Hawary R, Chukwunyerewa C. Update on evaluation and treatment of scoliosis. *Pediatr. Clin*. 2014;61(6):1223-1241.
90. Altaf F, Gibson A, Dannawi Z, Noordeen H. Adolescent idiopathic scoliosis. *Bmj*. 2013;346.
91. Korbek K, Kozinoga M, Stoliński Ł, Kotwicki T. Scoliosis Research Society (SRS) Criteria and Society of Scoliosis Orthopaedic and Rehabilitation Treatment (SOSORT) 2008 Guidelines in Non-Operative Treatment of Idiopathic Scoliosis. *Chir Narzadow Ruchu Ortop Pol*. 2014;79:118-122.
92. Alves DPL, Araújo Bd. Muscle disorders in adolescent idiopathic scoliosis: literature review. *Coluna*. 2016;15:73-77.
93. Goldstein L, Waugh T. Classification and terminology of scoliosis. *Clin Orthop Relat Res*. (1976-2007). 1973;93:10-22.
94. Committee SRST. A glossary of scoliosis terms. *Spine*. 1976;1:57-58.

95. Kleinberg S. The operative treatment of scoliosis. *AMA Arch. Surg.* 1922;5(3):631-645.
96. Ani F, Protopsaltis TS. Samuel Kleinberg: Embodiment of the American Dream. *Bull Hosp Jt Dis.* 2022;80:S11-S13.
97. Dayer R, Haumont T, Belaieff W, Lascombes P. Idiopathic scoliosis: etiological concepts and hypotheses. *J. Child.'s Orthop.* 2013;7(1):11-16.
98. Negrini S, Aulisa AG, Aulisa L, Circo AB, De Mauroy JC, Durmala J, Grivas TB, Knott P, Kotwicki T, Maruyama T. 2011 SOSORT guidelines: orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. *Scoliosis.* 2012;7:1-35.
99. Lonstein JE, Carlson J. The prediction of curve progression in untreated idiopathic scoliosis during growth. *J Bone Joint Surg Am.* 1984;66(7):1061-1071.
100. Do T, Fras C, Burke S, Widmann RF, Rawlins B, Boachie-Adjei O. Clinical value of routine preoperative magnetic resonance imaging in adolescent idiopathic scoliosis: a prospective study of three hundred and twenty-seven patients. *J Bone Joint Surg Am.* 2001;83(4):577.
101. Rocha T, Castro M, Guarda- Nardini L, Manfredini D. Subjects with temporomandibular joint disc displacement do not feature any peculiar changes in body posture. *J. Oral Rehabil.* 2017;44(2):81-88.
102. Ahn UM, Ahn NU, Nallamshetty L, Buchowski JM, Rose PS, Miller NH, Kostuik JP, Sponseller PD. The etiology of adolescent idiopathic scoliosis. *Am. J. Orthop.* 2002;31(7):387-395.
103. Kane WJ. Scoliosis prevalence: a call for a statement of terms. *Clin Orthop Relat Res.* 1977(126):43-46.
104. Negrini S, Aulisa L, Ferraro C, Fraschini P, Masiero S, Simonazzi P, Tedeschi C, Venturin A. Italian guidelines on rehabilitation treatment of adolescents with scoliosis or other spinal deformities. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2005;41(2):183-201.
105. Bütün M. Adölesan idiyopatik skolyozlu bireylerde eğri tipine göre baş-boyun pozisyonunun ve etkileyen faktörlerin incelenmesi. 2020, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Anatomi Yüksek Lisans Tezi.
106. Hefti F. Pathogenesis and biomechanics of adolescent idiopathic scoliosis (AIS). *J. Child.'s Orthop.* 2013;7(1):17-24.
107. Stokes IA, Burwell RG, Dangerfield PH. Biomechanical spinal growth modulation and progressive adolescent scoliosis—a test of the 'vicious cycle' pathogenetic hypothesis: Summary of an electronic focus group debate of the IBSE. *Scoliosis.* 2006;1:1-21.
108. Stokes IA, Spence H, Aronsson DD, Kilmer N. Mechanical modulation of vertebral body growth: implications for scoliosis progression. *Spine.* 1996;21(10):1162-1167.

