

**TRAKYA ÜNİVERSİTESİ**  
**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**ANATOMİ ANABİLİM DALI**  
**DOKTORA PROGRAMI**  
Tez Danışmanı : Yrd.Doç.Dr.Bülent S. CIGALI

129777

**OMURGA HAREKETLERİNİN ROM DEĞERLERİNİN**  
**ÜÇ BOYUTLU HAREKET ANALİZ YÖNTEMİ İLE**  
**ÖLÇÜMÜ**

**Enis ULUÇAM**

**DOKTORA TEZİ**

Tez no: 21

**EDİRNE-2003**

T.C.  
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Anatomi Anabilim Dalı'nın Anatomi Doktora programı çerçevesinde hazırlanmış olan bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 15.04.2003 / 7 tarih ve sayılı toplantısının 5 nolu kararı ile belirlenen aşağıdaki jüri üyeleri tarafından Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi : 21.05.2003

Prof.Dr. Recep MESUT  
BAŞKAN

Prof.Dr.Oğuz TAŞKINALP  
ÜYE

Prof.Dr. Erol YALNIZ  
ÜYE

Prof.Dr. Salih Murat AKKIN  
ÜYE

Yrd.Doç.Dr. Bülent Sabri CIGALI  
ÜYE

Prof.Dr. Müberra UYGUN  
Enstitü Müdürü



## **TEŞEKKÜR**

Eğitimim ve tez çalıőmalarım esnasındaki yardım ve katkılarından dolayı hocalarıma, tez çalıőmalarım esnasında bölümdeki işlerimi üstlenen araştırma görevlisi arkadaşlarıma ve beni her zaman destekleyen aileme teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

1.	GİRİŞ ve AMAÇ.....	1
2.	GENEL BİLGİLER.....	3
	2.1. Omurganın Fonksiyonel Anatomisi ve Biyomekaniği.....	3
	2.2. Hareket Segmenti (Fonksiyonel Birim).....	3
	2.2.1. Vertebrae (Omur).....	4
	2.2.2. Discus Intervertebralis (İntervertebral Disk).....	6
	2.2.3. Articulationes Zygapophysiales (Faset Eklemleri).....	9
	2.2.4. Hareket Segmentinin Bağları ve Kinetiği.....	11
	2.2.5. Hareket Segmentinin Kasları ve Kinetiği.....	13
	2.3. Eklem Hareket Genişliği (ROM).....	17
	2.4. Omurga Hareketleri.....	19
	2.4.1. Omurganın Fleksiyon ve Ekstansiyon Hareketleri.....	20
	2.4.2. Omurganın Lateral Fleksiyon Hareketi.....	22
	2.4.3. Omurganın Rotasyon Hareketi.....	22
	2.5. Omurganın Eğrilikleri ve Ayakta Durma Postürü.....	23
	2.6. Vücut Pozisyonunun Omurga Üzerindeki Yüklere Etkisi.....	25
3.	GEREÇ ve YÖNTEM.....	29
	3.1. Gereç.....	29
	3.1.1. Zebris 3D Motion Analysis System.....	30
	3.2. Yöntem.....	32
	3.3. Lumbal Bölge Hareketlerinin Ölçüm Metotları.....	33
	3.3.1. Lumbal Bölge Lateral Fleksiyon Hareketi Ölçüm Metodu.....	34
	3.3.2. Lumbal Bölge Fleksiyon ve Ekstansiyon Hareketleri Ölçüm Metodu.....	34
	3.4. Torakal Bölge Hareketlerinin Ölçüm Metotları.....	35
	3.4.1. Torakal Bölge Lateral Fleksiyon Hareketi Ölçüm Metodu.....	36
	3.4.2. Torakal Bölge Fleksiyon ve Ekstansiyon Hareketleri Ölçüm Metodu.....	36
	3.5. Değerlendirme.....	37
4.	BULGULAR.....	39
	4.1. Lumbal Bölge Hareketlerinin Bulguları.....	39

4.1.1. Lumbal Bölge Lateral Fleksiyon Hareketi Bulguları.....	39
4.1.2. Lumbal Bölge Fleksiyon ve Ekstansiyon Hareketlerinin Bulguları.....	42
4.1.3. Lumbal Bölge Pelvik Tilt Hareketi Bulguları.....	44
4.2. Torakal Bölge Hareketlerinin Bulguları.....	46
4.2.1. Torakal Bölge Lateral Fleksiyon Hareketi Bulguları.....	46
4.2.2. Torakal Bölge Fleksiyon ve Ekstansiyon Hareketlerinin Bulguları.....	49
5. TARTIŞMA.....	54
6. SONUÇ.....	65
7. ÖZET.....	66
8. SUMMARY.....	67
9. KAYNAKLAR.....	68
10. RESİMLEMELER LİSTESİ.....	73
11. ÖZGEÇMİŞ.....	76
12. EKLER.....	77

## **SİMGE ve KISALTMALAR**

Art.	: Articulatio
Lig.	: Ligamentum
Ligg.	: Ligamenta
M.	: Musculus
Mm.	: Musculi
Ort.	: Ortalama
ROM.	: Range of Motion
Sd.	: Standart Sapma
SIPS.	: Spina Iliaca Posterior Superior
Th.	: Torakal

## 1. GİRİŞ ve AMAÇ

Omurga gövdenin merkezinde yer alan kemik sütundur. Kafatasını, omuz kavşağı kemiklerini, üst ekstremitte kemikleri ile göğüs kafesini taşır. Pelvis aracılığı ile vücut ağırlığını alt ekstremiteye iletir. Vertebral kanalın içinde omurilik ve yapılarını barındırarak, dış etkilere karşı koruma görevini yapar. Böylesine önemli fonksiyonları bulunan omurganın hastalıkları da, yeryüzü üzerindeki tüm toplumlarda olduğu gibi ülkemizde de oldukça sık rapor edilen önemli bir sağlık sorunudur. Ekonomik ve sosyal yönden önemli iş gücü kaybına yol açan bu sorunların çözümleri de zaman almaktadır.<sup>1-4</sup> Eklemlerin hareket genişliklerinin ROM (Range of Motion) değerlerinin bilinmesi klinisyen hekimler ve spor hekimlerince gerek teşhis gerekse tedavi ve hastalığın seyrini izlemek için son derece önem kazanmaktadır. Spastik kusuru bulunan bireylerin topluma kazandırılması açısından yapılan tedavilerin ne düzeyde başarılı ve yeterli olup olmadığı konusunda da oldukça önemli bilgiler vermektedir. Sağlık alanı dışında spor bilimcileri ve antrenörlerin de bu değerleri bilmesi sporcuların yetişmelerinde faydalı bilgiler sağlamaktadır.

ROM omurgada en çok yapılan hareket analizidir. Burada omurganın tümünün veya ilgili bölümünün maksimum hareketi yaptırılarak tüm bölgelerdeki genişliğin total olarak ölçümü hedeflenir. En sık sorun çıkaran bölgeler olduğu için boyun ve bel hareketleri ölçümüne sık gereksinim duyulmaktadır. Omurgada ölçümü en sık yapılan hareketler, fleksiyon, ekstansiyon ve lateral fleksiyondur. Eğer ölçümü yaptığımız cihaz izin veriyorsa, rotasyon, fleksiyonda iken rotasyon, ekstansiyonda iken rotasyon hareketleri de ölçülmektedir. Bunların yanı sıra, hareket sırasında (oturma, yürüme, koşma v.b.) ele alınmakta olan omurga bölümündeki postür ölçümü de yapılabilecek başka bir hareket analizidir. Bir başka değerlendirme de her bir fonksiyonel ünitenin açılanması ve harekete olan katkısının ölçümüdür.<sup>5-6</sup>

Bu ölçümler için çok sayıda değişik yöntem ve gereçler kullanılmaktadır. En sık kullanılan klasik yöntemler; Schober (lumbal omurgada, dik pozisyonda L1-L5 arası mesafe ile fleksiyon-eksrtansiyon hareketleri esnasındaki mesafe arasındaki farkın cm olarak belirlenmesi esasına dayanır.), radyolojik (direkt grafi, bilgisayarlı tomografi, manyetik

rezonans görüntüleme), goniometrik, inklinometrik yöntemler (manuel ve digital inklinometre) ve bunun için kullanılan cihazlardır. Bunların yanı sıra günümüzde yüksek teknolojinin gelişimi sayesinde cilt üzerinden yapılan ölçümlerle üç boyutlu hareket analizinin yapılabildiği aygıtlar geliştirilmiş ve uygulamaya girmiştir. Bunlar Moire topografi, fotogrametri ve videoraster stereometri, opto-elektrik tarayıcılar (Qualysis, Vicon) ve ultrasound tabanlı tarayıcılar (Zebris CMS 50, CA 6000 Spine Motion Analysis), sineradiografi gibi cihazlardır.<sup>5</sup> Ülkemizde de son yıllarda bu alanda önemli atılımlar yapılmaya başlanmıştır. Biri Anabilim Dalımızda olmak üzere yurt çapında 4 tıp fakültesinde “ Hareket Analiz laboratuvarı” kurulmuştur.<sup>5,6,8</sup>

Omurga hareketleri üzerinde yapılan çalışmalar incelendiğinde ROM değerlerinin ölçümünde birbirinden farklı sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Değişik populasyonlar içinde yapılan çalışmalarda elde edilen farklı değerler, istatistiksel olarak anlamlı bulunmaktadır. Bu durum çalışmanın yapıldığı toplumdaki gruplar için biyolojik, yaş, cins, ırk, somatotip, coğrafi ve günlük aktivite farkları ile antrenman gibi faktörlere bağlanmaktadır. Bu da her topluma özgü standart ROM değerlerinin tespit edilmesinin gerekli olduğunu göstermektedir.<sup>1,5,6,8,9,10</sup>

Bu tezde, kullandığımız cihazın omurganın servikal bölümünün hareketlerini ölçmekte kullanılan gerekli ekipmanı olmadığı için, servikal bölgenin hareketleri üzerinde ayrıntılı olarak durulmayacak, gerekli olan yerlerde kısa bilgiler verilecektir. Tezin temel amacı, omurga hareketlerinin Türklere özgü ROM değerlerinin tespit edilerek standartize etmek, saptanan bu değerleri Türk Tıbbının hizmetine sunmak ve somut veriler ışığında bundan sonra yapılacak olan bilimsel çalışmalara katkı sağlayabilmektir.



## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Omurganın Fonksiyonel Anatomisi ve Biyomekaniği

İnsan omurgası oldukça karmaşık mekanik yapısı ile gövdenin en önemli fonksiyonel bölümlerinden biridir. Gövdenin üç düzlemde hareketini sağlayan omurga, kollar ve bacaklar arasındaki bağlantıyı oluştururken, içinde yer alan omuriliği dış etkilere karşı korumaktadır. Baş, boyun ve gövdenin hareketlerinin yanı sıra, vücudun tüm hareketlerinde görev yapan omurga, vücut ağırlığının büyük kısmını pelvis aracılığı ile alt taraf kemiklerine aktararak vücut dengesinin sağlanmasında çok önemli bir rol üstlenmektedir. Omurgada processus articularis'ler arasındaki eklemler (faset eklemleri = articulatio zygapophysialis) ve intervertebral diskler (discus intervertebralis) "pivot" görevi görürken, ligamentler pasif, kaslar da aktif elemanlar olarak omurgaya katkıda bulunurlar. Göğüs kafesi de bu yapılara destek sağlar.

Sonuç olarak omurga 3 temel biyomekanik fonksiyona sahiptir.<sup>4,6,9</sup>

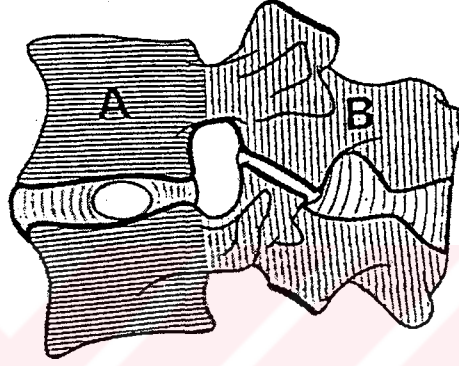
1. Baş ve gövdenin üst kısmı ve taşınan herhangi bir dış yük ile bunlarla ilişkili eğilme momentlerini pelvis'e aktarır, gövdeyi stabilize eder.
2. Bu üç vücut bölgesi arasındaki yeterli fizyolojik harekete izin verir.
3. Omuriliğin bütünlüğünü korur, potansiyel hasar oluşturacak güç ve hareketleri engeller.

### 2.2. Hareket Segmenti (Fonksiyonel Birim)

Omurganın fonksiyonel birimi, tüm omurganın biyomekanik özelliklerini taşıyan en küçük segmenti ifade eder. İki komşu omur ve bu omurlar arasındaki yumuşak dokuya "hareket segmenti" denir (Şekil 1).<sup>6,9,11,12</sup> Her fonksiyonel birim, tam işlev için gerekli tüm yapıları ihtiva eder. Birimin herhangi bir bölümünde ortaya çıkan bir sorun tüm sistemin çalışmasını bozar. Fonksiyonel birimin ön ve arka hareket segmenti olmak üzere iki bölümü vardır.

Ön segment, temel olarak yük taşıma, şok absorbe etme özelliğine sahiptir ve iki omur cismi, intervertebral disk ile longitudinal ligamentlerden oluşur.

Arka segment, üst üste gelmiş iki omur arkusu, intervertebral eklemler ile bağlarından meydana gelmektedir.



**Şekil 1.** Hareket Segmenti. A) Ön Segment, B) Arka Segment<sup>9</sup>

### 2.2.1. Vertebrae (Omurlar)

Omurga (columna vertebralis), 33 omurun üst üste sıralanmasıyla oluşan bir sütundur. Omurgayı oluşturan 33 omurdan ilk 24'ü hareketli eklemler vasıtasıyla birbirlerine bağlanmıştır. Bu nedenle bunlara gerçek omurlar veya presakral omurlar da denilmektedir. Geriye kalan 9 omurun 5'i kendi aralarında birleşerek os sacrum'u, 4'ü de os coccygis'i oluşturur. Bunlara da yalancı veya sabit omurlar denir. Omurgayı meydana getiren omurlar buldukları bölgelere göre isimlendirilirler ve aşağıdaki sembollerle gösterilir.<sup>1,4,11-18</sup>

Vertebrae Cervicales (C1-C7)

Vertebrae Thoracicae (Th1-Th12)

Vertebrae Lumbales (L1-L5)

Vertebrae Sacrales (S1- S5) = Os Sacrum

Vertebrae Coccygeae (Co3-Co5) = Os Coccygis

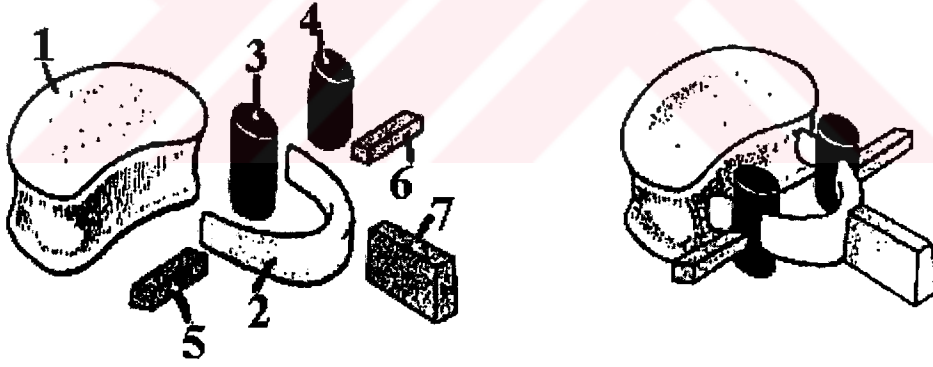
Omurların büyüklüğü ve şekilleri buldukları seviye ve bölgeye göre farklılık gösterir. Bununla beraber 1. servikal omur hariç diğer tüm omurların hepsinde bulunan bir

takım ortak özellikler mevcuttur. Klasik olarak bir omur, corpus vertebrae (omur cismi), arcus vertebrae (omur kavsi) olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Arkus ise lamina arcus vertebrae ve pediculus arcus vertebrae adı verilen iki bölümden oluşmaktadır. Bunların yanı sıra arkus'ta 4 eklem çıkıntısı, 2 transvers çıkıntı ve bir spinal çıkıntı olmak üzere toplam 7 kemik çıkıntı da omurun yapısında yer almaktadır (Şekil 2).<sup>1,4,11-18</sup>

Processus spinosus (dikensi çıkıntı): Laminaların arkada birleştiği yerden uzanan kemik çıkıntıdır. Cilt altından el ile hissedilebilirler.

Processus transversus (enine çıkıntı): Pediküller ile laminaların birleşme yerinde üst ve alt eklem çıkıntıları arası mesafenin ortalarından laterale doğru uzanan kemik çıkıntılardır.

Processus articularis (eklem çıkıntısı): Transvers çıkıntının arkusa yapıştığı yerin alt ve üstünden başlayan, ikisi alt (processus articularis inferior), ikisi üst (processus articularis superior) olmak üzere 4 adet kemik çıkıntıdır.



**Şekil 2.** Vertebra elemanları. 1) Corpus vertebrae, 2) Arcus vertebrae, 3-4) Processus articularis, 5-6) Processus transversus, 7) Processus spinosus<sup>12</sup>

Omur cismi ile arkusun arka kenarları arasında oluşan deliğe foramen vertebrale ismi verilir. Bu foramenler üst üste gelip canalis vertebralis adı verilen ve içinde omuriliğin bulunduğu kemik kanalı meydana getirirler.

Omur cisimleri silindirik yapıda olup, alt ve üst yüzleri süngerimsi (spongioz, trabeküler) yapıdadır. Bu yapının kenar kısımları ise halka şeklinde kompakt kemik doku ile çevrilmiştir. Alt ve üst yüzlerini kartilaginöz son plak (end plate) oluşturur. Kartilaginöz son plaklar yaşla birlikte ossifikasyona uğrarlar.<sup>1,6,9,11,12,16,18</sup>

Omur cisimlerinin büyüklüğü üzerlerine binen yüklerle orantılı olarak boyun bölgesinden bel bölgesine doğru gidildikçe artar. En büyük olanları 5. lumbal ve 1.sakral omurlarıdır. Omurganın alt bölümündeki omurların daha büyük olmasının fonksiyonel bir amacı vardır. Gövde dik pozisyondayken her omur hem kollar ve başın ağırlığını, hem de kendi üzerindeki tüm gövdeyi taşır. Buna bağlı olarak artan kompressif yüke mekanik bir adaptasyon olarak omur cisimleri aşağı bölgelerde daha büyüktürler. Bel bölgesindeki omurların yüzey alanları diğerlerine oranla daha büyüktür. Bu büyüklük, omurun karşı karşıya kaldığı yük miktarını azaltmaktadır. Omur cisminin kompressif yüklere karşı dayanma kuvveti yaşla ve özellikle de 40 yaşından sonra giderek azalmaktadır. <sup>1,4,6,9,11,12,14,16-18</sup>

Omur cisminin yük transfer özelliği kortikal ve spongioz kemik olmak üzere iki yolla oluşmaktadır. Spongioz kemik doku dayanma gücünün yaşa bağlı olarak % 35-55'inden sorumlu olmaktadır. Eğer spongioz doku kaybı olursa kortikal dokunun taşıdığı yük artmaktadır. Spongioz doku sadece yükü kortikal kemik ile paylaşmakla kalmaz aynı zamanda darbe ya da çarpma şeklindeki yüklerin absorpsiyonunu da sağlar. <sup>1,6,9,11,12,16</sup>

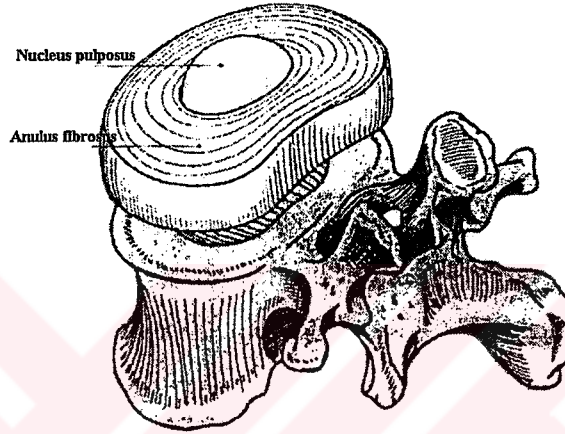
### **2. 2. 2. Discus İntervertebralis (İntervertebral Disk)**

Mekanik ve fonksiyonel açıdan hareket segmentinin ön kısmının en önemli oluşumudur. Sıkıştırma, makaslama, eğilme, bükülme ve bunların kombinasyonu olan tüm durumlarda önemli miktarda yük taşıma özelliğine sahip tek spinal elemandır. Omur cisimleri arasında yer alan 23 adet disk, omurgaya binen yükleri, kuvvetleri taşımak, dağıtmak ve aşırı hareketleri önlemek gibi görevleri üstlenmişlerdir. Diskler geçici sıkıştırmaya olanak veren mekanik şok emici bir sıvı sistemi özelliği gösterirler. Tüm omurga yüksekliğinin 1/4'ünü oluştururlar. Viskoelastik bir yapıda olan diskler, yavaş şekil değiştirme ve yüklenme hızına bağlı sertleşme gibi mekanik fonksiyona sahiptir. Bu özellikleri ile omur cisimleri arasında yastık görevi görürler, basıncı dağıtarak omurga hareketleri sırasında omurgaya esneklik verirler. Diskler omur cisimlerindeki hiyalin kıvrıma tutunurlar. Periferik kısımları yapışık değildir. Ön ve arka kısımda ise longitudinal ligamentlere sıkıca tutunurlar. <sup>1,4,6,9,11-18</sup>

Disklerin periferik kısımları damarlar ile beslenirken, omura yapışan büyük kısmının beslenmesi spongioz kemik dokusundan diffüzyon ile gerçekleşir. Omurganın değişik bölgelerinde diskler şekil, hacim ve kalınlık bakımından birbirinden farklıdır. Fakat genellikle

aralarında buldukları omur cisimlerinin eklem yüzünün şekline uyarlar. Diskin en kalın olduğu yer lumbal bölgedir. Bunu daha sonra torakal ve servikal bölgeler takip eder. Omurga hareketi açısından daha önemlisi, bu kalınlıkların omurga gövdesinin kalınlığına oranıdır. Oran arttıkça hareketlilik artar.<sup>1,4,6,9,11,13-18</sup>

Omurlar arası diskler iki fonksiyonel yapıdan oluşur (Şekil 3)



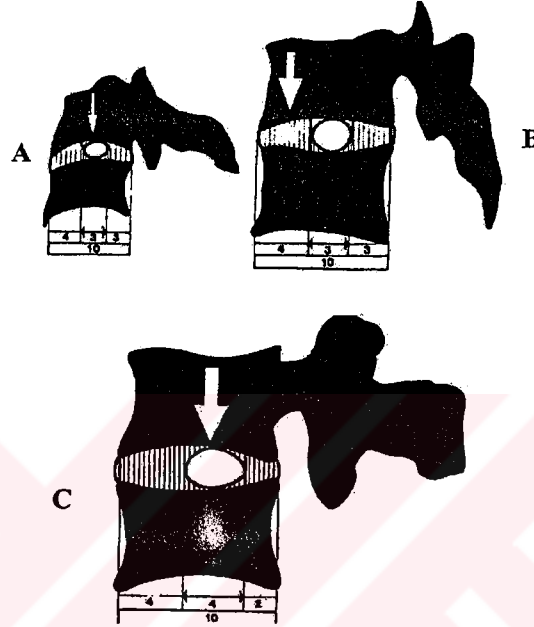
Şekil 3. Discus intervertebralis.<sup>9</sup>

**Nucleus pulposus** : Diskin merkezi kısmında yer alan, jelatinöz yapıda, sarımsak renkteki kısımdır. %88 oranında su içeren yarısaydam, damarları ve sinirleri olmayan jöle kıvamında bir yapıdır. Geri kalan kısmı kollajen fibriller, proteoglikanlar, mukopolisakkaritlerden oluşur. Çekirdeğin matris yapısında ise gelişigüzel katmanlı tip II kollajen fibrillerden oluşan bir ağ mevcuttur. 60° lik açılarla birbirine bağlanan bu fibriller bir kılıf oluşturur. Bu diziliş aynı zamanda çekirdeğin deforme olmasını önleyen direnci de sağlar.<sup>1,4,6,9,11-18</sup>

İçerdiği yüksek sıvı nedeni ile basıya karşı oldukça dirençlidir. Nukleusun arasında bulunduğu omur gövdelerinin yüzeylerini kaplayan kırık yapı suya geçirgendir. Ayakta durma sırasında iki omur cisminin diske uyguladığı basınç nedeniyle nukleusun jelatinöz matrisinden kırık yapıya su geçişi olur. Gün boyunca bu güçler sürekli devam ettiğinden nukleus belirgin bir şekilde ufalır. Böylece gün içerisinde sağlıklı bir bireyin boyunda 1,5-2 cm civarında bir değişiklik meydana gelir. Gece yatan bir kişi bu basınca maruz kalmadığı için nukleus su emme özelliğinden dolayı suyu geri emer. Bu nedenle insan boyu ve omurga

hareketliliği sabahları daha fazla olmaktadır. Yaşlandıkça nukleusun su emme kapasitesi de azalır. <sup>1,4,6,9,11-18</sup>

Nukleusun omur gövdesine göre ön-arka plandaki pozisyonu tam ortada olmamakla birlikte omurganın her bölümünde farklıdır (Şekil 4).