109. Cassar-Pullicino V, Eisenstein S. Imaging in scoliosis: what, why and how? *Clin. Radiol.* 2002;57(7):543-562.
110. Azar FM, Canale ST, Beaty JH. *Campbell's Operative Orthopaedics, E-Book.* Elsevier Health Sciences, 2020.
111. Herring JA, Tachdjian M. *Pediatric orthopaedics. Benign Musculoskeletal Tumours Tachdjian's Orthopaedic Journal,* Texas WB Saunders Company. 2002.
112. Champain N. Recherche des facteurs biomécaniques dans l'aggravation des scolioses idiopathiques. ENSAM, 2004.
113. Suh S-W, Modi HN, Yang J-H, Hong J-Y. Idiopathic scoliosis in Korean schoolchildren: a prospective screening study of over 1 million children. *Eur. Spine J.* 2011;20:1087-1094.
114. Grivas TB, Vasiliadis E, Savvidou O, Mouzakis V, Koufopoulos G. Geographic latitude and prevalence of adolescent idiopathic scoliosis. *Stud Health Technol Inform.* 2006;123:84-9.
115. Otman AS. Tedavi hareketlerinde temel değerlendirme prensipleri. 2. Baskı, Ankara: Pelikan yayıncılık, 2014:1-201.
116. Negrini S. Approach to scoliosis changed due to causes other than evidence: patients call for conservative (rehabilitation) experts to join in team orthopedic surgeons. *Disabil Rehabil.* 2008;30(10):731-741.
117. Raczkowski JW, Daniszewska B, Zolynski K. Functional scoliosis caused by leg length discrepancy. *AMS.* 2010;6(3):393-398.
118. Kotwicki T, Negrini S, Grivas TB, Rigo M, Maruyama T, Durmala J, Zaina F, Orthopaedic iSoS, it RTii. Methodology of evaluation of morphology of the spine and the trunk in idiopathic scoliosis and other spinal deformities-6 th SOSORT consensus paper. *Scoliosis.* 2009;4:1-16.
119. Greiner KA. Adolescent idiopathic scoliosis: radiologic decision-making. *Am Fam Physician.* 2002;65(9):1817-1823.
120. Hoffman DA, Lonstein JE, Morin MM, Visscher W, Harris III BS, Boice Jr JD. Breast cancer in women with scoliosis exposed to multiple diagnostic x rays. *J Natl Cancer Inst.* 1989;81(17):1307-1312.
121. Pruijs J, Hageman M, Keessen W, Van Der Meer R, Van Wieringen J. Variation in Cobb angle measurements in scoliosis. *SkeleT Radiol.* 1994;23:517-520.
122. Langensiepen S, Semler O, Sobottke R, Fricke O, Franklin J, Schönau E, Eysel P. Measuring procedures to determine the Cobb angle in idiopathic scoliosis: a systematic review. *Eur. Spine J.* 2013;22:2360-2371.
123. Grivas, T. (Ed.). (2012). *Recent Advances in Scoliosis.* InTech. doi: 10.5772/2497

124. Medica EM. Brace treatment of Idiopathic Scoliosis is effective for a curve over 40 degrees, but is the evaluation of Cobb angle the only parameter for the indication of treatment. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2019;55:231-240.
125. Kuznia AL, Hernandez AK, Lee LU. Adolescent idiopathic scoliosis: common questions and answers. *Am Fam Physician.* 2020;101(1):19-23.
126. Feng Y, Li Y, Liu C, Zhang Z. Assessing the elastic properties of skeletal muscle and tendon using shearwave ultrasound elastography and MyotonPRO. *Sci. Rep.* 2018;8(1):17064.
127. Leonard CT, Stephens JU, Stropfel SL. Assessing the spastic condition of individuals with upper motoneuron involvement: validity of the myotonometer. *Arch. Phys. M.* 2001;82(10):1416-1420.
128. Agyapong-Badu S, Aird L, Bailey L, Mooney K, Mullix J, Warner M, Samuel D, Stokes M. Interrater reliability of muscle tone, stiffness and elasticity measurements of rectus femoris and biceps brachii in healthy young and older males. *Work Pap Health Sci.* 2013;4:1-11.
129. Schneider S, Peipsi A, Stokes M, Knicker A, Abeln V. Feasibility of monitoring muscle health in microgravity environments using Myoton technology. *MBEC.* 2015;53:57-66.
130. Usgu S, Ramazanoğlu E, Yakut Y. The relation of body mass index to muscular viscoelastic properties in normal and overweight individuals. *Medicina.* 2021;57(10):1022.
131. Dietsch A. M., Solomon N. P., Sharkey LA, Duffy JR, Strand EA, Clark HM. Perceptual and instrumental assessments of orofacial muscle tone in dysarthric and normal speakers. *JRSR.* 51(7), 1127-1142. 2014.
132. Maden C, Turhan B, Maden T, Bayramlar K. Investigating the effects of head posture muscles' viscoelastic parameters on pulmonary and functional capacity in healthy individuals. *Physiother. Quat.* 2021;29(3):62-67.
133. Kocur P, Grzeskowiak M, Wiernicka M, Goliwas M, Lewandowski J, Łochyński D. Effects of aging on mechanical properties of sternocleidomastoid and trapezius muscles during transition from lying to sitting position—A cross-sectional study. *Arch Gerontol Geriatr.* 2017;70:14-18.
134. Fabry G. Clinical practice: the spine from birth to adolescence. *Eur. J. Pediatr.* 2009;168:1415-1420.
135. De Sèze M, Cugy E. Pathogenesis of idiopathic scoliosis: a review. *Ann Phys Rehabil Med.* 2012;55(2):128-138.
136. Cheung KM, Wang T, Qiu G, Luk KD. Recent advances in the aetiology of adolescent idiopathic scoliosis. *Int. Orthop.* 2008;32:729-734.
137. Veldhuizen A, Wever D, Webb P. The aetiology of idiopathic scoliosis: biomechanical and neuromuscular factors. *Eur. Spine J.* 2000;9:178-184.