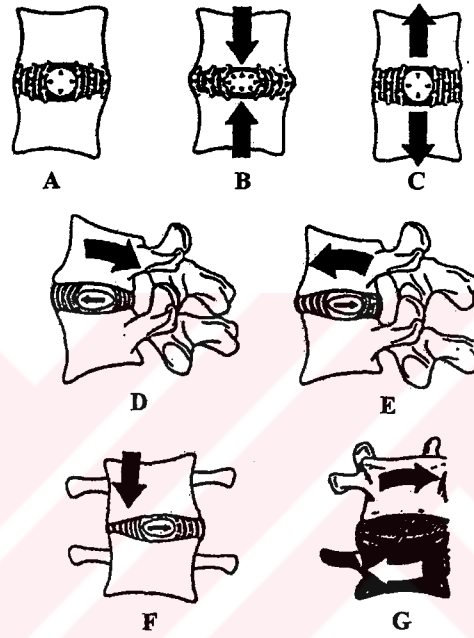


**Şekil 4.** Discus intervertebralis'in omurganın değişik bölgelerine göre yerleşimi. A) Servikal, B) Torakal, C) Lumbal <sup>12</sup>

Servikal ve torakal bölgede orta bölüme yakın pozisyonunda olup, lumbal bölgede arka planda yer almaktadır. Bununla birlikte nukleus omurga hareketleri sırasında disk içerisinde yer ve şeklini değiştirir. Omurganın aksiyel olarak çekilmesi durumunda disk içerisinde negatif basınç oluşur ve nukleus yuvarlaklaşır, etrafındaki anuler lifler gerilir. Eğer aksiyel basınç uygulanırsa nukleus basılır ve anuler lifleri dışarıya doğru iterek gerer. Fleksiyon, ekstansiyon ve lateral fleksiyon hareketleri esnasında nukleus disk içerisinde aksi yönde yer değiştirir ve yer değiştirdiği yöndeki anuler lifler gerilir. Rotasyonda ise nukleus şekil değiştirmez. Etrafındaki lifler açılarını değiştirerek gerilirler (Şekil 5). <sup>1,4,6,9,11-18</sup>

**Anulus fibrosus:** Birbirine zincir şeklinde bağlanmış, yaklaşık olarak 90 tane konsantrik dizilmiş kollagen lif demetleri ve fibrokartilaginöz dokudan oluşan dış halkadır (Şekil 3). Bu lifler son plak düzlemi ile  $30^{\circ}$  lik açıyla, komşu laminalardaki liflerle  $120^{\circ}$  lik açıyla dizilmişlerdir. Tip I kollagen liflerden oluşan çok sayıdaki lamel, diske omurlar

arasında meydana gelen basıya karşı koyabilmesi için gereken esnekliği sağlar. Kollagen lifler kıvrımlı aminoasit zinciridir. Uzadığında düzleşir, istirahat haline geçince tekrar kıvrılır. Bu yapısı nedeniyle anulus, bası, gerim ve kayma gibi zorlanmalardan ziyade rotasyonel zorlanmalara daha duyarlıdır. Mekanik olarak anulus bükülmüş yay gibi davranır ve nukleusun yarattığı dirence karşı omur cisimlerini bir arada tutar. Yaşla birlikte anulus içindeki fibröz lifler arttığı için elastikiyet özelliği azalma gösterir.<sup>1,4,6,9,11-18</sup>

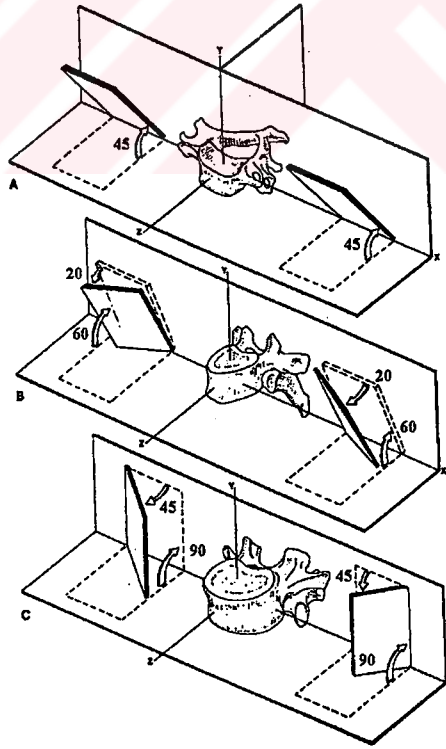


**Şekil 5.** Nukleus ve anulus'un omurganın pozisyonlarına göre durumu. A) Normal pozisyon, B) Aksiyel bası, C) Aksiyel çekilme, D) Ekstansiyon, E) Fleksiyon, F) Lateral Fleksiyon, G) Rotasyon <sup>12</sup>

### 2. 2. 3. Articulationes zygapophysiales (Faset eklemleri)

Artt. zygapophysiales, bir alt omurun processus articularis superior'u ile bir üst omurun processus articularis inferior'u arasında oluşan eklemlerdir. Fonksiyonel birimin hareketini yönlendiren "plana" grubu hareketli eklemlerdir. Klinikte "Faset Eklemleri" olarak adlandırılan bu eklemler hareket segmentinin hareket genişliliğini arttırmaları. Ekleme katılan çıkıntıların eklem yüzü kenarlarına tutunan, içi sinoviyal sıvı ile dolu bir kapsülü (capsula articularis) vardır. Bağları, lig. (ligamentum) flavum, lig.supraspinale, lig. interspinale, lig. intertransversarium'dur.<sup>1,4,6,9,13-18</sup>

İntervertebral eklemlerin hareket yönü zigapofizyel eklem yüzeylerinin (fasetlerin) dizilimine göre belirlenir. Omurgada eklem yüzeylerinin dizilimi transvers ve frontal planda farklılık gösterir (Şekil 6). Servikal bölgede frontal düzleme paraleldir. Transvers düzlemle  $45^{\circ}$  lik açı yapar. Torakal bölgede, frontal düzlemle  $20^{\circ}$  dışa dönük, transvers düzlemle  $60^{\circ}$  lik açı yapacak şekilde yerleşir. Lumbal bölgede ise frontal düzlemle segmental farklılıklar göstermesine rağmen yaklaşık  $45^{\circ}$  lik içe dönük açı yaparken, transvers düzleme dik olarak yerleşmişlerdir. Böylece eklem yüzeyleri, servikal bölgede eklem yüzeylerinin konumuna bağlı olarak, fleksiyon, ekstansiyon, lateral fleksiyon ve rotasyon hareketlerine izin vermektedir. Torakal bölgede, lateral fleksiyon ve rotasyona izin verirken, az miktarda fleksiyon ve ekstansiyona izin vermektedir. Lumbal bölgede ise lordodik pozisyondayken fleksiyon ve ekstansiyon ve bir miktar da lateral fleksiyona izin verirken hemen hemen hiç rotasyona izin vermez. Hafif fleksiyonda ya da lumbal lordoz düzleşince eklem yüzeyleri birbirinden ayrıldığı için bir miktar lateral fleksiyon ve rotasyona izin verir. Yalnız lumbosakral bölgede eklem yüzeyleri daha oblik yerleşim göstermesi nedeniyle, diğer lumbal bölge eklemlerinden farklı olarak bir miktar rotasyon hareketi yapılabilir. Eklem yüzeyleri ne kadar oblik yerleşim gösterirse aksiyal rotasyona o kadar izin verirler.<sup>1,6,8,9,13-18</sup>



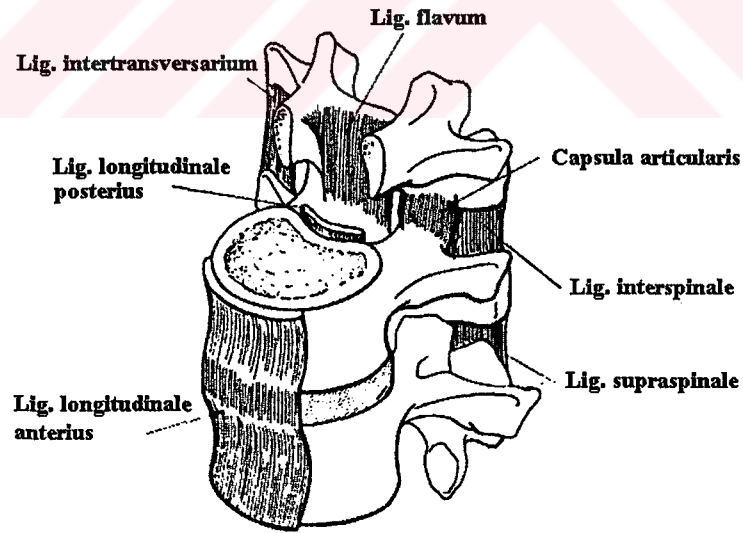
**Şekil 6.** Art. zygapophysialis'lerin omurganın servikal, torakal ve lumbal bölgelerindeki dizilimi. A) Servikal bölge, B) Torakal bölge, C) Lumbal bölge.<sup>1</sup>



Zigapofizyel eklemler sadece hareketi yönlendirmekle kalmaz, aynı zamanda omurga üzerine binen yükün taşınmasına da yardım ederler. İntervertebral diskler ve ligamentler ile birlikte rotasyonel dönme ve kayma kuvvetlerine karşı koyma yeteneğinin yaklaşık % 80'ini sağlarlar. Bunun da % 35-40'ını zigapofizyel eklemler karşılar. Zigapofizyel eklemlerin yük taşıma oranları özellikle omurganın hiperekstansiyon pozisyonunda belirgin hale gelirler. Hiperekstansiyondaki bası kuvvetlerinin % 30'una karşı koymaktadırlar.<sup>1,4,6,9,11,13-18</sup>

#### 2. 2. 4. Hareket Segmentinin Bağları ve Kinetiği

Omurganın intrinsik stabilitesine katkıda bulunan ligamentlerin diğer fonksiyonları da gerilme şeklindeki yükleri bir omurdan diğerine aktarmak ve fizyolojik sınırlar içinde harekete izin vermektir. Üzerlerine binen yük ve yüklenme hızı arttıkça sertlikleri artar. Fonksiyonel özelliklerini fiziksel özellikleri, dizilimleri ve konumları belirler. Tüm omurga boyunca seyreden ligamentler, tutunma yerlerine bağlı olarak hareket segmentinin herhangi bir yöndeki fazla miktardaki hareketini kısıtlarlar. Diğer bir görevleri de diski sarmak ve fizyolojik elastikiyetinin dışına çıkmasını engelleyerek omuriliği korumaktır (Şekil 7).<sup>1,6,9,11,17</sup>



Şekil 7. Hareket segmenti'nin bağları.<sup>9</sup>

**Symphysis intervertebralis:** Omurların cisimleri arasında bulunan eklemlerdir. Daha önce de anlattığımız gibi iki omur cismi arasında discus intervertebralis bulunmaktadır. Omur gövdelerini arasında boşluk bırakmayacak şekilde birbirine bağlanmaktadır.<sup>4,9,13-16</sup>

**Lig. longitudinale anterius:** Tüm omur gövdelerinin ön yüzleri boyunca uzanan geniş ve kuvvetli bir bağıdır. Aşağıda sacrum'un ön kısmından başlayan bağ, yukarıya doğru çıktıkça daralır. Seyri esnasında diskuslara, komşu omur gövdelerinin kenarlarına sıkı, omur gövdelerinin ortasındaki konkav kısımlara ise gevşek olarak yapışmaktadır. Yukarıda axis'in (C2) gövdesine, atlas'ın (C1) tuberculum anterius'una ve os occipitale'nin tuberculum pharyngeum'una tutunur. Omurga ekstansiyonu sırasında gerilir ve hiperekstansiyonu önler. Lig. longitudinale posterius'tan iki kat daha güçlüdür. Bu fark boyut farkından kaynaklanmaktadır.<sup>4,9,13-16</sup>

**Lig. longitudinale posterius:** Tüm omur gövdelerinin arka yüzleri boyunca uzanan bir bağıdır. Vertebral kanalın içinde ve ön duvarında bulunur. Sacrum ile axis'in gövdesi arasında uzanır. Seyri esnasında , discus intervertebralis ve komşu omurların gövdelerinin kenarlarına sıkıca tutunur. Lumbal bölgeden itibaren daralmaya başlar. L5 ile S1 omurları arasında kalınlığı başlangıçtaki kalınlığının yaklaşık yarısına iner ve anulus fibrosus'un posterolateralinde açık bir alan bırakır. Klinikte disk protüzyonlarının çoğu bu noktadan oluşmaktadır. Omurga fleksiyonu sırasında gerilmektedir.<sup>4,9,13-16</sup>

Lig. longitudinale anterius ve lig. longitudinale posterius, yaşla birlikte dejenerasyona uğrarlar ve biyomekanik özellikleri azalır.

**Ligg. flava:** İçerdiği sarı renkteki elastik liflerden dolayı lig. flavum ( flavus: sarı ) ismi verilmiştir. Atlas'tan birinci sakral omura kadar tüm laminaları birbirine bağlar. Vertikal yönde uzanan lifleri yukarıda laminanın ön yüzüne, aşağıda laminanın üst kenarı ve bir miktarda arka yüzüne tutunur. Laminaların arasında kalan aralıkları kapatır. Dolayısı ile vertebral kanalın arka kısmını örten lig. flavum'un yukarıdan aşağıya doğru inildikçe kalınlığı artar. Nötral pozisyonda bile bir miktar gergin olup, omurga stabilitesine önemli derecede katkıda bulunur. Bağdaki bu gerilim disklere hafif ve daimi bir bası yaratır. Bu bası disklerin şeklini korumasına yardım eder. Bunlara ilaveten ekstansiyon esnasında ligamentin gevşeyip kanal içinde katlantı yapmasına da engel olur.<sup>4,9,13-17</sup>

Elastikiyeti sayesinde ekstansiyonda da boyu kısalır. Bu kısalma boyunun % 13'ü kadardır. Fleksiyonda ise % 16'sı kadar gerilme kapasitesine sahiptir. Hareket segmentinin tam ekstansiyonunda ilave olarak %5'lik kısalma izlenir. Tam fleksiyonunda ise % 35'lik bir gerginlik söz konusu olmaktadır. Bu değerler fizyolojik hareket sınırları değerleri olup,

travma ve aşırı yüklenmeler sırasında % 20 ek gerilme kapasitesine sahiptir. Böylece bu gibi durumlarda omuriliği korumak için segmental stabiliteyi sağlar. Lateral fleksiyonda en fazla gerilen ligamettir.<sup>4,9,13-17</sup>

**Lig. supraspinale:** 7.servikal omurdan sakruma kadar spinoz çıkıntıların uçlarını birbirine bağlayan kuvvetli bir fibröz ligamettir. 7.servikal omurun yukarısında lig. nuchae olarak uzanır ve protuberantia occipitalis externa'ya tutunarak sonlanır. Omurganın fleksiyon ve rotasyonu esnasında gerilir. Aşırı fleksiyonu engelleyen bir fonksiyonu vardır.<sup>44,9,13-16</sup>

**Lig. interspinalia:** İnce ve membranöz yapıda olan bu bağlar, komşu iki spinoz çıkıntıyı boydan boya birbirlerine bağlarlar. Spinal ligamentlerin içinde en güçsüz olanıdır. Fleksiyon sonunda hafif direnç oluştururlar.<sup>4,9,13-16</sup>

**Lig. intertransversaria:** İki komşu transvers çıkıntı arasında uzanan bağlardır. Torakal bölgede yuvarlak, lumbal bölgede ise ince bir membran şeklindedirler. Lateral fleksiyon ve rotasyon esnasında spinal stabiliteyi sağlarlar.<sup>4,9,13-16</sup>

**Capsula articularis:** Zigapofizyel eklemlerin fibröz kapsülündeki kollagen liflerden oluşmaktadır. Torakal ve lumbal bölgede daha kısa ve sıkı şekilde yerleşmişlerdir. Tüm omurga hareketleri esnasında zigapofizyel eklemlerde kayma hareketine izin verir. Rotasyon hareketinde ise bir taraftaki kapsül aşırı gerilir.<sup>4,9,13-16</sup>

**Lig. iliolumbale:** 4 ve 5. lumbal omurun transvers çıkıntısından başlar, aşağı ve dış tarafa doğru genişleyerek pelvis'e tutunur. Lumbosakral bölgeyi pelvis üzerinde stabilize eder. 4.ve 5. lumbal omurların öne kaymalarını engelleyici bir fonksiyonu da vardır.<sup>4,9,13-16</sup>

## 2. 2. 5. Hareket Segmentinin Kasları ve Kinetiği

Hareketin aktif komponentini oluşturan kaslar, omurganın dinamik stabilitesini ve hareket kontrolünü sağlayan en önemli elemanlardır. Kasları olamayan, göğüs kafesi çıkarılmış omurga sadece 20 newton'luk yük taşıyabilmektedir. Kaslar hareket segmentinin hareket genişliğini de kısıtlamaktadır.<sup>1,4,6,9,11,13,14</sup>

**M. erector spinae:** Omurganın spinoz çıkıntıları ile transvers çıkıntılar ve kostaların angulus'ları arasındaki olukları doldurur. Sakral, lumbal ve torakal bölgede fascia thoracolumbalis, boyunda ise fascia nuchae ile örtülmüştür. Bel bölgesinde kalın ve sağlam bir aponevrozdan başlar. Aponevroz crista sacralis mediana, tüm bel omurları ve 11-12. torakal omurlarının spinoz çıkıntılarına, bunlar arasında uzanan lig. supraspinale'ler ile crista sacralis lateralis'e tutunur. Lumbal bölgenin üst tarafında sütun şeklinde üç bölüme ayrılır.<sup>4,9,13,14,18,19</sup>

**1) M. iliocostalis:** En lateralde yer alan kastır. Bu kaslar ilium'dan kostalara, kostalardan kostalara uzanırlar. Üç kısmı vardır: M. iliocostalis lumborum, crista iliaca'nın labium externum'undan başlar. 6-12. kostaların angulus'larına tutunarak sonlanır. M. iliocostalis thoracis, 7-12. kostaların angulus'larından başlar. İlk 6 kostanın angulusları ve 7. servikal omurun transvers çıkıntısına tutunarak sonlanır. M. iliocostalis cervicis, 3-6. kostalardan başlar, 4-6. servikal omurların transvers çıkıntılarında sonlanır.

**2) M. longissimus:** M. erector spinae'nin ortadaki sütununu oluşturan parçasıdır. Üç kısmı vardır: M. longissimus thoracis, os sacrum, lumbal ve alt torakal omurların transvers çıkıntıları ve fascia thoracolumbalis'ten başlar. Kasın lifleri bir kiriş şeklinde torakal omurların transvers çıkıntılarında ve son 9 veya 10 kostanın tuberculum costae'leri ile angulus costae'leri arasında sonlanır. M. longissimus cervicis, ilk 4-5 torakal omurların transvers çıkıntılarında başlar. 2-6. servikal omurların transvers çıkıntılarında sonlanır. M. longissimus capitis, üst 4-5 torakal omurların transvers çıkıntıları ile alt 3-4 servikal omurların transvers çıkıntılarında başlar. Processus mastoideus'ta sonlanır.

**3) M. spinalis:** En medialde yer alan kastır. Spinoz çıkıntılardan, spinoz çıkıntılara uzanırlar. M. spinalis thoracis, m. spinalis cervicis ve m. spinalis capitis olmak üzere üç kısma ayrılır.