138. Diab AA. The role of forward head correction in management of adolescent idiopathic scoliotic patients: a randomized controlled trial. *Clin. Rehabil.* 2012;26(12):1123-1132.
139. de Paiva Tosato J, Caria PHF. Avaliação da atividade muscular na escoliose. *JHGD.* 2009;19(1):98-102.
140. Weiss H, Goodall D. The treatment of adolescent idiopathic scoliosis (AIS) according to present evidence. A systematic review. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2008;44(2):177-193.
141. Isgro M, Buraschi R, Barbieri C, Baruzzi E, Imperio G, Noro F, Villafane J, Negrini S. Conservative management of degenerative disorders of the spine. *J. Neurosurg Sci.* 2014;58(2 Suppl 1):73-76.
142. Arienti C, Villafaña JH, Donzelli S, Zaina F, Buraschi R, Negrini S. Trunk and craniofacial asymmetry are not associated in the general population: a cross-sectional study of 1029 adolescents. *Eur. J. Med. Res.* 2017;22:1-6.
143. Andrade A, Gomes P, Teixeira-Salmela L. Cervical spine alignment and hyoid bone positioning with temporomandibular disorders. *J. Oral Rehabil.* 2007;34(10):767-772.
144. Pingot M, Czernicki J, Kubacki J. Assessment of muscle strength of hip joints in children with idiopathic scoliosis. *Ortop. Traumatol. Rehabil.* 2007;9(6):636-643.
145. Lin J-j, Chen W-H, Chen P-Q, Tsauo J-Y. Alteration in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with idiopathic scoliosis. *Spine.* 2010;35(11):1151-1157.
146. Kristjansson E, Jonsson Jr H. Is the sagittal configuration of the cervical spine changed in women with chronic whiplash syndrome? A comparative computer-assisted radiographic assessment. *J. Manip. Physiol. Ther.* 2002;25(9):550-555.
147. Kristjansson E, Leivseth G, Brinckmann P, Frobin W. Increased sagittal plane segmental motion in the lower cervical spine in women with chronic whiplash-associated disorders, grades I–II: a case-control study using a new measurement protocol. *Spine.* 2003;28(19):2215-2221.
148. 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):2763-2769.
149. Kristjansson E. Reliability of ultrasonography for the cervical multifidus muscle in asymptomatic and symptomatic subjects. *Man. Ther.* 2004;9(2):83-88.
150. Hayashi N, Masumoto T, Abe O, Aoki S, Ohtomo K, Tajiri Y. Accuracy of abnormal paraspinal muscle findings on contrast-enhanced MR images as indirect signs of unilateral cervical root-avulsion injury. *J. Radiol.* 2002;223(2):397-402.
151. Lieber RL, Ward SR. Cellular mechanisms of tissue fibrosis. 4. Structural and functional consequences of skeletal muscle fibrosis. *Am. J. Physiol. Cell Physiol.* 2013;305(3):C241-C252.

152. Kuo W-H, Jian D-W, Wang T-G, Wang Y-C. Neck muscle stiffness quantified by sonoelastography is correlated with body mass index and chronic neck pain symptoms. *Ultrasound Med Biol.* 2013;39(8):1356-1361.
153. Gleim GW, McHugh MP. Flexibility and its effects on sports injury and performance. *J Sports Med.* 1997;24:289-299.
154. Kong PW, Chua YH, Kawabata M, Burns SF, Cai C. Effect of post-exercise massage on passive muscle stiffness measured using myotonometry—a double-blind study. *JSSM.* 2018;17(4):599.
155. Chuang, L-l, Wu C-y, Lin K-c, Lur S-y. Quantitative mechanical properties of the relaxed biceps and triceps brachii muscles in patients with subacute stroke: a reliability study of the myoton-3 myometer. *Stroke res. treat.* 2012; 617694, 7.
156. Watsford ML, Murphy AJ, McLachlan KA, Bryant AL, Cameron ML, Crossley KM, Makdissi M. A prospective study of the relationship between lower body stiffness and hamstring injury in professional Australian rules footballers. *Am J Sports Med.* 2010;38(10):2058-2064.
157. Wu Z, Ye X, Ye Z, Hong K, Chen Z, Wang Y, Li C, Li J, Huang J, Zhu Y. Asymmetric biomechanical properties of the paravertebral muscle in elderly patients with unilateral chronic low back pain: a preliminary study. *Front. bioeng. biotechnol.* 2022;10:814099.
158. Aarrestad DD, Williams MD, Fehrer SC, Mikhailenok E, Leonard CT. Intra-and interrater reliabilities of the myotonometer when assessing the spastic condition of children with cerebral palsy. *J. Child Neurol.* 2004;19(11):894-901.
159. Uçar İ, Karartı C, Dadalı Y, Özüdoğru A, Okçu M. Masseter muscle thickness and elasticity in bruxism after exercise treatment: a comparison trial. *J. Manip. Physiol. Ther.* 2022;45(4):282-289.
160. Arijı Y, Gotoh A, Hiraiwa Y, Kise Y, Nakayama M, Nishiyama W, Sakuma S, Kurita K, Arijı E. Sonographic elastography for evaluation of masseter muscle hardness. *Oral Radiol.* 2013;29:64-69.
161. Takashima M, Arai Y, Kawamura A, Hayashi T, Takagi R. Quantitative evaluation of masseter muscle stiffness in patients with temporomandibular disorders using shear wave elastography. *JPR.* 2017;61(4):432-438.
162. Ramazanoglu E, Turhan B, Usgu S. Evaluation of the tone and viscoelastic properties of the masseter muscle in the supine position, and its relation to age and gender. *Dent Med Probl.* 2021;58(2):155–161
163. Chen Y-J, Lin H-Y, Chu C-A, Wu W-T, Chen L-R, Özçakar L, Chang K-V. Assessing thickness and stiffness of superficial/deep masticatory muscles in orofacial pain: an ultrasound and shear wave elastography study. *Ann Med.* 2023;55(2):2261116.
164. Lauriti L, Motta LJ, de Godoy CHL, Biasotto-Gonzalez DA, Politti F, Mesquita-Ferrari RA, Fernandes KPS, Bussadori SK. Influence of temporomandibular disorder on temporal and masseter muscles and occlusal contacts in adolescents: an electromyographic study. *BMC Musculoskelet. Disord.* 2014;15:1-8.

165. Olchowy C, Więckiewicz M, Sconfienza LM, Łasecki M, Seweryn P, Smardz J, Hnitecka S, Dominiak M, Olchowy A. Potential of using shear wave elastography in the clinical evaluation and monitoring of changes in masseter muscle stiffness. *Pain Res Manag.* 2020;2020(1):4184268.
166. Song C, Yu Y-F, Ding W-L, Yu J-Y, Song L, Feng Y-N, Zhang Z-J. Quantification of the masseter muscle hardness of stroke patients using the MyotonPRO apparatus: intra- and inter-rater reliability and its correlation with masticatory performance. *Medical Science Monitor: Int J Exp Clin Res.* 2021;27:e928109-928101.
167. Lettner J, Królikowska A, Ramadanov N, Oleksy Ł, Hakam HT, Becker R, Prill R. Evaluating the Reliability of MyotonPro in Assessing Muscle Properties: A Systematic Review of Diagnostic Test Accuracy. *Med.* 2024;60(6):851.
168. Dieterich AV, Andrade RJ, Le Sant G, Falla D, Petzke F, Hug F, Nordez A. Shear wave elastography reveals different degrees of passive and active stiffness of the neck extensor muscles. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2017;117:171-178.
169. Takebe K, Vitti M, Basmajian JV. The functions of semispinalis capitis and splenius capitis muscles: an electromyographic study. *The Anat Rec.* 1974;179(4):477-480.
170. Porterfield JA, DeRosa C. *Mechanical neck pain: perspectives in functional anatomy.* Saunders, 1995.
171. Penning L, Wilmink J. Rotation of the cervical spine: a CT study in normal subjects. *Spine.* 1987;12(8):732-738.
172. 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):525-533.
173. Albin SR, Koppenhaver SL, Bailey B, Blommel H, Fenter B, Lowrimore C, Smith AC, McPoil TG. The effect of manual therapy on gastrocnemius muscle stiffness in healthy individuals. *The Foot.* 2019;38:70-75.

8. EKLER

GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Adölesan idiopatik skolyozlu hastalarda aksiyal gövde rotasyonuna göre bazı baş, boyun ve sırt kaslarının myotonometrik özelliklerinin incelenmesi	
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	294	
KARAR BİLGİLERİ	Karar No:2023/294	Tarih: 01.11.2023
	Sorumlu Araştırmacı Doç.Dr.Ömer Faruk CİHAN olan "Adölesan idiopatik skolyozlu hastalarda aksiyal gövde rotasyonuna göre bazı baş, boyun ve sırt kaslarının myotonometrik özelliklerinin incelenmesi" başlıklı proje öneri dosyası ile ilgili belgeler incelenmiş olup, etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir. İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir.	