M. erector spinae, çift taraflı kasıldığında omurgaya ekstansiyon, tek taraflı kasıldığında ise omurgaya lateral fleksiyon ve rotasyon hareketlerini yaptırır.<sup>4,9,13,14,18,19</sup>

**M. semispinalis:** Buldukları bölgeye göre üç m.semispinalis vardır. M. semispinalis thoracis, 6-10.göğüs omurlarının transvers çıkıntılarında başlar, son iki boyun ve ilk 6 göğüs omurunun spinoz çıkıntılarına tutunarak sonlanır. M.semispinalis cervicis, ilk 4 göğüs omurunun transvers çıkıntılarında başlar, 2-5. boyun omurlarının spinoz çıkıntılarında

tutunarak sonlanır. M.semispinalis capitis, ilk 6-7. göğüs ve 7.boyun omurunun transvers çıkıntılarında ve 4-6. boyun omurlarının eklem çıkıntılarında başlar, occipital kemikte linea nuchae superior ile inferior arasında sonlanır. M.semispinalis çift taraflı kasıldığında omurgaya ve başa ekstansiyon, tek taraflı kasıldığında gövdeyi karşı tarafa döndürürler.<sup>4,9,13,14,18,19</sup>

**Mm. multifidi:** Tüm omurga boyunca bulunan bu kaslar spinoz çıkıntılarının yan taraflarındaki olukları doldururlar. Sakrum'un dorsal yüzü, m.erector spinae'nin aponeurozu ile lumbal, torakal omurların transvers çıkıntıları ve alt servikal omurların eklem çıkıntılarında tutunarak başlarlar. Yukarı ve içe doğru 2-4 omur boyu uzanarak spinoz çıkıntılarda sonlanır. Çift taraflı kasıldığında omurgaya ekstansiyon, tek taraflı kasıldığında rotasyon hareketi yaptırır.<sup>4,9,13,14,18,19</sup>

**Mm. rotatores:** Omurların transvers ve spinoz çıkıntıları arasındaki olukta en derin planda bulunan kaslardır. Mm. rotatores cervicis, mm. rotatores thoracis ve mm. rotatores lumborum olmak üzere üç bölümü vardır. Omurların transvers çıkıntılarında başlar, bir üstte yer alan omurun spinoz çıkıntısında sonlanır. Çift taraflı kasıldığında omurgaya ekstansiyon, tek taraflı kasıldığında rotasyon hareketi yaptırır.<sup>4,9,13,14</sup>

**Mm. interspinales:** Omurların spinoz çıkıntıları arasında bulunan kaslardır. Bütün omurga boyunca bulunurlar. Çift taraflı kasıldıklarında omurganın ekstansiyon hareketine katkıda bulunurlar.<sup>4,9,13,14</sup>

**Mm. intertransversarii :** Omurların transvers çıkıntıları arasında yerleşen kaslardır. Tek taraflı kasıldıklarında omurgaya lateral fleksiyon hareketi yaptırırlar.<sup>4,9,13,14</sup>

**M. quadratus lumborum:** Karın boşluğunun arkasında, lumbal omurganın yanında yer alan yassı bir kastır. Crista iliaca'nın arka kısmı ve lig. iliolumbale'den başlar. Son kostanın medial yarısı ve ilk 4 lumbal omurun transvers çıkıntılarının ucunda sonlanır. Çift taraflı kasıldığında pelvis ve lumbal omurgayı stabilize eder. Tek taraflı kasıldığında omurgaya lateral fleksiyon hareketi yaptırır.<sup>4,9,13,14</sup>

**M. iliopsoas:** M. psoas major, m. psoas minor ve m. iliacus olmak üzere üç kastan oluşur.<sup>4,9,13,14</sup>

**1) M. psoas major:** Lumbal omurların ve pelvis girişinin yan tarafında bulunan uzun bir kastır. 1-4. lumbal omurların cisimleri, transvers çıkıntıları ve bu omurların arasında bulunan discus intervertebralis'lerden başlar. Femur'un trochanter minor'unda m.iliacus ile birleşerek sonlanır.

**2) M. psoas minor:** M. psoas major'un önünde yer alan bu kas populasyonun % 40'ında bulunmaz. 12. torakal ve 5. lumbal omurların cisimleri ve intervertebral diskten başlar. Os iliumda pecten ossis pubis, eminentia iliopubica ve fascia iliaca'da sonlanır.

**3) M. ilacus:** Fossa iliaca'yı dolduran yassı, üçgen bir kastır. Fossanın 2/3'ü, crista iliaca'nın labium internum'u, sacrum ve os ilium arasındaki bağlardan başlar. Femur'un trochanter minor'unda m. psoas major ile birleşerek sonlanır.

M. iliopsoas temel olarak uyluğa etkiyen bir kastır. Ancak distal yapışma yeri sabit olduğu zaman omurganın lumbal bölgesine fleksiyon yaptırır. Tek taraflı kasıldığında ise omurgaya lateral fleksiyon yaptırır.<sup>4,9,13,14</sup>

**M. obliquus externus abdominis:** Karnın ön ve yan tarafındaki kasların en yüzeysel ve en geniş olanıdır. 5-12. kostaların dış yüzleri ve alt kenarlarından sekiz kas dişi şeklinde başlar. Geniş bir aponeurosis ile tuberculum pubicum, crista iliaca'nın labium externum'u ve linea alba'ya yapışarak sonlanır. Çift taraflı kasıldığında omurgaya fleksiyon yaptırır. Tek taraflı kasıldığında lateral fleksiyon ve aynı taraftaki omuzu öne getirecek şekilde rotasyon yaptırır.<sup>4,9,13,14</sup>

**M. obliquus internus abdominis:** M. obliquus externus abdominis'in derininde bulunan ve lifleri bu kasın liflerine dik olarak uzanan bir kastır. Lig. inguinale'nin lateral 2/3'ü, crista iliaca'daki linea intermedia'nın ön 2/3'ü ve fascia thoracolumbalis'in arka yaprağından başlar. Son 3-4 kostanın alt kenarları, linea alba, falx inguinalis ile crista pubica ve pecten ossis pubis'e tutunarak sonlanır. Çift taraflı kasıldığında omurgaya fleksiyon yaptırır. Tek taraflı kasıldığında lateral fleksiyon ve karşı tarafın omuzunu öne getirecek şekilde rotasyon yaptırır.<sup>4,9,13,14</sup>

**M. transversus abdominis:** En derin planda yerleşmiş karın kasıdır. Lig. inguinale'nin lateral 1/3'ü, crista iliaca'nın labium internum'unun ön 2/3'ü, fascia thoracolumbalis ve son 6 kıkırdak kostanın iç yüzlerine tutunarak başlar. Linea alba, tendo

conjunctivus ile crista pubica ve pecten ossis pubis'te sonlanır. Kasıldığında omurganın lateral fleksiyon ve rotasyon hareketlerine iştirak eder.<sup>4,9,13,14</sup>

**M. rectus abdominis:** Kalın, uzun şerit şeklinde bir kastır. İki kirişle symphysis pubica'nın ön kısmı ile crista pubica'dan başlar. 5-7. kıkırdak kostalar ve processus xiphoideus'un ön yüzünde sonlanır. Diğer karın kaslarının aponevrozlarının oluşturduğu vagina musculi recti abdominis içinde bulunur. Kasıldığı zaman omurgaya fleksiyon yaptırır.<sup>4,9,13,14</sup>

### 2. 3. Eklem Hareket Genişliği ( ROM )

Vücudumuzun gerek bütününe, gerekse farklı kısımlarının hareketleri az ya da çok bir açısız değişim şeklinde meydana gelir. Koşma, yürüme, eğilme, sıçrama gibi hareketler sırasında, vücutta bir takım eklemlerin koordineli bir şekilde açılıp kapanarak hareket yaptığını görebiliriz. Eklemlerin doğal açıklıklarını koruyarak fonksiyonlarını yerine getirebilmeleri hareketlerin meydana gelmesinde büyük önem taşımaktadır. Yeterli derecedeki hareket genişlikleri normal vücut fonksiyonları için bir ihtiyaçtır.<sup>20-26</sup>

Eklem hareket genişliği, kişinin eklemlerindeki bükülebilme, döndürebilme, katlanabilme hareket miktarı ya da derecesi olarak tanımlanmaktadır. Bu alanda tıp literatürlerinde eklem hareket genişliği anlamında ROM (Range of Motion, Range of Movement ) ifadesinin kullanıldığını görmekteyiz.<sup>19</sup>

Bir eklemden oluşan hareket, eklem hareketliliği ve esnekliği olmak üzere iki önemli komponentin birbirini tamamlaması ile gerçekleşmektedir. Hareket genişliği eklem özgül bir olgu olarak kabul edilmektedir. Bunun da anlamı her eklem için farklı ROM değerlerinin olduğu ve farklı çalışması gerektiğidir. "Bir başka ifade ile eklem hareket genişliği, eklemlerin her yöne doğru olan hareket olanaklarını optimum bir şekilde kullanma yeteneğidir. Bu yeteneğin boyutları ise eklemlerin, kasların, tendonların ve ligamentlerin işlev yetenekleri ve nörofizyolojik süreçleri tarafından belirlenir.<sup>19</sup> Bu değişik anatomik biçimlenmeler kişiden kişiye büyük farklılıklar gösterebilmektedir. Eklemler hareket genişliğinin meydana gelmesini sağlarlar. Kaslar hareket genişliğinin yerine getirilmesine yardımcı olurlar. Bu durum kasın esneklik kabiliyetine bağlı olarak olumlu ya da olumsuz bir etkiye sahip olabilir. Araştırmalarda ROM değerlerinin artırılması istendiğinde en büyük

değişken faktörün kasların ve ligamentlerin esnekliğinin oluşturduğu gösterilmiştir.<sup>1,6,20,21,22,23,28</sup>

Eklemlerde meydana gelen hareket genişliği kapasiteleri iki şekilde olmaktadır.

1) Aktif Hareket Genişliği: Kas aktivitesi ile hareketin uygulanmasıdır. Kişinin agonist kaslarının kasılması, antagonist kaslarının gerilmesi ile yapabildiği en büyük hareket genişliğidir. Eklemlerin herhangi bir dış yardım almadan hareketi yaptıran kasların sahip oldukları kuvvet ölçüsünde hareket genişliği miktarıdır.<sup>1,6,20,23,24,26</sup>

2) Pasif Hareket Genişliği: Kişinin dış kuvvetlere maruz kaldığında antagonist kasların gerilmesi ile eklemlerde meydana gelebilecek hareket genişliği miktarıdır. Pasif hareket genişliği her zaman aktif hareket genişliğinden büyüktür. İkisi arasındaki fark “hareket rezervliliği” olarak tanımlanır.<sup>1,6,20,23,24,26</sup>

Kemikler tek başlarına hareket oluşturamayacak kadar sert oluşumlardır. Eklemler kemikleri birbirine bağlayan fonksiyonel bağlantılardır. Bu sayede hareket sağlanabilmektedir. Eklem hareketini sınırlayan engeller yumuşak ve sert dokulardır. Bir kişideki bütün eklemler aynı ölçüde hareket genişliğine sahip olmadığı gibi farklı bireylerde aynı eklemlerdeki hareket genişliği de eşit değildir. Bunların yanında cinsiyet, vücut tipi, kalıtım, yaş, iş türü, kişisel günlük aktivite alışkanlıkları, ortamın fiziki şartları ve günün zaman dilimi ile geçirilen travmalar da ROM’u belirleyen diğer faktörlerdir.<sup>1,6,23,24,26,27</sup>

Gençler yaşlılara göre ve bayanlar erkeklere göre daha fazla ROM değerine sahiptirler. ROM ergenlik dönemine kadar yükselirken, ergenlik döneminde duraklama dönemine geçmekte ve ergenlikten sonra giderek azalmaktadır. Kaynaklara göre hareket genişliği 11-14 yaşları arasında en yüksek seviyesinde olmaktadır. İlerleyen yaşla birlikte kasların hücresel yapısı gerilemekte, su oranı ve kas fibrillerinin elastikiyet özelliği azalmaktadır. Bayanlarda östrojen hormonu nedeni ile su ve yağ oranı erkeklere göre daha fazla olduğundan hareket miktarı da daha fazla olmaktadır.<sup>1,6,23,24,26,27</sup>

Genel vücut ısısı ve özel kas ısısı bir hareketin açısını etkileyebilmektedir. Kasın bölgesel olarak 46 derece ısıtılmasının ardından ROM değerinin % 20 arttığı, kasın 18 dereceye kadar ısısının düşürülmesi sonunda % 10-20 oranında düştüğü belirtilmektedir.<sup>20,28</sup>



Günün değişik zaman dilimlerine göre hareket genişliği farklılık göstermektedir. En yüksek hareket genişliği saat 10-11 ve 16-17 arasında olduğu belirtilirken, en düşük olduğu zaman ise sabah erken saatler olarak gözlenmektedir. Bunun sebebi olarak gün boyunca merkezi sinir sisteminde ve kas geriliminde olan biyolojik değişimler gösterilmektedir.<sup>1,6,20,29,30</sup>

Vücut tipi olarak endomorf olarak tanımlanan, yuvarlak fiziğe sahip, yağ birikimi fazla olan kişiler, ektomorf olarak tarif edilen ince yapılı ve mezomorf yani kemikli ve adeleli sportif kişilere göre daha az miktarda hareket genişliğine sahiptirler.<sup>1,6,10</sup>

## **2. 4. Omurganın Hareketleri**

Omurganın hareketleri sinirlerin ve kasların koordineli olarak çalışması sonucu gerçekleşmektedir. Agonist kaslar hareketi başlatır ve sürdürürken, antagonist kaslar da hareketi kontrol eder. Zigapofizyel eklemlerin yerleşim ve dizilimine bağlı olarak omurganın değişik seviyelerindeki hareket açıklığı farklı olmaktadır. İki omur arasında meydana gelen hareket çok dar ve küçük olup, böyle bir segmentin bağımsız hareketi söz konusu değildir. Omurga hareketleri esnasında hareket segmentleri daima kombine bir şekilde hareket etmektedirler. Omurga hareketlerini etkileyen diğer bir unsur da göğüs kafesi ve pelvistir. Göğüs kafesi torakal bölgenin hareketlerin kısıtlarken, pelvis'in öne eğilimi (pelvik tilt) gövde hareketini arttırmaktadır. Omurga tek bir birim olarak üç düzlemde hareket edebilir. Sagittal düzlemde fleksiyon ve ekstansiyon, transvers düzlemde rotasyon ve frontal düzlemde lateral fleksiyon hareketlerini gerçekleştirir. Bunların yanısıra tüm bu hareketlerin bir kombinasyonu olan sirkumduksiyon hareketini de gerçekleştirebilmektedir.<sup>1,6,9,11,12,17</sup>

Servikal bölge omurganın en hareketli bölgesidir. Eklem yüzeylerinin konumuna bağlı olarak, fleksiyon, ekstansiyon, lateral fleksiyon ve rotasyon hareketlerinin hepsi yapılabilmektedir. Atlanto-oksipital eklem üzerinde fleksiyon, ekstansiyon ve lateral fleksiyon hareketi yapılabilirken, bağlantı şekli rotasyon hareketine imkan vermemektedir. 1. ve 2. servikal omurga segmentinde rotasyon ile beraber fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri yapılır. Lateral fleksiyon hareketi çok az veya hiç yapılmamaktadır. Daha aşığıdaki segmentlerde tüm hareketler gerçekleştirilebilmektedir.<sup>1,6,9,11,12,17</sup>

Torakal bölgede eklem yüzeyleri lateral fleksiyon ve rotasyona izin verirken, az miktarda fleksiyon ve ekstansiyona izin vermektedir. Bunlara ilaveten kaburgaların torakal omurlarla eklem yapması sonucu, torakal bölgedeki hareketlerin kısıtlanmasına yol açmaktadır. Üst ekstremit ve omuz kavşağının hareketleri ve pozisyonları da torakal omurganın üst bölümünün hareketleri üzerine etkisi olmaktadır. Fleksiyon ve ekstansiyon için aşağı segmentlere inildikçe hareket artışı görülmektedir. Rotasyon hareketinde ise aşağı doğru inildikçe hareket miktarı azalır. Lateral fleksiyon ise en geniş olarak daha çok alt segmentlerde izlenir. <sup>1,6,9,11,12,17,31</sup>

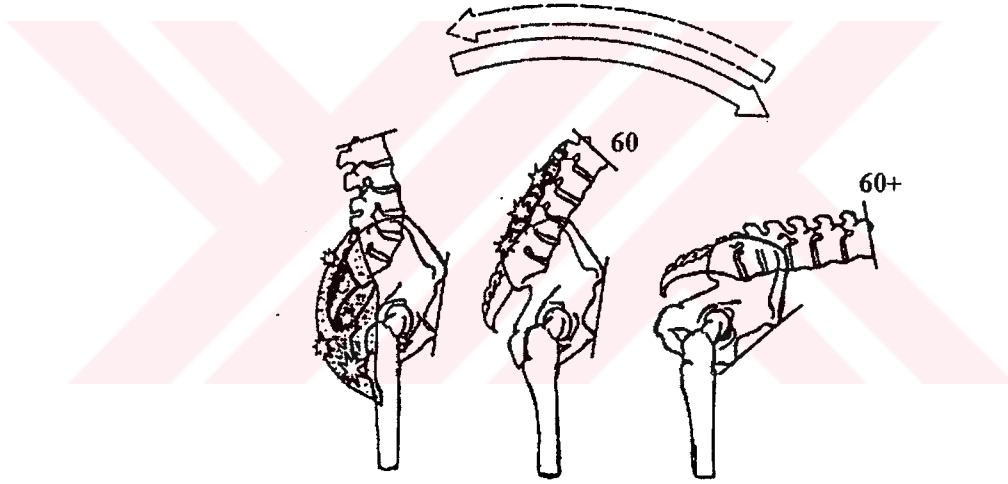
Lumbal bölgede ise daha önce de ifade ettiğimiz gibi, eklem yüzeyleri lordotik pozisyondayken fleksiyon ve ekstansiyon ve bir miktar da lateral fleksiyona izin verirken hemen hemen hiç rotasyona izin vermez. Hafif fleksiyonda ya da lumbal lordoz düzleşince eklem yüzeyleri birbirinden ayrıldığı için bir miktar lateral fleksiyon ve rotasyona izin verir. Yalnız lumbosakral bölgede eklem yüzeyleri daha oblik yerleşim göstermesi nedeniyle, diğer lumbal bölge eklemlerinden farklı olarak bir miktar rotasyon hareketi yapılabilmektedir. Lumbal bölge fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri aşağı segmentlere doğru inildikçe artar. Lumbal bölgedeki fleksiyon lumbal lordozun tersine dönmesi şeklinde gerçekleşir. Harekete katılan segmentler içinde en fazla açısal hareket lumbosakral segmentte gerçekleşir. İkinci sırayı L4-L5 segmenti almaktadır. Diğer segmentler eşit oranda harekete iştirak eder. 3. lumbal ve 12. torakal omurların biyomekanik olarak önemi vardır. 3. lumbal omur, iliak bağlarla bağlı olan 4. ve 5. lumbal omurlardan sonra ilk gerçek oynar omurdur. Torakal erektor kaslar 3. lumbal omurdan köken aldığından lumbal kurvaturun sabit kalmasını sağlarlar. 12. torakal omur ise lumbal ve torakal kurvaturların birleşim yeri olduğundan bir çeşit aksiyal rotasyon yapan menteşe gibi görev yapar. <sup>1,6,9,11,12,17</sup>

#### **2. 4. 1. Omurganın Fleksiyon ve Ekstansiyon Hareketleri**

Omurganın fleksiyonu sadece hareket segmentlerinin bir kombinasyonu şeklinde düşünmemek gerekir. Omurga fleksiyonunun ilk 50-60 derecesini hareket segmentleri yapmaktadır. Kişinin dizleri ekstansiyonda iken öne eğilerek parmaklarını yere değdirmesi omurgada gerçekleşecek fleksiyon ile sağlanamaz. Gerekli ek fleksiyon kalça ekleminde gerçekleştirilen fleksiyon hareketi ile sağlanmaktadır (Şekil 8). Kalçanın bu hareketi pelvisin öne eğilimi (pelvik tilt, pelvic rotasyon) şeklinde olmaktadır. Pelvis'in eğimi olarak tarif edilen pelvik tilt'ten kasıt, sakral açıda meydana gelen değişiklikler sonucu pelvisin kalça

eklemi üzerinde oluşturduğu salınım hareketleridir. Bu gerek omurganın statik pozisyonundaki hareketleri gerekse de kinetik pozisyonları esnasında ortaya çıkmaktadır. Kalça bu şekilde fleksiyon yaptığıında, femur pelvis kuşağına göre sagittal düzlemde öne doğru rotasyon yapar. Pelvisin bu şekildeki hareketinde spina iliaca anterior superior symphysis pubis'e göre öne doğru yer değiştirir. Böylece omurga ek bir fleksiyon hareketi yapabilmektedir.<sup>1,6,9,32</sup>

Omurga fleksiyon ve ekstansiyon sırasında lumbal lordozun tersine dönmesi ile pelvik tilt arasında düzgün ve aşamalı bir ilişki vardır. Bu ilişkiye “lumbal-pelvik ritim” denir. Bu sayede öne eğilme sırasında kalçaların arkaya kayması sonucunda ağırlık merkezinin destek tabanının üzerinde kalması sağlanır.<sup>1,6,9</sup>



**Şekil 8.** Omurga fleksiyon-ekstansiyonu esnasında pelvis ve kalça eklemine rolü.<sup>1</sup>

Omurga fleksiyon'u abdominal kaslar ve m. iliopsoas kasının omurga kısmı tarafından başlatılmaktadır. Hareket başladıktan sonra gövdenin ağırlığı ile fleksiyon momenti artar. Buna paralel olarak m. erector spinae'nin izometrik aktivitesi fleksiyon'u kontrol etmeye çalışır. Bu esnada posterior kalça kaslarında aktif haldedirler ve pelvisin öne rotasyonunu kontrol ederler. Omurga tam fleksiyon'a gelince m. erector spinae inaktif hale gelir. Bu pozisyonda öne eğilme momenti, başlangıcında pasif ancak tam fleksiyonda spinal elongasyon (uzama) nedeniyle gerginleşen lig. longitüdinale posterius, zygapophysial eklemler ve eklem kapsülü ile ligg. flava'lar tarafından dengelenir. Fleksiyon'da ligg. interspinalia, lig. supraspinale, capsula articularis, lig. flavum, lig. iliolumbale ve lig.

longitudinale posterius aktif hale (gerilirler) geçerler. Fleksiyondan dik pozisyona dönüşte, fleksiyon hareketi için oluşan mekanizma tam tersi sıra ile gerçekleşir. İlk olarak pelvis arkaya doğru rotasyon yapar. Bunu takiben omurga ekstansiyon hareketi oluşur. Bu esnada ekstansor kaslarda izotonik aktivite izlenir.<sup>1,6,9,33,34,35</sup>