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU	
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik İy Klinik Uygulamaları Kanunu
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	Prof.Dr.Yasemin ZER

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile İlgili		Katılım *		İmza
			E	K	E	H	E	H	
Prof.Dr.Yasemin ZER	Tıbbi Mikrobiyoloji	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi	E	<input checked="" type="checkbox"/>	E	<input checked="" type="checkbox"/>	E	<input type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Muradiye NACAĞ	Tıbbi Farmakoloji	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi	E	<input checked="" type="checkbox"/>	E	<input checked="" type="checkbox"/>	E	<input type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Osman BAŞPINAR	Çocuk Kardiyoloji	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi	E	<input checked="" type="checkbox"/>	E	<input checked="" type="checkbox"/>	E	<input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Maruf ŞANLI	Göğüs Cerrahi	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi	E	<input checked="" type="checkbox"/>	E	<input checked="" type="checkbox"/>	E	<input type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Suzan TABUR	Endokrinoloji ve Metabolizma	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi	E	<input checked="" type="checkbox"/>	E	<input checked="" type="checkbox"/>	E	<input type="checkbox"/>	
Doç.Dr.Beltinge DEMİRCİOĞLU KILIÇ	Çocuk Nefroloji	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi	E	<input checked="" type="checkbox"/>	E	<input checked="" type="checkbox"/>	E	<input type="checkbox"/>	
Doç.Dr.İlkay DOĞAN	Biyoistatistik	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi	E	<input checked="" type="checkbox"/>	E	<input checked="" type="checkbox"/>	E	<input type="checkbox"/>	
Doç.Dr.Nurgül ÖZDEMİR	Psikiyatri Hemşireliği	Gaziantep Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi	E	<input checked="" type="checkbox"/>	E	<input checked="" type="checkbox"/>	E	<input type="checkbox"/>	
Doç.Dr. İlhan BAHŞI	Anatomi	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi	E	<input checked="" type="checkbox"/>	E	<input checked="" type="checkbox"/>	E	<input type="checkbox"/>	
Doç.Dr.Mehmet KARADAĞ	Çocuk ve Ergen Psikiyatri	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi	E	<input checked="" type="checkbox"/>	E	<input checked="" type="checkbox"/>	E	<input type="checkbox"/>	
Doç.Dr.Fatih SARI	Protetik Diş Tedavisi	Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	E	<input checked="" type="checkbox"/>	E	<input checked="" type="checkbox"/>	E	<input type="checkbox"/>	
Dr.Öğr.Üyesi Nadide Özkul DOĞRU	Fizyoloji	Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi	E	<input checked="" type="checkbox"/>	E	<input checked="" type="checkbox"/>	E	<input type="checkbox"/>	
Uzm.Dr.Hüseyin GÜRBÜZ	Acil Tıp	Dr.Ersin Arslan EAH	E	<input checked="" type="checkbox"/>	E	<input checked="" type="checkbox"/>	E	<input type="checkbox"/>	
Emine Aybiken YILDIRIM	Hukukçu	Gaziantep Barosu	E	<input checked="" type="checkbox"/>	E	<input checked="" type="checkbox"/>	E	<input type="checkbox"/>	
Zeki EKİNCİ	Sağlık Meslek Mensubu Olmayan Üye	Şahinbey Belediyesi	E	<input checked="" type="checkbox"/>	E	<input checked="" type="checkbox"/>	E	<input type="checkbox"/>	

*Toplantıda Bulunma

Etik Kurul Başkan Yardımcısı
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof.Dr.Muradiye NACAĞ

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

9. ÖZGEÇMİŞ

İlk ve ortaokulu 100.Yıl İlköğretim Okulu'nda, liseyi Mustafa Gürbüz Necat Bayel Anadolu Lisesi'nde okudu. 2019 yılında Hasan Kalyoncu Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon bölümünden mezun oldu. 2022 yılı Şubat ayından itibaren Gaziantep Üniversitesinde Anatomi Anabilim dalında yüksek lisans eğitimi almaktadır.