Omurganın dik konumdan ekstansiyona geçmesi için hareketin erken fazında m. erector spinae aktif hale gelir ve ekstansiyonu başlatır. Ekstansiyon hareketi arttıkça bu aktivite azalır ve hareketi kontrol ve modifiye etmek için abdominal kasların izometrik aktivitesi ortaya çıkar. Bu esnada temel olarak kapsüller ve lig. longitudinale anterius gerilir.<sup>1,6,9,33,34,35</sup>

#### **2. 4. 2. Omurganın Lateral Fleksiyon Hareketi**

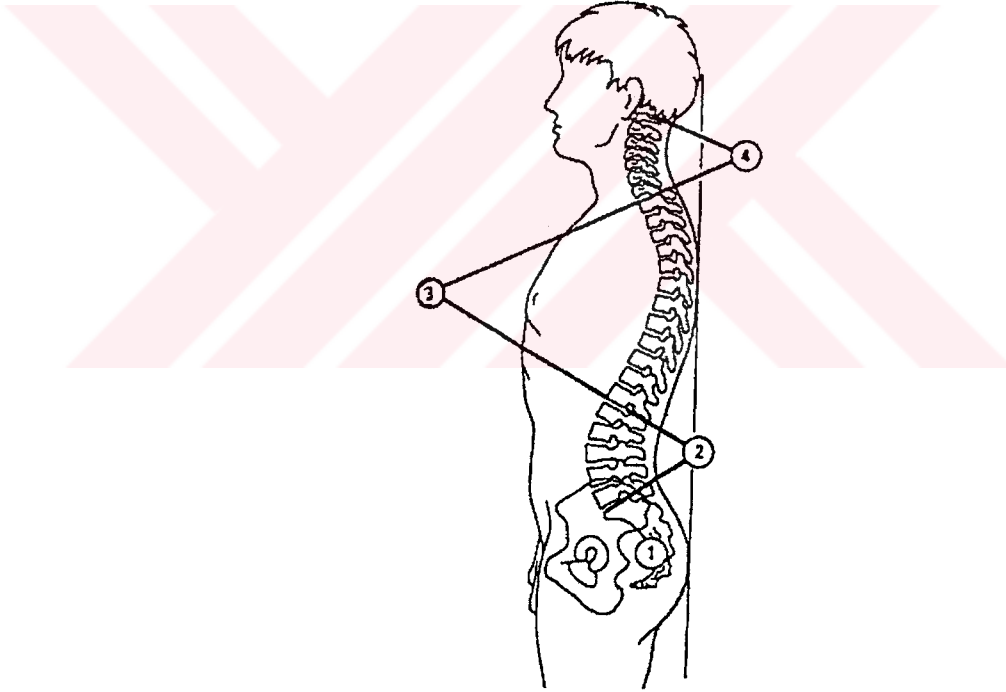
Omurganın lateral fleksiyon hareketi torakal ve lumbal bölgede hakimdir. Her ne kadar torakal bölgede eklem çıkıntıları lateral fleksiyona izin verse de daha önce belirttiğimiz gibi göğüs kafesi kişiler arasında değişen oranlarda hareketi kısıtlamaktadır. Omurganın lateral fleksiyonunda karın kasları ile m. erector spinae ve transversospinal kaslar aktif rol oynamaktadır. Bu kasların tek taraflı kasılmaları hareketi başlatırken, iki taraflı kasılmaları ise hareketi kontrol etmektedir. Lateral fleksiyon esnasında rol oynayan ligamentler ise lig. longitudinale anterius, lig. longitudinale posterius ve capsula articularis'tir.<sup>1,6,9,33,34,35</sup>

#### **2. 4. 3. Omurganın Rotasyon Hareketi**

Rotasyon hareketi omurganın torakal ve lumbosakral segmentlerinde gözlenir. Lumbal bölgenin diğer segmentlerinde zigapofizyel eklemlerin yerleşimi nedeniyle orta derecede gerçekleşir. Torakal bölgedeki rotasyon hareketi lateral fleksiyon hareketi ile birlikte oluşmaktadır. Rotasyon hareketi esnasında omurganın her iki tarafındaki sırt ve karın kasları rol alırlar. M. obliquus externus abdominis, m. obliquus internus abdominis kasları temel rotator kaslardır. Aynı yönde çalışan kaslar rotasyon hareketini aktif hale getirirken, zıt yönde çalışan kaslar hareketi kontrol etmektedirler. Rotasyon esnasında bir tarafın m. obliquus externus abdominis'ine karşı tarafın m. obliquus internus abdominis'i yardım eder. Fonksiyonel omurga rotasyonunu arttırmak için pelvisin hareketi gerekmektedir.<sup>1,6,9,34</sup>

## 2.5. Omurganın Eğrilikleri ve Ayakta Durma Postürü

Omurga elastik özeliği olan lig. flavum, longitudinal ligamentler ve intervertebral disklerin davranış biçimi nedeniyle elastik bir çubuk gibi değerlendirilebilmektedir. Omurganın sagittal düzlemdeki eğrilikleri hem ağırlık taşımada hem de elastisite özelliklerine katkıda bulunmaktadır. Statik omurga sakral kifoz, lumbal lordoz, torakal kifoz ve servikal lordoz olmak üzere sagittal düzlemde dört tane fizyolojik eğrilik gösterir (Şekil 9). Bu eğriliklerle sakrum üzerinde denge durumundadır. Yeni doğan döneminde sadece sırt ve sakral bölgede eğimler vardır. Çocuk oturmaya ve ayakta durmaya başladığında bel ve boyun bölgelerindeki eğimler gelişir. Mekanik olarak omurga eğimleri, omurganın şok emme yeteneğini artırır ve yaralanma riskini azaltır.<sup>1,6,9,11,12,17</sup>

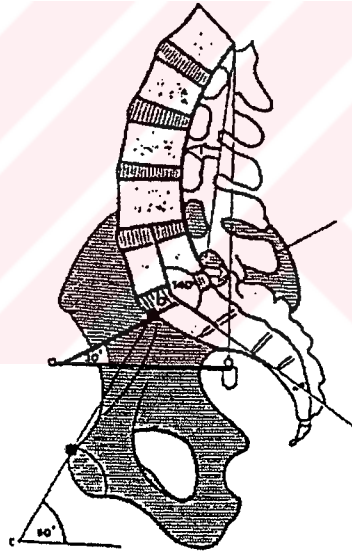


**Şekil 9.** Omurganın fizyolojik eğrilikleri. 1) sakral kifoz, 2) lumbal lordoz, 3) torakal kifoz. 4) servikal lordoz.<sup>12</sup>

Omurganın dik postüründe pelvisin de önemli katkısı olmaktadır. Sakrum iliak kemiklerle sıkıca bağlı olduğu için tüm pelvis tek bir birim olarak hareket eder. Her iki kalça eklemine birleştiren transvers eksenin ortasında denge halindedir. Tıpkı beşik benzeri bir hareketle öne ve arkaya rotasyon yapar. Symphysis pubis'in yukarı hareketine yukarı rotasyon denir ve sakrumu aşağı çekerek sakral açığı küçültür. Pubisin aşağı hareketi ise sakrumu yukarı kaldırır ve sakral açının artmasına neden olur. Sakral açısı, sakrumun üst kenarına

paralel çizilen çizgi ile yatay düzlem arasında kalan açı olarak ifade edilir. Normal gevşek pozisyonda yaklaşık olarak  $30-47^{\circ}$  arasındadır (Şekil 10).<sup>1,6,9,11,12,17,36,37,38</sup>

Lumbal omurga sakral açı ile pelvis üzerinde dengededir ve dengesini ağırlık merkezinde tutmak için lordotik eğriliği oluşturur. Sakral açı arttığında ağırlık merkezinde oluşacak kaymayı önlemek için lumbal lordoz da artarak bunu kompanse eder. Benzer şekilde sakral açı azaldığında ise lumbal lordoz da düzleşir. Pelvis eğiminin lumbal lordoz için belirleyici olduğu gibi, lumbal lordoz da torakal kifoz için belirleyicidir. Lumbal eğriliğe paralel olarak torakal eğrilik artar ya da azalır. Ancak torakal segmentlerde fleksiyon-ekstansiyon hareketi daha sınırlı olduğundan dengeyi sağlamak için daha rijid bir total segment hareketi gözlenir.<sup>1,6,9,11,17,39</sup>

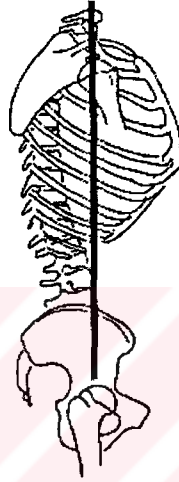


Şekil 10. Sakral açı.<sup>9</sup>

Dik durma pozisyonunda vücut segmentlerinin dizilimi iyi ise statik omurga için minimal bir kas aktivitesi yeterli olmaktadır. Lomber omurga lig.longitudinale anterius ve karın arka duvarına yaslanır. Dik ayakta duruş sırasında, vücudun yer çekim çizgisi 4. lumbal omur cisminin önündedir. Bundan dolayı gövdenin ağırlık merkezi omurganın önünde bulunur (Şekil 11). Bu tüm spinal seviyelerde ağırlık merkezinin hareketin transvers aksının önüne düştüğü anlamına gelir. Ağırlık merkezi hattında oluşan herhangi bir yer değiştirme, öne doğru bir eğilme (fleksiyon) momenti oluşturur. Ayakta dik durma sırasında dengenin sağlanması için oluşan bu momentin kas aktiviteleri ile karşılanması gerekmektedir. Bu da sırt

kasları ve arka grup ligamentlerce bu momente karşı gelişen bir direnç ile sağlanır.<sup>1,6,9,11,17,33,34,35</sup>

Gövdenin dik postürünün sürdürülebilmesi için sadece sırt kasları değil, aynı zamanda karın kasları da aralıklı olarak aktive olmaktadır. Psoas kasının vertebral komponentinin de buna katıldığı gösterilmiştir.<sup>1,6,9,11,17,34,39</sup>



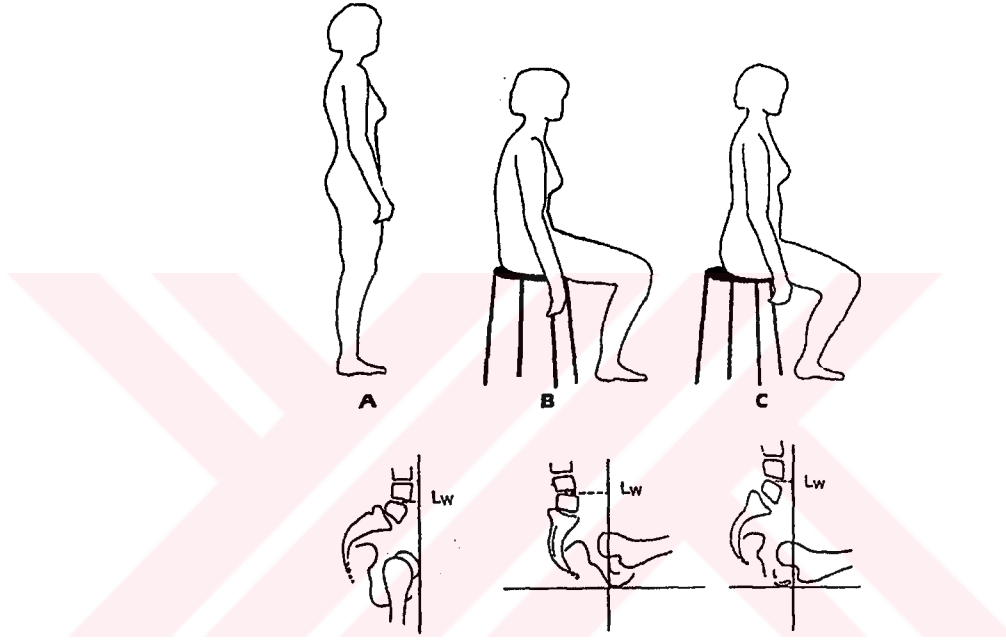
**Şekil 11.** Omurga ağırlık merkezinin konumu.<sup>6</sup>

Dengeli postür için yukarıda söylediğimiz mekanizmalara ilaveten pelvisin düz ve simetrikliği, alt ekstremitelerin uzunluk farkının olmaması ve femur başlarından geçen çizginin yere paralel olması da gerekmektedir. Aksi takdirde pelviste bir eğrilik olursa onu kompanse etmek için omurga segmentlerinde skolyotik değişiklikler ortaya çıkacaktır. Dik duran yetişkin bir kişi, statik spinal konfigürasyonu eğer minimum eforla, yorgunluk oluşmadan, ağrısız ve uzun süreli sürdürebiliyorsa ve estetik olarak kabul edilebilir bir görünümde ise iyi postür olarak değerlendirilir.<sup>1,6,9,11</sup>

## **2. 6. Vücut Pozisyonunun Omurga Üzerindeki Yüklere Etkisi**

Lumbal omurga vücudun en temel yük taşıyan bölümüdür. Dolayısı ile omurganın diğer bölümlerine nazaran daha çok bu bölge üzerinde yük ile ilgili hesaplamalar yapılmaktadır. Gevşek ayakta dik durma pozisyonunda invivo disk içi basınç, ölçülen seviyenin üzerindeki gövde ağırlığı, hareket segmentine etkiyen kas kuvvetleri ve diskin intrinsik basıncının bir kombinasyonudur.<sup>1,6,9</sup>

Desteksiz ve gevşek oturma pozisyonunda lumbal omurgaya binen yük ayakta durma pozisyonundan daha fazladır. Bu pozisyonda pelvis arkaya rotasyon yapar, lumbal lordoz düzleşir. Zaten lumbal omurganın önünde olan ağırlık merkezi daha öne kayar ve gövde ağırlığı tarafından uygulanan kuvvet kolu uzamış olur (Şekil 12). Böylece lumbal omurgaya binen yük artar. Dik oturma pozisyonunda pelvis'in öne rotasyonu ile lumbal lordozun artması, lumbal omurgaya binen yükü azaltır. Ancak hala ayakta durma pozisyonuna göre daha fazladır.<sup>1,6,9</sup>



**Şekil 12.** Ağırlık merkezinin vücut pozisyonlarına göre konumu. A) Ayakta durma pozisyonu, B) Gevşek ve desteksiz oturma pozisyonu, C) Dik ve desteksiz oturma pozisyonu.<sup>6</sup>

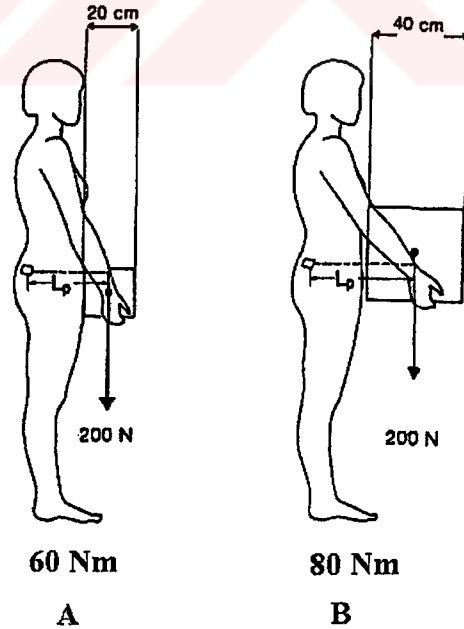
Destekli oturma esnasında yükler desteksiz oturmaya göre daha azdır. Çünkü yükün bir kısmını sırt desteği taşımaktadır. Sırt desteğinin arkaya doğru eğiminin artması ve lumbal destek kullanılması yüklerin daha da azalmasını sağlar. Buna karşın gövdeyi ve torakal omurgayı öne iten bir torakal destek ise lumbal omurganın kifoza neden olarak yükleri arttırabilir.

Sırt üstü yatar pozisyonda vücut ağırlığına ait yükler elimine olduğu için omurgaya etkileyen yük en az seviyede olur. Bu pozisyonda kalça ve dizler ekstansiyona getirilirse m. psoas major'un omurga kısmı tarafından oluşturulan çekme kuvveti bir miktar omurgaya binen yükü arttırır. Eğer kalça ve dizleri fleksiyonda iken alttan bir destek koyarsak, m. psoas major gevşer ve lumbal lordoz düzleşir. Böylece omurgaya binen yükü azaltırız. Yükü daha



da azaltmak için çekme (traksiyon) işlemi uygulanması gerekir. Bu da klinikte disk patolojileri esnasında lumbal omurgaya binen yükleri azaltmak için kullanılan bir yöntemdir.<sup>1,6,9</sup>

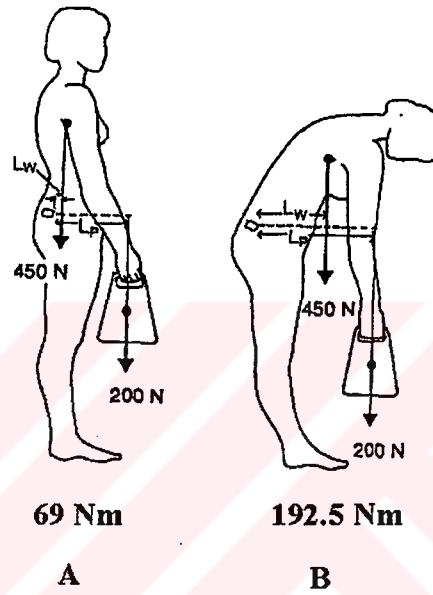
Bir ağırlık kaldırmak ve taşımak omurgaya eksternal yük uygulayan ve mekanizmasının farkında olmadığımız sıkça yaptığımız bir aktivitedir. Bu aktiviteler esnasında omurgaya binen yükü, taşınan ağırlığın omurganın hareket merkezine göre pozisyonu, omurganın fleksiyon ve rotasyon dercesi, taşınan cismin boyut, şekil ve ağırlığı gibi faktörler etkiler. Kaldırma ve taşıma mekanizması ne kadar iyi bilinirse omurgada oluşabilecek hasarlar minimum seviyeye indirilebilir. Bir cismin gövdeye yapışık olarak taşınması cismin ve gövdenin ağırlık merkezlerini birbirine yaklaştırdığı için uzakta tutarak taşımaya göre lumbal omurgada daha az eğilme momenti oluşturur. Sabit bir ağırlık için kaldıraç kolu ne kadar kısa olursa eğilme momenti de o kadar küçük olacağından omurganın yükü azalır. Örneğin, 200 N'lik bir cismi ağırlık merkezinde 20 cm uzakta olacak şekilde taşıma ile omurgaya binen yük 60Nm olurken, ağırlık merkezinden 40 cm uzakta taşıma esnasında oluşacak yük 80 Nm olur. (Şekil 13).<sup>1,6,9</sup>



**Şekil 13.** Yük taşıma pozisyonunun omurga üzerine etkisi. A) Cisim gövdeye yapışık durumda taşıma, B) Cisim gövdeden uzak durumda taşıma.<sup>6</sup>

Kaldıracağımız cismi gövde öne eğilerek kaldırırsak sadece cismin ağırlığı ile değil aynı zamanda gövdenin üst kısmının ağırlığı tarafından da bir eğilme momenti oluşacağından omurgaya binen yük artacaktır. Kalça ve dizlerimizi fleksiyona getirerek kaldırılacak cisim ile

ağırlık merkezi arasındaki mesafeyi azaltabiliriz. Böylece omurgaya binen yükü de azaltmış oluruz. Yalnız bu pozisyonda cismi kollarımızla vücudumuza ne kadar uzak tutarsak kaldıraç kolunu uzatmış oluruz. Böylece omurgaya binen yükü de arttırırız. Örneğin, 200 N'luk cismi gövde öne eğilmeden kaldırırken oluşan omurgaya binen yük 69 Nm olurken, gövde öne eğilerek kaldırıldığında bu yük 192.5 Nm'ye çıkar. (Şekil 14).<sup>1,6,9</sup>



**Şekil 14.** Yük kaldırma pozisyonunun omurga üzerine etkisi. A) Omurga dik pozisyondayken kaldırma, B) Omurga eğik pozisyondayken kaldırma.<sup>6</sup>

Lumbal omurgaya binen yüklerin azaltılmasında diğer bir faktörün de intra-abdominal basınç mekanizması olduğu düşünülmektedir. Intra-abdominal basınç desteğine bağlı omurga yüklerinde azalma orta ağırlıktaki cisimlerin kaldırılması sırasında çok değildir. Gövdenin öne fleksiyonu ve kaldırılan cismin ağırlığı arttıkça intra-abdominal basınç artmaktadır. Özellikle kaldırma evresinin başında ağırlığın oluşturduğu yükün aşılması sırasında basınçta büyük artışlar gözlenir. Intra-abdominal basıncı oluşturmak için gerekli olan kas aktivitesi m. transversus abdominis, m. obliquus externus abdominis ve m. obliquus internus abdominis tarafından sağlanır.<sup>1,6,9</sup>

Kaldırma sırasında omurga fleksiyon derecesine ve lumbal omurganın başlangıç postürüne bağlı olarak m. erector spinae az yada çok aktif olur. Belirli hareket açıklığı içinde eğilme momenti arttıkça kasın aktivitesi de artar. Değişik kaldırma tekniklerinde kaslar ve ligamentler değişik oranlarda olaya katılır.<sup>1,6,9</sup>

### 3. GEREÇ ve YÖNTEM

#### 3.1. Gereç

Öğrencilere araştırmanın amacı ve metodu anlatıldıktan sonra, gönüllü olanlar çalışmaya alındı. Lumbal bölge hareket ölçümü için Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi ve Sağlık Yüksek Okulu öğrencisi olmak üzere 18-22 yaş grubunda, 50 erkek ve 50 kız, toplam 100 kişi katıldı. Erkek öğrencilerinin yaş ortalaması 19,2 iken kız öğrencilerin yaş ortalaması 19,4 idi.

Torakal bölge ölçümü için yine aynı okullardan gönüllü, 18-22 yaş grubunda, 25 erkek ve 25 kız öğrenci toplam 50 kişi katıldı. Bu gruptaki erkek öğrencilerin yaş ortalaması 19,4 iken kız öğrencilerininki 19,6 idi.

Çalışmaya alınan öğrencilerin herhangi bir fiziki ve ortopedik özürü, omurganın yapı bozuklukları, geçmişlerinde travma, operasyon ve romatizmal hastalık öyküsü ile herhangi bir nörolojik defisitlerinin bulunmamasına dikkat edildi. Çalışmaya katılan öğrencilerin yaş, boy ve kilo ortalamaları tablo 1 ve 2 de verilmiştir.

**Tablo 1.** Lumbal Bölge Hareket Ölçümlerine Katılan Öğrencilerin Yaş, Boy ve Vücut Ağırlığı İle İlgili Verileri

Lumbal	Yaş	Sd	Boy	Sd	Kilo	Sd
<b>Erkek</b>	19,2	± 1,2	175,5	± 5,3	66,8	± 8,3
<b>Kız</b>	19,4	± 1,0	164,4	± 5,7	53,9	± 6,2

**Tablo 2.** Torakal Bölge Hareket Ölçümlerine Katılan Öğrencilerin Yaş, Boy ve Vücut Ağırlığı İle İlgili Verileri

<b>Torakal</b>	<b>Yaş</b>	<b>Sd</b>	<b>Boy</b>	<b>Sd</b>	<b>Kilo</b>	<b>Sd</b>
<b>Erkek</b>	19,4	± 1,2	176,9	± 6,3	67,5	± 10,3
<b>Kız</b>	19,6	± 1,1	164,9	± 6,2	53,9	± 6,2

### 3.1.1. Zebris 3D Motion Analysis System

Günümüzde hareket analizi için radyografik, inklinometrik, goniometrik ölçüm gibi değişik yöntemler kullanılmıştır. Bunlara ilaveten son zamanlarda “3-Boyutlu Hareket Analiz” yöntemlerinin tıbbın hizmetine girmesi ile birlikte omurga hareketlerinin ölçümü de yeni bir boyut kazanmıştır. Bu cihazlar sadece omurga hareketlerini değil, vücuttaki tüm eklemlerin hareket analizini yapabilecek şekilde yapılmışlardır. Bunlar Moire topografi, fotogrametri ve videoraster stereometri, opto-elektrik tarayıcılar (Qualysis, Vicon) ve ultrasound tabanlı tarayıcılar (Zebris CMS 50, CA 6000 Spine Motion Analysis) gibi cihazlardır.

Çalışmamızda hareket ölçümleri için Anabilim Dalımızdaki "Hareket Analiz Laboratuvarı"nda bulunan “Zebris 3D Motion Analysis System” marka cihazı kullandık (Şekil 15) Ölçüm programı olarak, omurga için özel olarak geliştirilmiş bilgisayar programı olan "winspace omurga analiz programı"nda, single lumbar ve fleksiyon koordinasyon testleri kullanıldı

Kullanmış olduğumuz cihaz eklemlerde meydana gelen hareketlerdeki açısal değişiklikleri yüksek frekanslı (ultrasonik) ses dalgaları sayesinde algılamakta ve kaydetmektedir. Cilt üzerinden ölçüm yapabilme, güvenilir ve hassas ölçüm, verileri bilgisayar ortamında değerlendirebilme gibi pek çok avantajı birlikte sunan cihaz, ölçüm esnasındaki 0,1 derecelik kayıpları bile kaydedebilmektedir. Alınan kayıtlar bilgisayarda saklanabildiği için başka bir zamanda tekrar veriler üzerinde çalışma imkanı

sağlayabilmektedir. Deneğin pozisyonuna göre kalibrasyon fonksiyonu sayesinde ölçüm istenilen şekilde başlatılıp sonlandırılabilen ve her ölçüm için tekrar kalibrasyon yapılabilmektedir. Cihazın kullanımı sırasında kişilere herhangi bir rahatsızlık vermemekte, kolay kullanıma imkan sağlamaktadır. Ölçüm sırasında meydana gelen hatalar anında fark edilmekte ve bu hataların düzeltilmesi imkanı sağlamaktadır. Bu cihaz kullanılarak yapılmış çalışmalar mevcuttur.<sup>2,40,41,42</sup>

Cihaz bir birinden ayrı bir takım komponentlerden meydana gelmiştir:

**Yüzey markerları:** Belirli aralıklar ile yüksek frekanslı ultrasonik ses dalgaları yayan ve cilt üzerine yapıştırılan birbirinden farklı uzunlukta olan elemanlardır. Ölçüm tekniğine göre sayıları 8 ila 10 arasında değişmektedir.

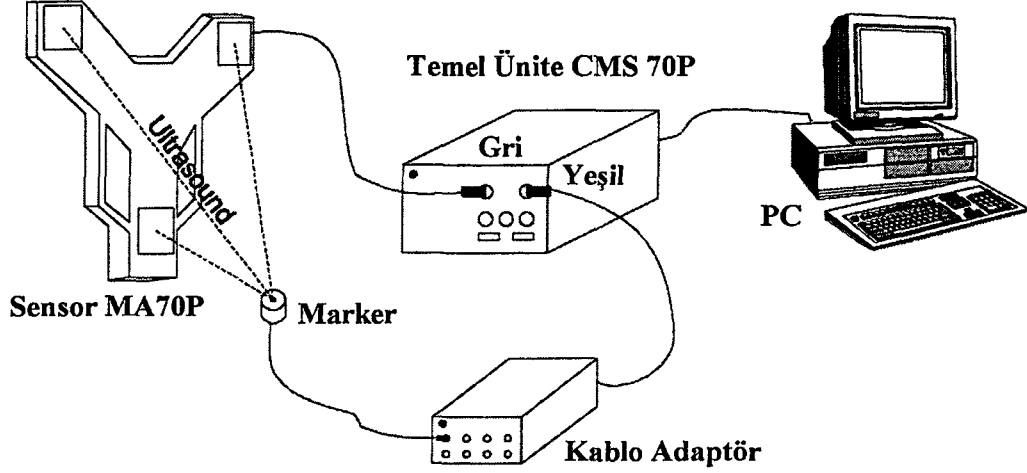
**Sensor MA 70P:** Marker'ların yaydığı ses dalgalarını alan köşelere yerleştirilmiş üç mikrofonu sahip, hareket ettirilebilen bir başı ve ayarlanabilen ayaklara sahip alıcıdır. Spesifik ölçümler için sensorun eğimi bilgisayar ortamında 0-180<sup>0</sup> arasında görüntü elde edebilmek için ayarlanabilmektedir.

**CMS70P temel ünite:** Üzerine adaptörlerin ve sensorlerin kablolarının takıldığı soketler bulunan, Marker'ların yaydığı ses dalgalarını alan, data haline getiren marker'lar, sensorler ve adaptörler ile bilgisayar arasındaki bağlantıyı sağlayan temel parçadır.

**Kablo adaptör:** Marker'larla CMS70P Basic Unit arasındaki bağlantıyı sağlayan parçadır. Omurga analizi için kullanılan parçası üzerinde marker'ların gireceği 10 adet soket bulunmaktadır. Çıkışında ana üniteye bağlantıyı sağlayan kablunun girdiği bir yuvası mevcuttur. Hasta üzerine takılarak kullanılmaktadır.

**PC:** Ölçümler için kullanılacak programların kullanımı ve verilerin değerlendirilmesi işlevini gören ekipmandır. Bilgisayarlı sistem işaret noktaları ile mikrofonlar arasındaki mesafeyi ultrasound ses dalgalarının itilme hızının fonksiyonu olarak hesaplar.

**Kablo:** Cihazın komponentleri arasındaki bağlantıları sağlayan özel olarak tasarlanmış kablolardır.



Şekil 15. Zebris 3D Motion Analysis System.

**Winspine omurga analiz programı:** Omurga hareket analizi için kullanılan programdır. Program, proje bilgileri, hasta bilgileri ve yapılacak olan kişisel ölçümün girilmesine imkan tanıdığı gibi ölçüm esnasında hareketin izlenip, hareket bitince analizin gerçekleştirileceği ölçüm alanı seçilebilmesine olanak sağlamaktadır. Son olarak belirlenen hareket bölgesindeki ölçümün raporlarını vermektedir (Ek 1-2).

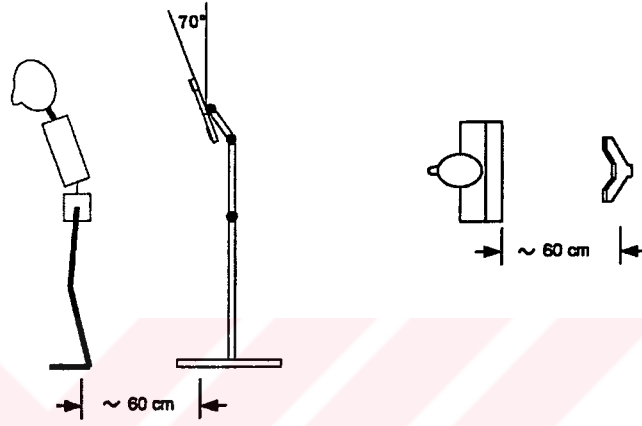
### 3.2. Yöntem

Ölçümlerde omurganın lumbal ve torakal bölgelerinin hareketleri ele alındı. Servikal bölge hareketleri için gerekli ölçüm malzemesi olmadığı için bu bölgenin hareket analizi yapılamadı. Ölçümlerde lateral fleksiyon, fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri değerlendirildi. Cihaz rotasyon hareketlerini ölçemediğinden bu hareket değerlendirilemedi.

Ölçümler günün aynı saatlerinde (10<sup>00</sup> - 12<sup>00</sup>) gerçekleştirildi. Ölçümler esnasında oda ısısı normal şartlarda tutuldu (19-21 C<sup>0</sup>). Marker'ların deneklere yerleştirilmesi ve ölçüm aynı araştırmacı tarafından gerçekleştirildi. Erkek ve kız öğrenciler ayrı ayrı ölçüldü. Ölçüm esnasında deneklere rahat hareket imkanı sağlayacak kıyafetler (şort, sırtı açık tişört) giydirildi. Ölçüm öncesinde hareketlerin nasıl yapılacağı deneklere anlatılıp gösterildi. Hareketler devamlı şekilde en az 5 kez yaptırıldı ve her denek 3 kez ölçülerek aktif hareketle ulaşabileceği ROM dereceleri kayıt edildi. Cihaz herbir marker için 10 Hz frekans toplayacak şekilde ayarlandı.

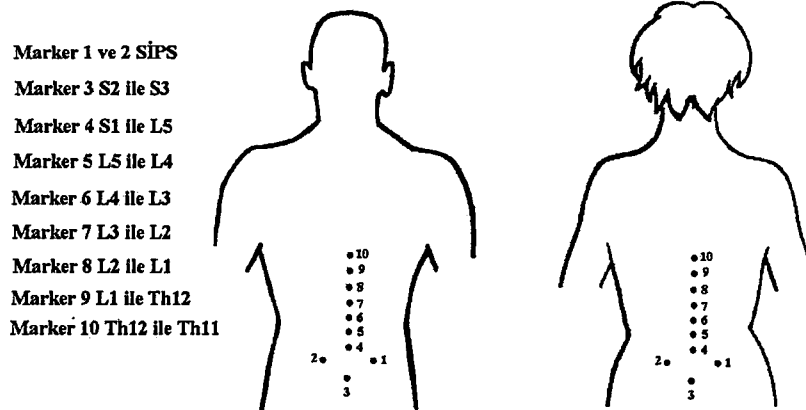
### 3.3. Lumbal Bölge Hareketlerinin Ölçüm Metotları

Başlangıç pozisyonu olarak denekler ayakta sırtları sensörlere dönük olacak şekilde dik pozisyonda durduruldu. Sensor yerin dik eksenine ile arasında 70 derecelik açı olacak şekilde denekten ~ 60 cm uzağa yerleştirildi. Sensorun boyu deneye göre ayarlandı (Şekil 16).



Şekil 16. Başlangıç pozisyonu.

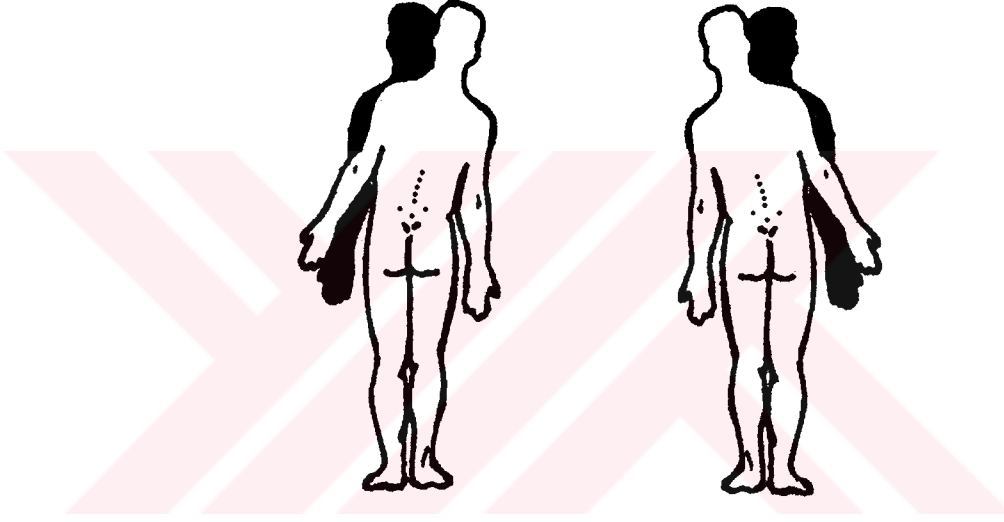
Erkek ve kız öğrenciler için 10'lu marker kullanıldı. Marker'ler erkek ve kız öğrenciler için, 1 ve 2. marker SIPS ( Spina Iliaca Posterior Superior ) üzerine, 3. marker S2 ile S3 arasında olmak üzere yerleştirildikten sonra, diğer marker'lar S1 ile L1 omurları arasındaki intervertebral aralıklarda spinöz çıkıntılar arasına gelecek şekilde yerleştirildi ( Şekil.17 ).



Şekil 17. Erkek ve Kız Öğrencilerin Lumbal Bölge Marker Yerleşimi

### 3.3.1. Lumbal Bölge Lateral Fleksiyon Hareketi Ölçüm Metodu

Başlangıç pozisyonu verdirme ve marker'ların yerleştirilmesi işlemi bittikten sonra deneklerden dik pozisyonda olacak şekilde durmaları istendi. Bu esnada kalibrasyon işlemi gerçekleştirildikten sonra deneklerden önce sağa lateral fleksiyon sonra sola lateral fleksiyon hareketinin devamlı bir şekilde ve dizlerini kırmadan yapmaları istendi. Böylece kalça fleksiyonu'nu engelleyerek sadece omurga ve pelvisin hareketlere katılımını sağlamak amaçlandı. Bu esnada hareket gözlemlendi ve kaydedildi (Şekil 18).

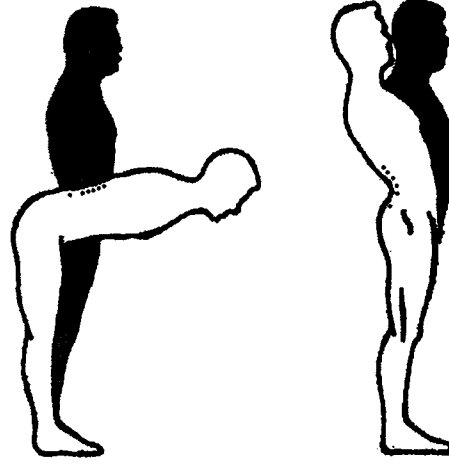


Şekil 18. Lumbal Bölge Lateral Fleksiyon Ölçüm Hareketi

### 3.3.2. Lumbal Bölge Fleksiyon ve Ekstansiyon Hareketleri Ölçüm Metodu

Lateral fleksiyon hareketi için yeterli düzeyde kayıt alındıktan sonra deneğe durması söylendi. Dik pozisyonda tekrar kalibrasyon yapıldı ve takiben deneklerden dizlerini kırmadan ve boyun bölgesini oynatmadan fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerini devamlı bir şekilde yapmaları istendi. Bu esnada hareket gözlemlendi ve kaydedildi (Şekil 19).





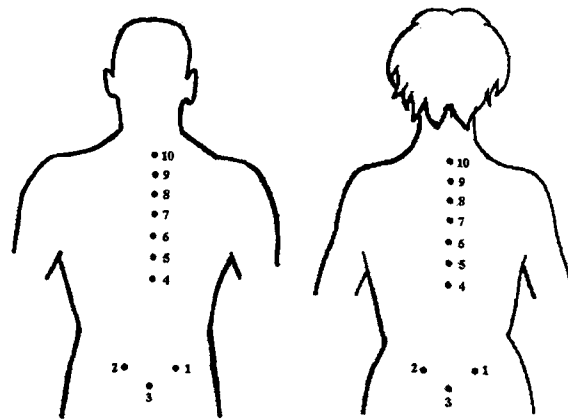
**Şekil 19.** Lumbal Bölge Fleksiyon-Ekstansiyon Ölçüm Hareketi

### 3.4. Torakal Bölge Hareketlerinin Ölçüm Metotları

Torakal bölgenin ölçümü esnasında da denekler ayakta sırtları sensörlere dönük olacak şekilde dik pozisyonda durduruldu. Sensor yerin dik eksenini ile arasında 70 derecelik açı olacak şekilde denekten ~ 60 cm uzağa yerleştirildi. Sensorun boyu deneğe göre ayarlandı (Şekil 16).

Erkek ve kız öğrenciler için 10'lu marker kullanıldı. Marker'ler erkek ve kız öğrenciler için, 1 ve 2. marker SIPS üzerine, 3. marker S2 ile S3 arasında olmak üzere yerleştirildikten sonra, diğer markerlar L1 ile C7 omurları arasındaki intervertebral aralıklarda spinöz çıkıntılarının arasına gelecek şekilde, birer aralık atlayarak yerleştirildi (Şekil 20).

- Marker 1 ve 2 SİPS
- Marker 3 S2 ile S3
- Marker 4 L1 ile Th12
- Marker 5 Th11 ile Th10
- Marker 6 Th9 ile Th8
- Marker 7 Th7 ile Th6
- Marker 8 Th5 ile Th4
- Marker 9 Th3 ile Th2
- Marker 10 Th1 ile C7

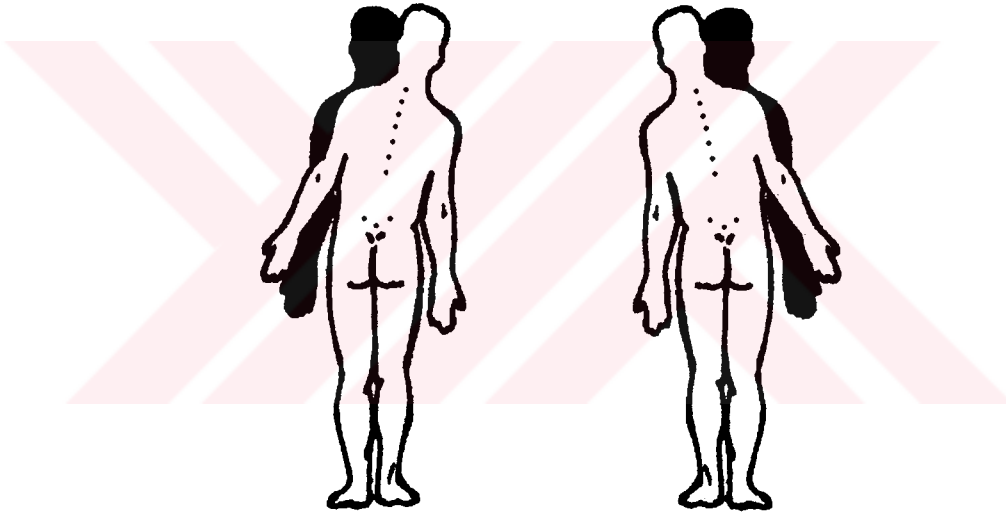


**Şekil 20.** Erkek ve Kız Öğrencilerin Torakal Bölge Marker Yerleşimi

Bu şekilde torakal bölge için iki omurun hareket ölçümü alınmış oldu.

#### **3.4.1. Torakal Bölge Lateral Fleksiyon Hareketi Ölçüm Metodu**

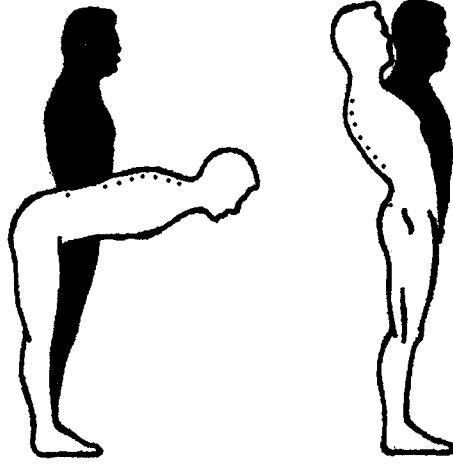
Başlangıç pozisyonu verdirmeye ve marker'ların yerleştirilmesi işlemi bittikten sonra deneklerden dik pozisyonda olacak şekilde durmaları istendi. Bu esnada kalibrasyon işlemi gerçekleştirildikten sonra deneklerden önce sağa lateral fleksiyon sonra sola lateral fleksiyon hareketinin devamlı bir şekilde dizlerini kırmadan yapmaları istendi. Bu esnada hareket gözlemlendi ve kaydedildi (Şekil 21).



**Şekil 21.** Torakal Bölge Lateral Fleksiyon Ölçüm Hareketi

#### **3.4.2. Torakal Bölge Fleksiyon ve Ekstansiyon Hareketleri Ölçüm Metodu**

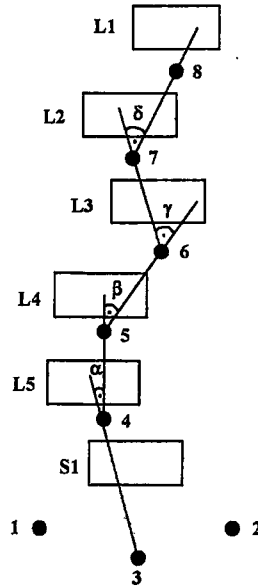
Lateral fleksiyon hareketi için yeterli düzeyde kayıt alındıktan sonra deneye durması söylendi. Dik pozisyonda tekrar kalibrasyon yapıldıktan sonra deneklerden dizlerini kırmadan ve boyun bölgesini oynatmadan fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerini devamlı bir şekilde yapmaları istendi. Bu esnada hareket gözlemlendi ve kaydedildi (Şekil 22).



Şekil 22. Torakal Bölge Fleksiyon- Ekstansiyon Ölçüm Hareketi

### 3. 5. Değerlendirme

Bir omurun hareketini ölçmek için, cilt üzerine yerleştirdiğimiz marker'lerden üç tanesi gereklidir. Omurların spinöz çıkıntıları arasına yerleştirdiğimiz üç marker'ın, ortada olanının üst ve alttaki marker'lara göre yer değiştirmesi sonucu meydana gelen açısal farkın değeri hesaplanmaktadır. Bu da alttaki marker ile ortadaki arasına çekilen çizgi ile üsttekinden ortadakine çizilen çizgiler arasında kalan açılanma şeklinde gösterilmektedir. Böylece açılanması ölçülen marker üstündeki omurun hareketini ölçmektedir (Şekil 23).



Şekil 23. Marker'ların pozisyonları ve açılanması

Tüm ölçümlerin kayıt işlemi bittikten sonra, ölçümlerin raporları alındı. Deneklerin tümünün ölçümleri bilgisayarda programına aktarıldı. Daha sonra bu veriler ayrı bir dosya oluşturularak listelendi. Tüm sonuçların ortalamaları (ort) ve standart sapmaları (sd) alındı ( Ek 3-8). Elde edilen tüm veriler erkekler ve bayanlar olmak üzere tablolar halinde sunuldu (Tablo 3-12). Bu tablolarda erkeklerde ve bayanlarda omurganın lumbal ve torakal bölgelerinin değişik hareket çeşitlerine göre ortalamaları, standart sapmaları ve toplamaları gösterildi. Yapılan hareketlerin ROM değerlerinin dağılım grafikleri yapıldı.



## 4. BULGULAR

Her deneğin omurga hareketleri ölçüm değerleri, erkeklerde ve kızlarda olmak üzere listelenmiştir. Bu veriler bilgisayara girilerek her bir hareket için erkeklerde ve kızlarda ortalama değerler ve standart sapmalar bulunmuştur. Bulunan bu değerler tablolara yansıtılmıştır (Tablo 3-12).

### 4. 1. Lumbal Bölge Hareketlerinin Bulguları

#### 4. 1. 1. Lumbal Bölge Lateral Fleksiyon Hareketi Bulguları

Sağ tarafa total lateral fleksiyon hareketi erkeklerde ortalama  $26,6^{\circ} \pm 4,9$  olarak, kızlarda ise ortalama  $26,6^{\circ} \pm 5,5$  olarak bulundu.

Sol tarafa total lateral fleksiyon hareketi erkeklerde  $24,7^{\circ} \pm 3,4$  olarak, kızlarda ise ortalama  $26,0^{\circ} \pm 5,4$  olarak bulundu.

Her bir segmente ait ROM değerleri sonuçları aşağıdaki tablolarda verilmiştir (Tablo 3-4.)

**Tablo 3.** Erkek Öğrencilerde Lumbal Bölge Lateral Fleksiyon Hareketi ROM Değerleri

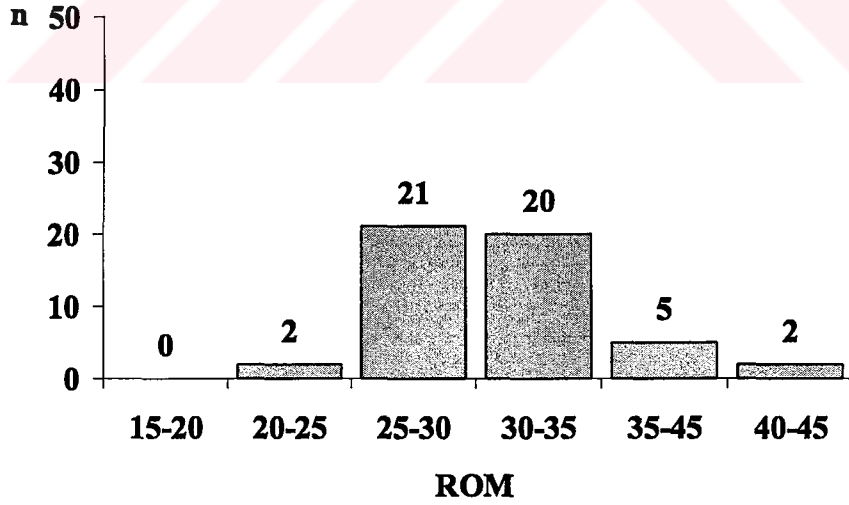
Erkek	Sağa Lf	Sd	Sola Lf	Sd	Total Lf	Sd
L1-L2	3,4	$\pm 1,7$	2,9	$\pm 1,7$	6,3	$\pm 2,4$
L2-L3	5,0	$\pm 2,6$	5,7	$\pm 1,8$	10,7	$\pm 3,0$
L3-L4	6,0	$\pm 3,2$	5,4	$\pm 3,1$	11,4	$\pm 4,6$
L4-L5	4,7	$\pm 2,1$	4,5	$\pm 2,6$	9,2	$\pm 3,3$
L5-S1	7,5	$\pm 2,5$	6,1	$\pm 2,2$	13,6	$\pm 3,3$
Total	26,6	$\pm 4,9$	24,7	$\pm 3,4$	51,3	$\pm 7,5$

**Tablo 4.** Kız Öğrencilerde Lumbal Bölge Lateral Fleksiyon Hareketi ROM Değerleri

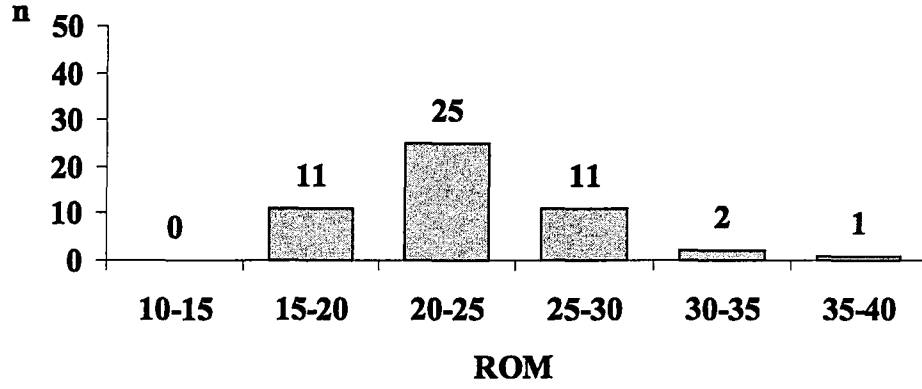
Kız	Sağa Lf	sd	Sola Lf	sd	Total Lf	sd
L1-L2	4,5	± 2,4	4,2	± 2,4	8,7	± 3,9
L2-L3	6,2	± 2,9	5,9	± 2,9	12,1	± 4,4
L3-L4	4,7	± 3,3	5,7	± 3,3	10,5	± 4,9
L4-L5	4,5	± 2,9	3,8	± 2,2	8,4	± 3,4
L5-S1	6,6	± 3,6	6,4	± 3,9	13,0	± 6,3
<b>Total</b>	<b>26,6</b>	<b>± 5,5</b>	<b>26,0</b>	<b>± 5,4</b>	<b>52,7</b>	<b>± 9,9</b>

Lumbal bölgedeki lateral fleksiyon hareketlerinde denek sayısı ile ROM değerleri arasında bir değerlendirme yapıldığında en yüksek dağılımın sağ taraf için erkeklerde 25-35°, kızlarda 20-25°, sol taraf için erkeklerde 20-30°, kızlarda 25-30° arasında olduğu görüldü (Grafik 1-4).

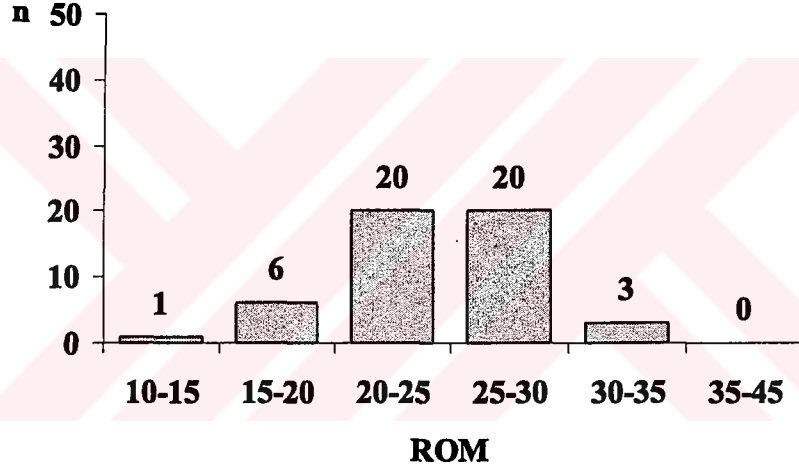
**Grafik 1.** Erkek Öğrencilerde Lumbal Bölge Sağa Lateral Fleksiyon Hareketi ROM Değerlerinin Dağılımı



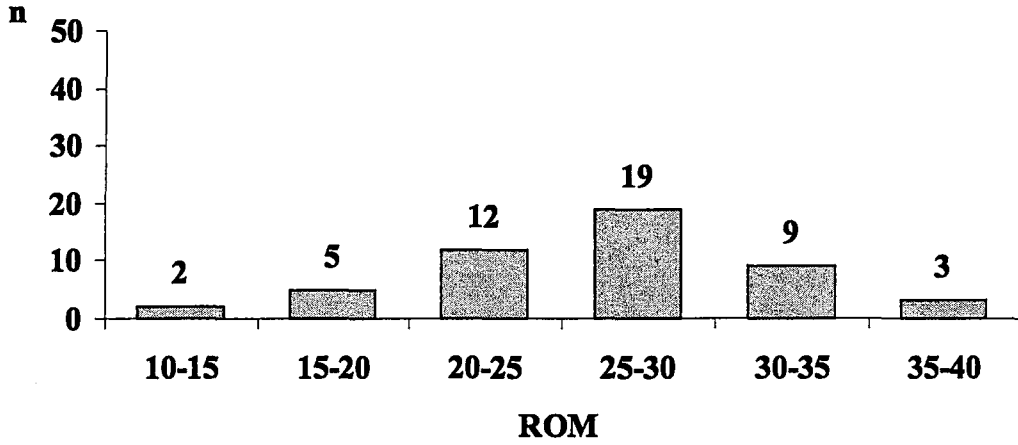
**Grafik 2.** Kız Öğrencilerde Lumbal Bölge Sağa Lateral Fleksiyon Hareketi ROM Değerlerinin Dağılımı



**Grafik 3.** Erkek Öğrencilerde Lumbal Bölge Sola Lateral Fleksiyon Hareketi ROM Değerlerinin Dağılımı



**Grafik 4.** Kız Öğrencilerde Lumbal Bölge Sola Lateral Fleksiyon Hareketi ROM Değerlerinin Dağılımı



#### 4. 1. 2. Lumbal Bölge Fleksiyon ve Ekstansiyon Hareketlerinin Bulguları

Total fleksiyon hareketi erkeklerde ortalama  $61,6^{\circ} \pm 8,1$  olarak, kızlarda ise ortalama  $61,8^{\circ} \pm 7,8$  olarak bulundu.

Total ekstansiyon hareketi erkeklerde ortalama  $19,4^{\circ} \pm 8,3$  olarak, kızlarda ise ortalama  $18,4^{\circ} \pm 6,2$  olarak bulundu.

Her bir segmente ait ROM değerleri sonuçları aşağıdaki tablolarda verilmiştir (Tablo 5-6).

**Tablo 5.** Erkek Öğrencilerde Lumbal Bölge Fleksiyon ve Ekstansiyon Hareketi ROM Değerleri

Erkek	Fleks	Sd	Ekst	Sd	Total	Sd
L1-L2	7,7	$\pm 2,1$	1,8	$\pm 1,4$	9,6	$\pm 2,7$
L2-L3	12,1	$\pm 3,7$	3,7	$\pm 4,1$	15,7	$\pm 5,5$
L3-L4	15,3	$\pm 4,9$	4,6	$\pm 4,9$	19,9	$\pm 6,9$
L4-L5	13,2	$\pm 5,4$	6,4	$\pm 5,4$	19,5	$\pm 7,4$
L5-S1	13,3	$\pm 4,2$	3,0	$\pm 5,0$	16,3	$\pm 7,7$
<b>Total</b>	61,6	$\pm 8,1$	19,4	$\pm 8,3$	81,0	$\pm 11,1$

**Tablo 6.** Kız Öğrencilerde Lumbal Bölge Fleksiyon ve Ekstansiyon Hareketi ROM Değerleri

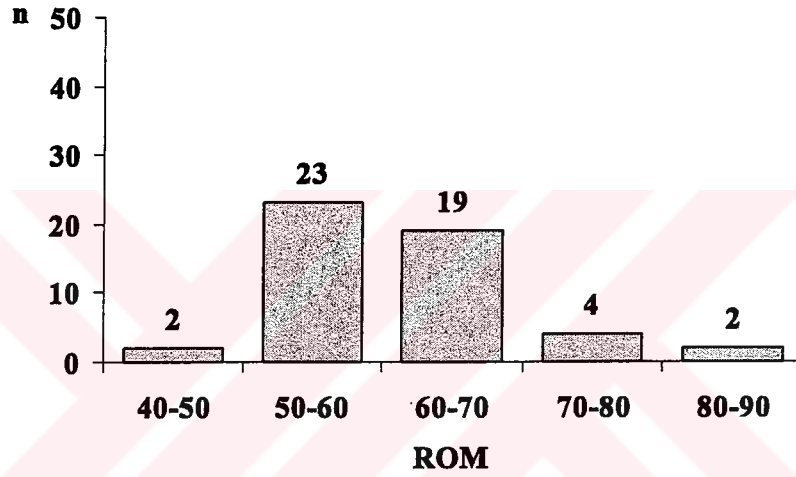
Kız	Fleks	Sd	Ekst	Sd	Total	Sd
L1-L2	7,2	$\pm 3,3$	2,4	$\pm 2,1$	9,7	$\pm 4,0$
L2-L3	11,1	$\pm 3,8$	2,8	$\pm 3,9$	13,9	$\pm 4,8$
L3-L4	13,6	$\pm 5,6$	3,1	$\pm 3,2$	16,7	$\pm 6,2$
L4-L5	15,6	$\pm 5,3$	4,7	$\pm 4,4$	20,2	$\pm 6,1$
L5-S1	14,4	$\pm 6,2$	5,3	$\pm 4,0$	19,7	$\pm 8,2$
<b>Total</b>	61,8	$\pm 7,8$	18,4	$\pm 6,2$	80,2	$\pm 10,2$



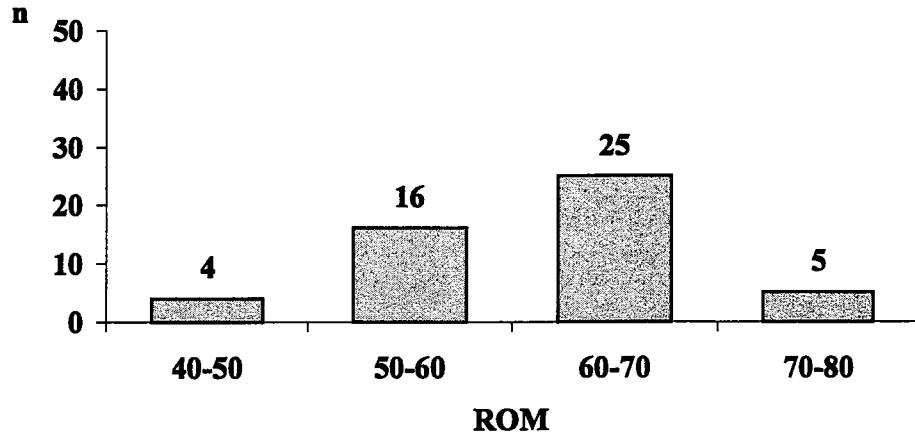
Lumbal bölgedeki fleksiyon hareketlerinde denek sayısı ile ROM değerleri arasında bir değerlendirme yapıldığında en yüksek dağılımın erkeklerde 50-60°, kızlarda 60-70° arasında olduğu görüldü ( Grafik 5-6 ).

Lumbal bölgedeki ekstansiyon hareketlerinde ise en yüksek dağılımın erkeklerde 10-20°, kızlarda 20-25° arasında olduğu görüldü ( Grafik 7-8 ).

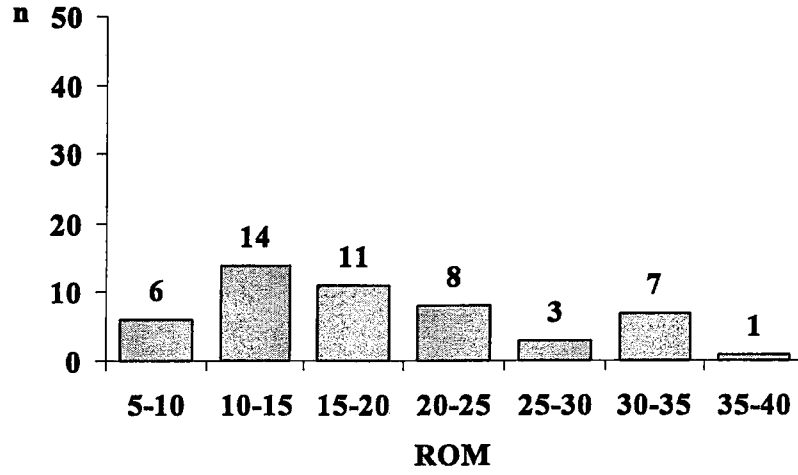
**Grafik 5.** Erkek Öğrencilerde Lumbal Bölge Fleksiyon Hareketi ROM Dağılımı



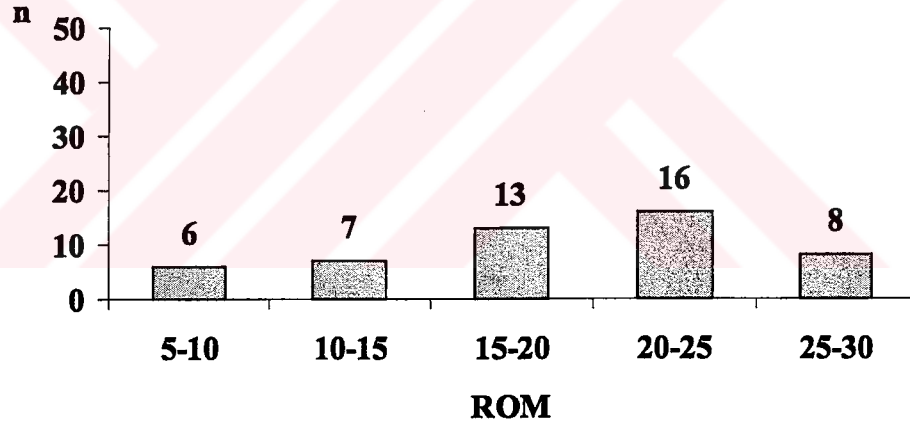
**Grafik 6.** Kız Öğrencilerde Lumbal Bölge Fleksiyon Hareketi ROM Dağılımı



**Grafik 7.** Erkek Öğrencilerde Lumbal Bölge Ekstansiyon Hareketi ROM Dağılımı



**Grafik 8.** Kız Öğrencilerde Lumbal Bölge Ekstansiyon Hareketi ROM Dağılımı



#### **4. 1. 3. Lumbal Bölge Pelvik Tilt Hareketi Bulguları**

Pelvik tilt'in fleksiyon hareketi esnasında total lumbosakral fleksiyon hareketine katkısı erkek öğrencilerde % 46,6, kız öğrencilerde ise % 42,1 olarak bulundu.

Ekstansiyon hareketi esnasında ise total lumbosakral ekstansiyon hareketine katkısı erkek öğrencilerde % 36,8, kız öğrencilerde ise % 26,2 olarak bulundu.

Her iki denek grubuna ait pelvik tilt değerleri sonuçları aşağıdaki tablolarda verilmiştir (Tablo 7-8).

**Tablo 7.** Erkek Öğrencilerdeki Pelvik Tilt Hareketinin Değerleri (°)

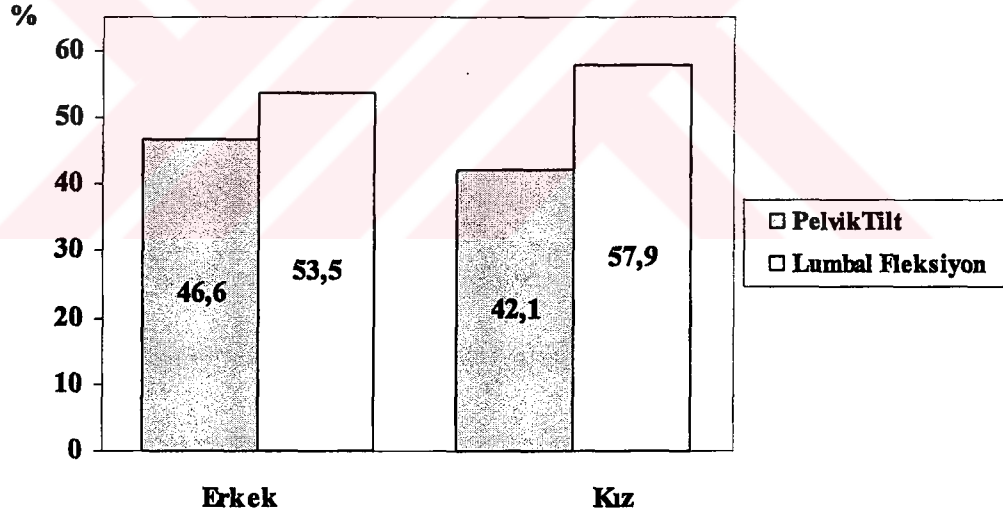
Erkek	Pelvik Tilt	Sd	Lumbal	Sd	Total	Sd
<b>Fleks</b>	53,6	± 12,0	61,6	± 8,1	115,1	± 13,7
<b>Ekst</b>	11,3	± 7,4	19,4	± 8,3	30,8	± 10,9

**Tablo 8.** Kız Öğrencilerdeki Pelvik Tilt Hareketinin Değerleri (°)

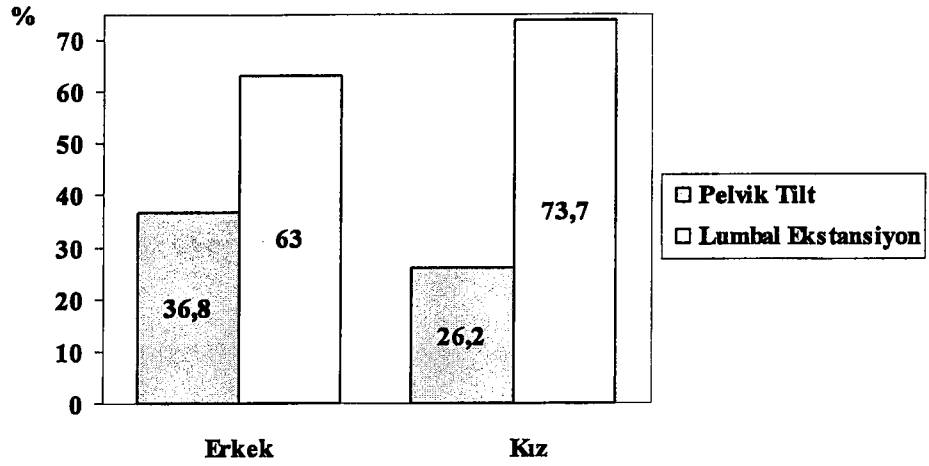
Kız	Pelvik Tilt	Sd	Lumbal	Sd	Total	Sd
<b>Fleks</b>	45,0	± 12,6	61,8	± 7,8	106,8	± 16,3
<b>Ekst</b>	6,5	± 4,2	18,4	± 6,2	24,9	± 7,5

Pelvik tilt'in total lumbosakral fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerine katkısı grafiksel olarak aşağıda gösterilmiştir (Grafik 9-10).

**Grafik 9.** Pelvik Tilt'in Lumbosakral Bölge Fleksiyon Hareketine Katkısı (%)



**Grafik 10.** Pelvik Tilt'in Lumbosakral Bölge Ekstansiyon Hareketine Katkısı (%)



## 4.2. Torakal Bölge Hareketlerinin Bulguları

### 4.2.1 Torakal Bölge Lateral Fleksiyon Hareketi Bulguları

Sağ tarafa total lateral fleksiyon hareketi erkeklerde ortalama  $27,9^{\circ} \pm 4,5$  olarak, kızlarda ise ortalama  $28,8^{\circ} \pm 7,0$  olarak bulundu.

Sol tarafa total lateral fleksiyon hareketi erkeklerde  $27,4^{\circ} \pm 5,7$  olarak, kızlarda ise ortalama  $29,5^{\circ} \pm 5,5$  olarak bulundu.

Her bir segmente ait ROM değerleri sonuçları aşağıdaki tablolarda verilmiştir (Tablo 9-10).

**Tablo 9.** Erkek Öğrencilerde Torakal Bölge Lateral Fleksiyon Hareketi ROM Değerleri

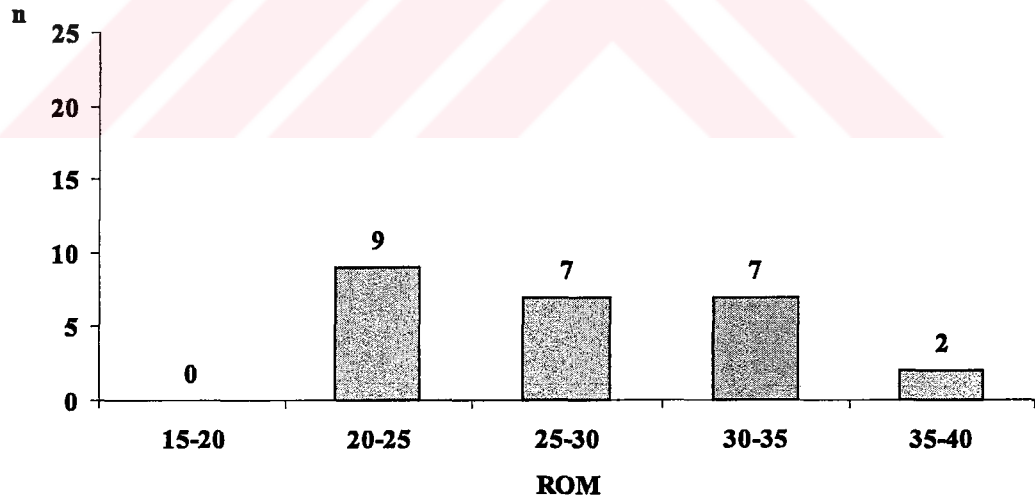
Erkek	Sağa Lf	Sd	Sola Lf	Sd	Total Lf	Sd
Th1-Th2	3,0	$\pm 2,2$	2,8	$\pm 2,0$	5,8	$\pm 3,6$
Th3-Th4	2,2	$\pm 1,3$	2,1	$\pm 2,1$	4,3	$\pm 3,2$
Th5-Th6	2,2	$\pm 1,2$	1,3	$\pm 1,5$	3,5	$\pm 1,7$
Th7-Th8	3,4	$\pm 2,7$	2,4	$\pm 2,4$	5,8	$\pm 4,0$
Th9-Th10	3,2	$\pm 3,2$	4,9	$\pm 2,9$	8,1	$\pm 4,9$
Th11-Th12	13,9	$\pm 4,0$	13,9	$\pm 4,9$	27,8	$\pm 7,7$
Total	27,9	$\pm 4,5$	27,4	$\pm 5,7$	55,4	$\pm 9,6$

**Tablo 10.** Kız Öğrencilerde Torakal Bölge Lateral Fleksiyon Hareketi ROM Değerleri

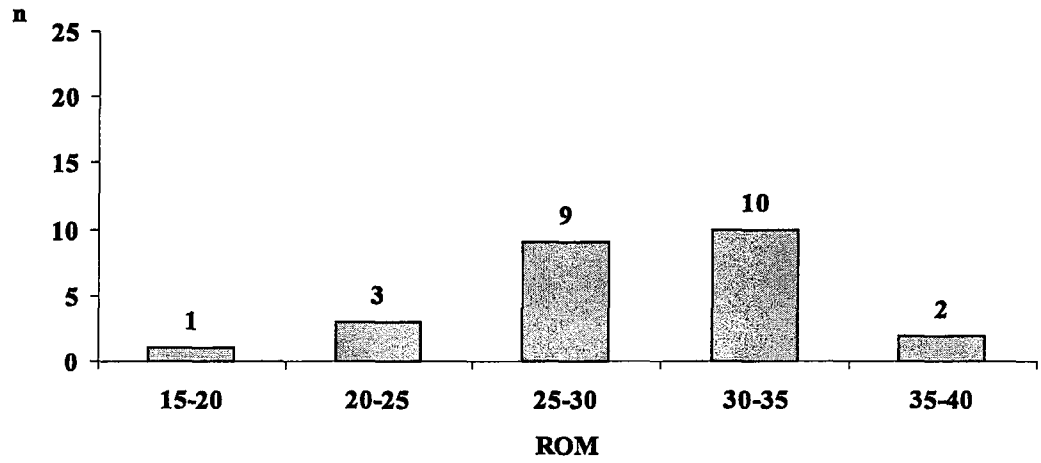
Kız	Sağa Lf	Sd	Sola Lf	Sd	Total Lf	Sd
Th1-Th2	1,8	± 2,1	2,6	± 2,4	4,4	± 3,5
Th3-Th4	1,7	± 1,7	1,5	± 1,8	3,2	± 2,7
Th5-Th6	2,0	± 2,7	1,7	± 1,6	3,6	± 3,1
Th7-Th8	2,4	± 2,0	2,6	± 2,4	5,1	± 3,3
Th9-Th10	4,0	± 3,5	4,5	± 3,1	8,5	± 5,1
Th11-Th12	17,0	± 4,6	16,6	± 4,2	33,7	± 6,9
<b>Total</b>	<b>28,8</b>	<b>± 7,0</b>	<b>29,5</b>	<b>± 5,5</b>	<b>58,3</b>	<b>± 12,0</b>

Torakal bölgedeki lateral fleksiyon hareketlerinde denek sayısı ile ROM değerleri arasında bir değerlendirme yapıldığında en yüksek dağılımın sağ taraf için erkeklerde ve kızlarda 25-35°, sol taraf için erkeklerde ve kızlarda 30-35° ve 20-25° arasında olduğu görüldü (Grafik 11-14).

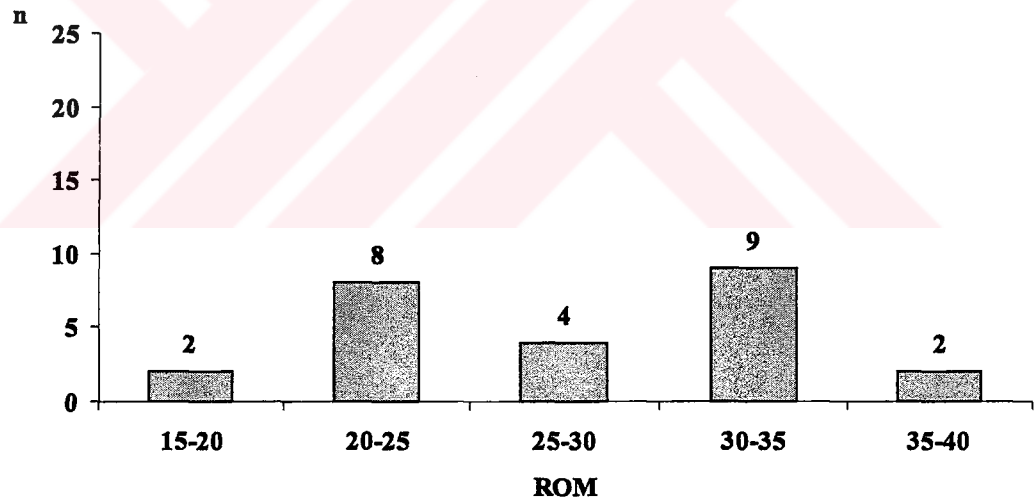
**Grafik 11.** Erkek Öğrencilerde Torakal Bölge Sağa Lateral Fleksiyon Hareketi ROM Değerlerinin Dağılımı



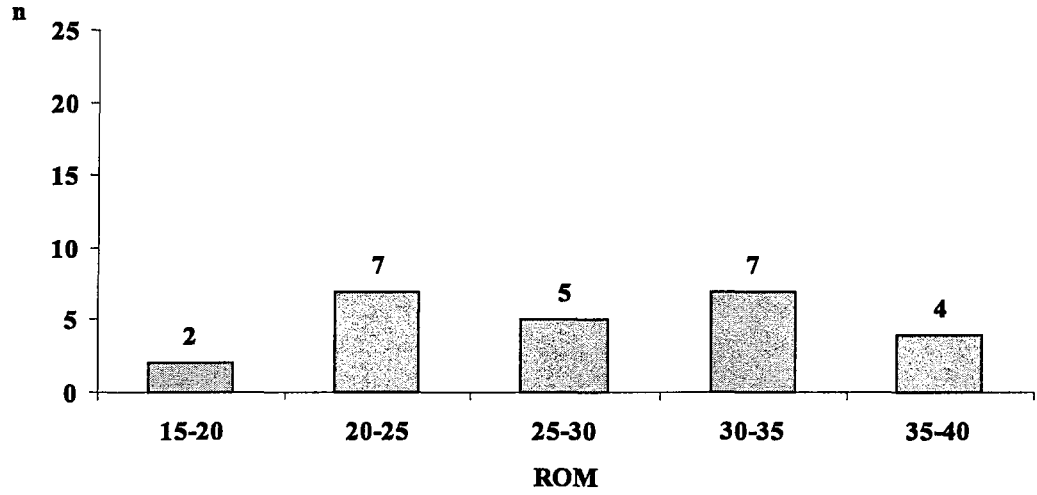
**Grafik 12.** Kız Öğrencilerde Torakal Bölge Sağa Lateral Fleksiyon Hareketi ROM Değerlerinin Dağılımı



**Grafik 13.** Erkek Öğrencilerde Torakal Bölge Sola Lateral Fleksiyon Hareketi ROM Değerlerinin Dağılımı



**Grafik 14.** Kız Öğrencilerde Torakal Bölge Sola Lateral Fleksiyon Hareketi ROM Değerlerinin Dağılımı



#### 4.2.2 Torakal Bölge Fleksiyon ve Ekstansiyon Hareketlerinin Bulguları

Total fleksiyon hareketi erkeklerde ortalama  $40,0^{\circ} \pm 8,9$  olarak, kızlarda ise ortalama  $45,9^{\circ} \pm 9,2$  olarak bulundu.

Total ekstansiyon hareketi erkeklerde ortalama  $13,0^{\circ} \pm 6,4$  olarak, kızlarda ise ortalama  $10,4^{\circ} \pm 4,4$  olarak bulundu.

Her bir segmente ait ROM değerleri sonuçları aşağıdaki tablolarda verilmiştir (Tablo 11-12).

**Tablo 11.** Erkek Öğrencilerde Torakal Bölge Fleksiyon ve Ekstansiyon Hareketi ROM Değerleri

Erkek	Fleks	Sd	Ekst	Sd	Total	Sd
Th1-Th2	2,7	5,6	1,4	1,7	4,1	6,2
Th3-Th4	1,2	3,4	1,0	2,1	2,2	3,5
Th5-Th6	1,2	2,8	1,2	2,2	2,5	3,8
Th7-Th8	2,1	2,1	1,2	3,4	3,3	4,4
Th9-Th10	4,3	2,5	1,5	3,2	5,8	4,4
Th11-Th12	28,4	6,8	6,7	5,4	35,3	9,1
<b>Total</b>	<b>40,0</b>	<b>8,9</b>	<b>13,0</b>	<b>6,4</b>	<b>53,0</b>	<b>11,0</b>

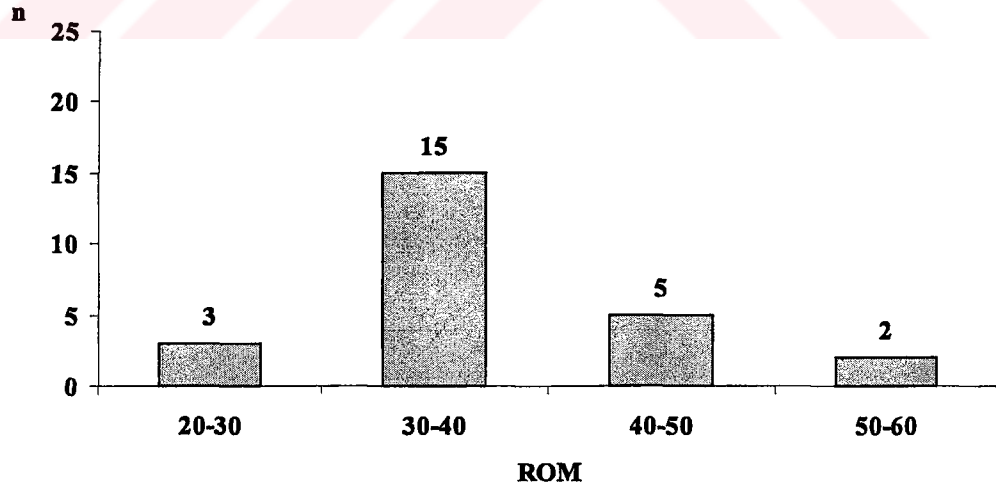
**Tablo 12.** Kız Öğrencilerde Torakal Bölge Fleksiyon ve Ekstansiyon Hareketi ROM Değerleri

Kız	Fleks	Sd	Ekst	Sd	Total	Sd
Th1-Th2	1,6	4,2	1,2	2,0	2,8	4,6
Th3-Th4	1,9	2,6	1,9	1,9	3,8	3,7
Th5-Th6	2,4	2,1	1,3	1,8	3,7	2,8
Th7-Th8	3,5	2,6	0,6	3,3	4,0	4,3
Th9-Th10	4,9	4,0	1,0	2,2	5,8	4,6
Th11-Th12	31,8	7,9	4,4	3,2	36,2	8,0
<b>Total</b>	<b>45,9</b>	<b>9,2</b>	<b>10,4</b>	<b>4,4</b>	<b>56,3</b>	<b>7,8</b>

Torakal bölgedeki fleksiyon hareketlerinde denek sayısı ile ROM değerleri arasında bir değerlendirme yapıldığında en yüksek dağılımın erkeklerde 30-40°, kızlarda 40-50° arasında olduğu görüldü (Grafik 15-16).

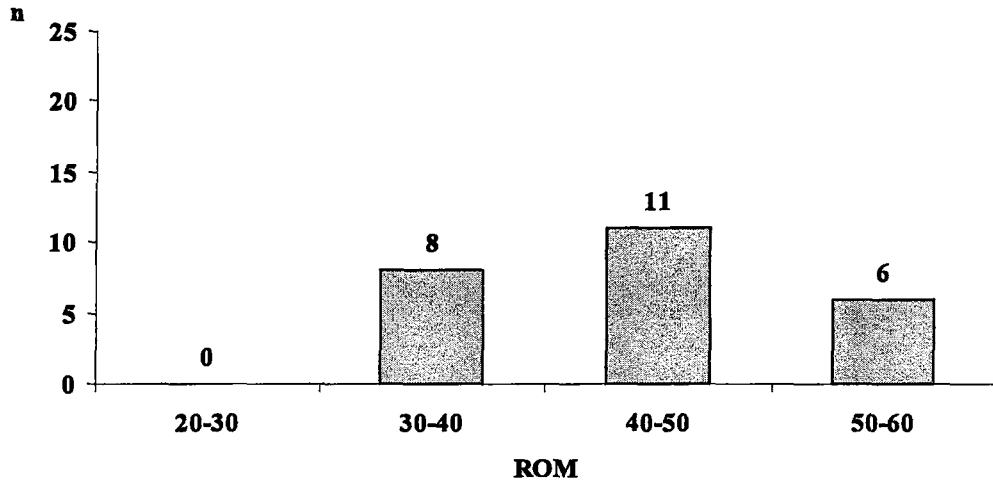
Torakal bölgedeki ekstansiyon hareketlerinde ise en yüksek dağılımın erkeklerde 10-20°, kızlarda 4-10° arasında olduğu görüldü (Grafik 17-18).

**Grafik 15.** Erkek öğrencilerde Torakal Bölge Fleksiyon Hareketi ROM Değerlerinin Dağılımı

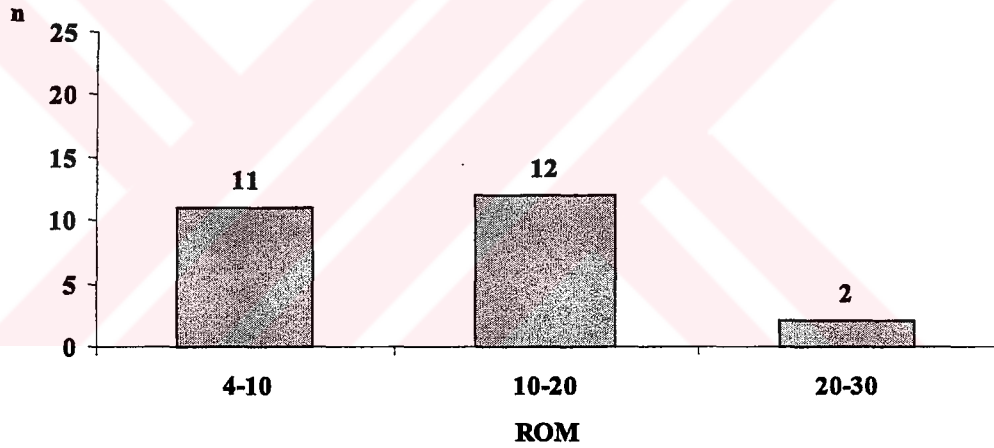




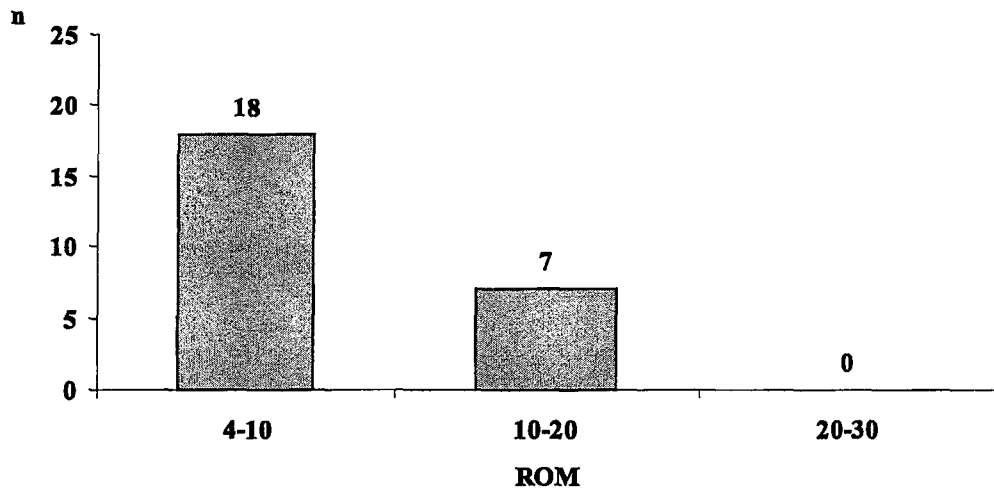
**Grafik 16.** Kız Öğrencilerde Torakal Bölge Fleksiyon Hareketi ROM Değerlerinin Dağılımı



**Grafik 17.** Erkek Öğrencilerde Torakal Bölge. Ekstansiyon Hareketi ROM Değerlerinin Dağılımı

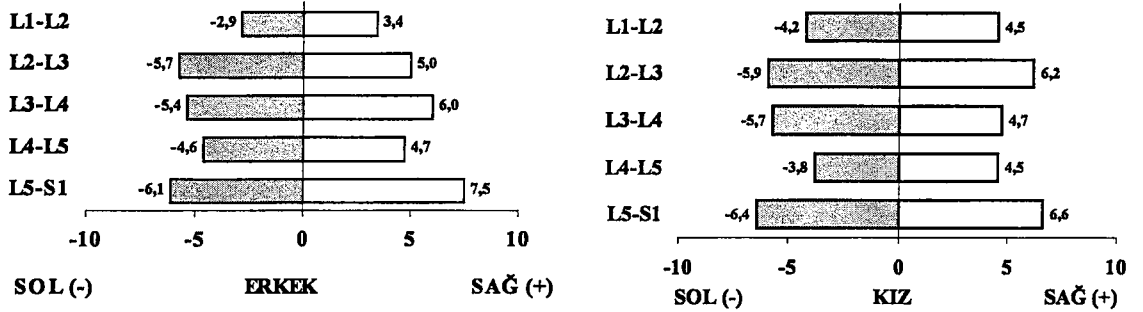


**Grafik 18.** Kız Öğrencilerde Torakal Bölge Ekstansiyon Hareketi ROM Değerlerinin Dağılımı

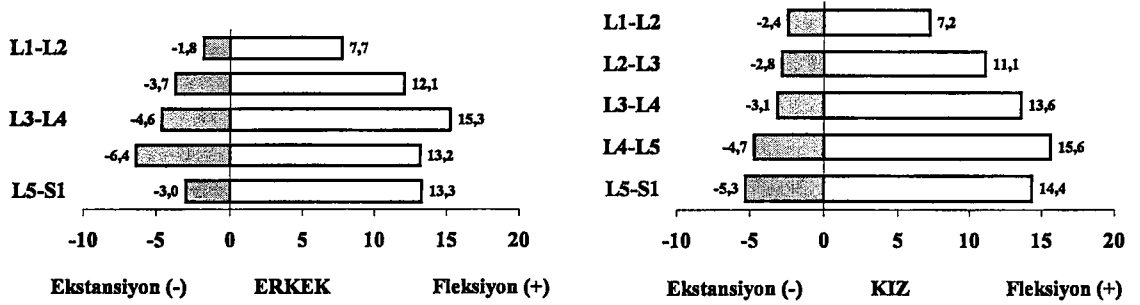


Lumbal ve torakal bölge omur hareketlerinin ROM değerlerinin erkek ve kız deneklerdeki dağılımının grafikleri yapıldı ( Grafik 19-22).

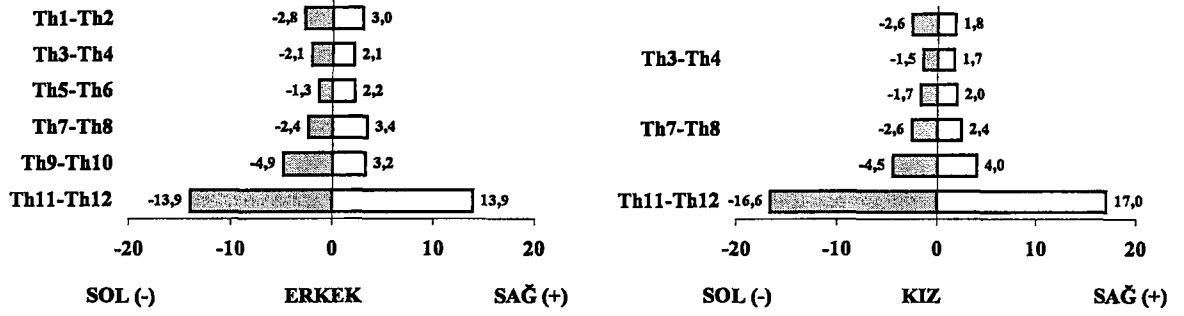
**Grafik 19.** Erkek ve Kız Öğrencilerin Lumbal Bölge Segmental Lateral Fleksiyon Ölçüm Değerleri (°)



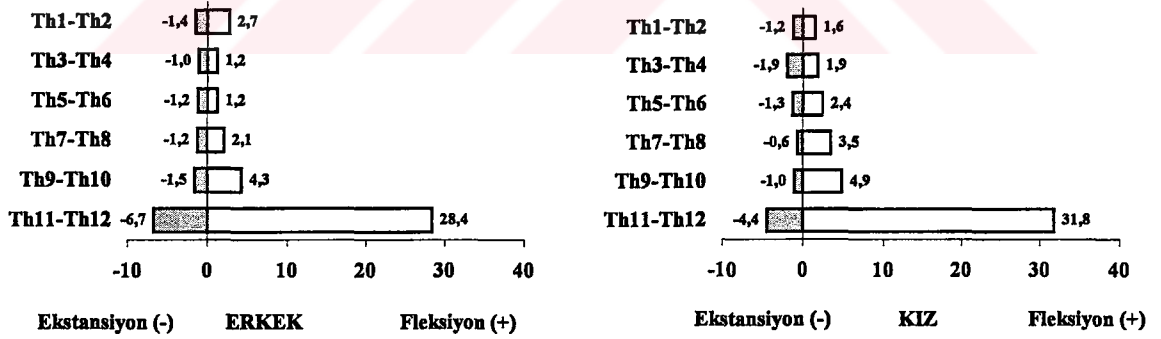
**Grafik 20.** Erkek ve Kız Öğrencilerin Lumbal Bölge Segmental Fleksiyon-Ekstansiyon Ölçüm Değerleri (°)



**Grafik 21.** Erkek ve Kız Öğrencilerin Torakal Bölge Segmental Lateral Fleksiyon Ölçüm Değerleri (°)



**Grafik 22.** Erkek ve Kız Öğrencilerin Torakal Bölge Segmental Fleksiyon-Ekstansiyon Ölçüm Değerleri (°)



## 5. TARTIŞMA

Çalışmamız sonucunda elde ettiğimiz verileri, konu ile ilgili yapılmış olan literatürdeki araştırmaların verileri ile karşılaştırdık. Yaptığımız incelemelerde, omurga üzerine yapılan araştırmaların daha çok klinik yaklaşımlar açısından incelendiği ve bunların da çoğunun omurganın hareket kısıtlılıklarının değerlendirilmesinden çok stabilizasyon kusurları üzerinde yoğunlaşmış çalışmalar olduğunu belirledik. Bu araştırmalarında omurga bölümlerinden daha hareketli olan servikal ve lumbal bölgeler üzerinde yoğunlaştığı, hareket kapasitesi bu iki bölgeden az olan ve patolojileri de az gözleendiği torakal bölge için daha az oranda gerçekleştirildiğini gördük.

Lumbal bölge lateral fleksiyon hareketi üzerinde segmental ölçüm sonucu bulduğumuz ROM değerleri ve literatürdeki veriler tablo 13'te gösterilmiştir.

**Tablo 13.** Lumbal Bölge Lateral Fleksiyon Hareketi Segmental ROM Değerleri Verilerinin Karşılaştırılması (°).

	White ve Panjabi	Buyruk (2-13) (35-49) (total)		Pearcy n: 11 yaş:29,5 (total) (İng)	Pearcy n: 10 yaş: ? (total) (İng)	Milles n: 49 yaş: ? (total)	Dvorak n: 41 yaş:36 (total)	Yamamoto n: 10 yaş: ? (tekyön)	Bulgularımız n: 50 yaş:19,5 kız	Bulgularımız n: 50 yaş:19,2 erkek
L1-L2	3-8	12	5	11	10	10,6	10,4 ± 2,7	4,9	8,7 ± 3,9	6,3 ± 2,4
L2-L3	3-9	12	8	11	11	11	12,4 ± 3,4	7	12,1 ± 4,4	10,7 ± 3,0
L3-L4	5-10	16	8	10	10	8	12,4 ± 4,3	5,7	10,5 ± 4,9	11,4 ± 4,6
L4-L5	5-7	15	8	5	6	2,8	9,5 ± 4,9	5,7	8,4 ± 3,4	9,3 ± 3,3
L5-S1	2-3	7	2	2	3	1,8	5,1 ± ?	5,5	13 ± 6,3	13,6 ± 3,4
Toplam	18-37	62	31	39	40	34,2	39,8	28,8	52,7 ± 9,9	51,3 ± 7,5

Lumbal bölge lateral fleksiyon hareketi üzerinde segmental ölçüm değerlerimizin klasik kaynaklardan White ve Panjabi'nin<sup>1</sup> verileri ile uyumlu olduğu görülmektedir. Sadece L5-S1 segment bulgularımız arasında fark bulunmaktadır. White ve Panjabi bu sonuçları bizim metodumuzdan farklı olarak radyografi tekniğini kullanarak elde etmişlerdir. Ayrıca deneklerin yaş grubu ve sayısı belli değildir. Buyruk'un verileri de farklı gözükmektedir. Bu makale bir araştırma makalesi değildir. Buyruk kendi yapmış olduğu verileri değil, klasik

kaynaklardaki değerleri vermiştir. Burada yaş grupları arasındaki farklı değerleri göstererek yaşla birlikte hareket kapasitelerinin azaldığını vurgulamak istemiştir. Ama bizim yaş grubumuz ile ilgili herhangi bir veri yoktur.

Segmental lm yapılan araştırmalardan, Pearcy ve ark.<sup>43</sup>, Pearcy ve Tibrewal<sup>44</sup> ile Milles ve Sullivan'ın<sup>45</sup> yaptığı çalışmalar sonucu elde ettikleri veriler ile bizim bulgularımız arasında st lumbal segment hareket kapasiteleri arasında uyumluluk gözlenirken, L4-L5 ve L5-S1 segmentleri arasında farklılık görülmektedir. Bunun metodolojik yöntem ve yaş grupları arasındaki farktan kaynaklandığını dşnmekteyiz. Yapılan çalışmalarda yaş artıkça hareket kapasiterinde azalma olduğu belirtilmiştir. Tüm bu çalışmalarda radyografi tekniği kullanılmıştır. Bunların yanısıra bizim L5-S1 segmentinin hareket ölümü esnasındaki standart sapması yüksekti. Dvorak ve ark.'nın<sup>46</sup> yapmış oldukları ve yine radyolojik tekniğin kullanıldığı çalışmada L5-S1 segmenti arasında fark gözlenirken diğer segmentlerin değerleri ile uyumlu olduğu görülmektedir. Çalışmada segmentlerin minimum ve maximum değerleri ile sd değerleri verilmekte, sadece L5-S1 segmenti için bu değerler belirtilmemektedir. Bu çalışmada da yaş grubu bizim gruplarımızdan büyüktür. Yamamoto ve Panjabi'nin<sup>46</sup> araştırmasındaki bulgular, lateral fleksiyonun tek yöndeki sonuçlarıdır. Burada toplamda bizim tek yöndeki değerlerimizden yaklaşık 2° daha yüksek gzlmektedir.

Lumbal bölge segmental lateral fleksiyon hareketleri ölümlerinde radyografi tekniklerinin ağırlık kazandığı görülmektedir. Bu tekniğin güvenilirliği yüksektir. Ancak uygulama zorluğu ve maliyetindeki yüksek değerler neticesinde daha çok hastalar üzerinde çalışmayı mümkün kılmaktadır. Röntgen ışınlarının zararlı etkisi göz önüne alındığında hareketlerin yeterince tekrarlanması denekler açısından sakıncalı olmaktadır. Bu nedenle çekilen grafiden sadece birkez ölüm yapma imkanı doğmaktadır. Grafi ekimlerinin kalitesinde inceleme üzerinde etkili olmaktadır. İyi çekilmemiş grafideki ölümün alım yeri hatalı olabilmektedir. Bu da özellikle lumbal bölgede alt segmentler üzerinde olumsuz etkiler doğurduğu çalışmalarda belirtilmektedir.<sup>5,47,49,50</sup> Bizim kullandığımız yöntem ve cihaz sayesinde hareketler devamlı bir şekilde yapılabilmekte ve denek için birden fazla ölüm deneğe zarar vermeden alınabilmektedir. Bizim metodumuzda pelvis serbest kalmakta ve özellikle L4-S1 segment hareketi sırasında pelvisin salınımının katkısıda olmaktadır. Cihazımız pelvisin bu özelliğini lateral fleksiyon hareketi için ayırt edememektedir. Radyolojik tetkiklerde ise pelvisin bu etkisi elimine edilmektedir. Bu bizim değerlerimizin yüksek olmasını açıklayıcı bir etken olmaktadır.

Lateral fleksiyon hareketlerinin total olarak ölçümleri de yapılmıştır. Bu konudaki çalışmaların verilerini tablo 14'te gösterilmiştir.

**Tablo 14.** Lumbal Bölge Lateral Fleksiyon Hareketi Total ROM Değerleri Verilerinin Karşılaştırılması (°).

	<b>Fitzgerald</b> n: 172 yaş: 20-82 (ABD)	<b>Dillard</b> n: 20 yaş: 20-40 (ABD)	<b>Joseph</b> n: 35 yaş:29,9 (Avustralya)	<b>Mellin</b> n:27 yaş:30,6 (Fin)	<b>Chang</b> n: 18 yaş: ? (Taiwan)
<b>Sağa LF</b>	37,6 ± 5,8	39 ± 7	31± 6	25,8 ± 9,0	20 ± 5
<b>Sola LF</b>	38,7 ± 5,7	38 ± 7	30 ± 6	27,5 ± 8,6	19 ± 5
<b>Toplam LF</b>	76,3	77	61	53,3	39
	<b>Petersen</b> n: 13 yaş: 29,7 (ABD)	<b>Coates</b> n: 18 yaş:24,6 (Ing)	<b>Robinson</b> n: 42 yaş: 38,5 (ABD)	<b>Bulgularımız</b> n: 50 yaş:19,5 kız	<b>Bulgularımız</b> n: 50 yaş:19,2 erkek
<b>Sağa LF</b>	43,3 ± 6,3	29	14,5 ± 5,4	26,6 ± 5,5	26,6 ± 4,9
<b>Sola LF</b>	43,7 ± 7,4	30	14,3 ± 6,5	26 ± 5,4	24,7 ± 3,4
<b>Toplam LF</b>	87	59	28,8	52,7 ± 9,9	51,3 ± 7,5

Bu çalışmalarda kullanılan metodlar ve yaş grupları farklılık göstermektedir. Goniometrik ölçüm yöntemini kullanarak gerçekleştirilen çalışmalarda, lumbal bölgenin total lateral fleksiyon ROM değerlerini verilmektedir. Bunlardan, Fitzgerald ve ark.<sup>47</sup> total lateral fleksiyonu 76,3° olarak bulmuşlardır. Dillard ve ark.<sup>48</sup> ise 77° ±13 olarak tespit etmişlerdir. Bu değerler bizim bulgularımızdan yüksektir. Fitzgerald ve ark.'ı bu değeri C7 ile pelvis arası yani torakal ve lumbal bölgenin ölçümü sonucu bulmuştur. Bizim sonuçlarımızda ise torakal bölge ölçüme katılmamaktadır. Fitzgerald ve ark. bu çalışmasında yaş grupları arasındaki farkı tespit ederek ve yaş arttıkça ROM değerlerinde azalma olduğunu belirtmiştir. Dillard ve ark. aletin probunu Th12-L1 arasına yerleştirmiştir.

İnclinometre kullanarak yapılan çalışmalardan Joseph ve ark.<sup>49</sup> total lateral fleksiyon ROM değerini 61±11°, Mellin ve ark.<sup>50</sup> da 53,3° olarak vermişlerdir. Joseph ve ark.'ın değerleri bizim değerlerimizden 10° yüksektir. Metodolojik farkın yanısıra inclinometrenin yerleştirilme yeri de farklıdır. Çalışmada alet T12-L1 spinöz çıkıntıları arasına konulmuştur. Böylece bir segment fazla ölçüm yapılmıştır. Mellin ve ark.'nın sonuçları ise bizim bulgularımızla uyumluluk göstermektedir.

Metodolojik olarak üç boyutlu hareket analiz tekniklerini kullanan çalışmalarda mevcuttur. Chang ve ark.<sup>51,52</sup> "elektromagnetic tracking device" isimli aleti kullanarak

yaptıkları çalışmada total lateral fleksiyon ROM değerini 39° olarak tespit etmişlerdir. Bizim değerlerimiz her iki grupta da yüksek gözükmektedir. Chang ve ark çalışmalarında aletin lumbal bölgeyi ölçen iki marker'ını Th12 ile L5 omurlarının spinöz çıkıntıları üzerine yerleştirmiş ve arada kalan bölgenin hareketini kaydetmiştir. Biz farklı olarak marker'larımızı spinöz çıkıntıların arasına yerleştirdik ve omurlar arası değerleri aldık. Burada ölçüm tekniği yanında, çalışmada kullanılan deneklerin Taiwan popülasyonundan olduğu göz önüne alınırsa, ırk özelliklerinin de değerlerin farklı çıkmasında rolü olabileceği düşünülmelidir.

Robinson ve ark.<sup>53</sup> video motion analysis yöntemini kullanarak lumbal bölge hareketleri ROM değerlerini ve aletin güvenilirlik derecesini bulmaya çalışmışlardır. Bu çalışmada lateral fleksiyon hareketini lumbal bölge için 28,8° olarak bulmuşlardır. Bu değer bizim değerlerimizden oldukça düşüktür. Çalışmada kullanılan denekler sağlıklı bireyler olmayıp, 6 aydan fazla bel ağrısı çeken kişilerdir. Ayrıca yaş grubu ile bizim deneklerimizin yaş grubu arasında yaklaşık 20 yıl gibi bir yaş farkı vardır.

Çalışmamızda kullanılan cihazdan farklı bir cihaz olan OSI CA 6000 spine motion analyzer'ı kullanan Petersen ve ark.<sup>54</sup> ile Coates ve ark.<sup>55</sup> sırası ile total lateral fleksiyon ROM değerlerini 87° ve 59° olarak bulmuşlardır. Bu değerler bizim bulgularımızdan yüksek gözükmektedir. Üç boyutlu olarak ölçüm yapan bu cihaz, biri sırta takılan diğeri de kalça üzerine yerleştirilen iki koşum elemanından oluşan marker'lar ve bir bilgisayar sisteminden oluşmaktadır. Böylece torakolumbal birleşke ile sacrum arasında kalan kısmın hareketleri ölçülebilmektedir. Ancak verdiği değerleri lumbal bölge olarak belirtse de Petersen ve ark. Th7-S2 arasında kalan bölgeyi ölçmüştür. Bu yüzden değerleri bizim değerlerimizden yüksek gözükmektedir. Coates ve ark. ise Th12-S2 arasını değerlendirmiş ve sonuçlarını vermiştir. Bu da bizim ölçüm düzeylerimizden bir farklıdır. Gerek ölçüm cihazı ve tekniği, gerekse marker yerleşimindeki segmental değişiklikler değerler arasındaki farkları açıklayıcı nitelikte gözükmektedir.

Lumbal bölge fleksiyon-ekstansiyon hareketlerinin değerlendirmesinde önce segmental ölçümleri ele aldık. Bu konudaki veriler tablo 15'te verilmiştir.

**Tablo 15.** Lumbal Bölge Fleksiyon-Ekstansiyon Hareketlerinin Segmental ROM Değerleri Verilerinin Karşılaştırılması (°).

	White ve Panjabi	Buyruk (total) (2-13) (35-49)		Pearcy n: 11 yaş:29,5 (İng)	Putto n: 20 yaş: 46,5 (Fin)	Hayes n: 59 yaş: 19-59 (ABD)
L1-L2	9-16		6	13		7 (1-14)
L2-L3	11-18	10	8	14	11,7	9 (2-16)
L3-L4	12-18	13	9	13	12,6	10 (2-18)
L4-L5	14-21	17	12	15	12,3	13 (2-20)
L5-S1	18-22	24	8	14	8,9	14 (2-27)
Toplam	64-95	64	43	68	45,5	53
	Dvorak n: 41 yaş:36	Yamamoto n: 10 yaş: ?		Scheiber n: 16 yaş: 40,3 (Alman)	Bulgularımız n: 50 yaş :19,5 kız	Bulgularımız n: 50 yaş:19,2 erkek
L1-L2	11,9 ± 2,2	10,1			9,7 ± 4	9,6 ± 2,7
L2-L3	14,5 ± 2,3	10,8		16,5	13,9 ± 4,8	15,7 ± 5,5
L3-L4	15,3 ± 2,0	11,2		11,5	16,7 ± 6,2	19,9 ± 6,9
L4-L5	18,2 ± 3	14,5		10,5	20,2 ± 6,1	19,5 ± 7,4
L5-S1	17± 4,33	17,8		10,4	19,7 ± 8,2	16,3± 7,7
Toplam	76,9	64,4		41,8	80,2± 10,2	81,0 ± 11,1

Bulgularımızın White ve Panjabi'nin<sup>1</sup> verdikleri sınırlar içinde kaldığı görülmektedir. Buyruk'un verileri genç grupta alt segmentlerde uyum gözükürken, yaş grubu büyük olan deneklerinkinden yüksektir. Daha önce de değindiğimiz gibi Buyruk bizim yaş gruplarımız için herhangi bir veri vermemektedir. Burada ROM değerleri arasındaki fark ancak yaş grupları arasındaki farka bağlanabilmektedir.

Percy ve ark.<sup>43</sup>, Putto ve Tallroth<sup>56</sup>, Hayes ve ark.<sup>57</sup> ile Dvorak ve ark.'nın<sup>46</sup> yaptıkları çalışmaları incelediğimizde, ilk iki çalışmanın verileri ile verilerimiz arasında L1-L2 segmenti hariç diğer segmentlerde değerlerimizin yüksek olduğu görülmektedir. Uyguladıkları metodoloji ve yaş grubu bizim uyguladığımız metodoloji ve yaş grubumuzdan farklıdır. Yaş grupları her iki çalışmada da bizden yüksektir. Ayrıca Putto ve Tallroth'un çalışmalarında kullandıkları deneklerin kronik bel ağrılı ve dejeneratif omurga rahatsızlığı olan hastalar olması da verilerimiz arasındaki farkı açıklar niteliktedir. Hayes ve ark. ile Dvorak ve ark.'da aynı metodu kullanarak, sağlıklı deneklerde elde ettikleri veriler sonuçlarımızla uyum göstermektedir.

Literatür araştırması sırasında, çalışmamızda kullandığımız "Zebris 3D motion analysis system" cihazı kullanılarak yapılan bir çalışmaya da rastladık. Schreiber ve ark.'larının<sup>2</sup> yapmış olduğu bu çalışmadaki amaç, kronik bel ağrısı ile ROM değerleri arasındaki ilişkiyi belirlemek ve kronik bel ağrısının segmental hareketleri üzerine etkisini



araştırmaktır. Çalışmaya katılanların 16'sı son iki yıl içinde bel ağrısı şikayeti olmayan, 36'sı ise 3 aydan daha fazla bel ağrısı şikayeti olan erkek deneklerdir. Ancak deneklerin ölçüm esnasında şiddetli ağrısı olmamasına dikkat edilmiştir. Deneklerden karşılaştırma yaptığımız sağlıklı grubun yaş ortalaması  $40,3 \pm 7,8$  dir. Burada 8'li marker kullanılmıştır. Çalışma sonucu elde edilen veriler, çalışmamızda bulduğumuz verilerden düşüktür. Yaş grubunun yüksek olması değerlerin farklı çıkmasında rolü olabilecek bir unsurdur.

Total Fleksiyon-ekstansiyon Hareketi ROM bulguları üzerine yapılmış çalışmalarını karşılaştırmak için bulduğumuz literatür kaynaklarının sonuçları tablo 16'da verilmiştir.

**Tablo 16.** Lumbal Bölge Fleksiyon-Ekstansiyon Hareketi Total ROM Değerleri Verilerinin Karşılaştırılması (°).

	Dillard n: 20 yaş: 20-40 (ABD)	Alaranta n: 119 yaş: 35-54 (Fin)	Joseph n: 35 yaş: 29,9 (Avustralya)	Ensink n: 29 yaş: 18-60 (Almanya)	Lee n: 20 yaş: 20 (Hong Kong)	Russel n: 20 Yaş: 26,8 (Avustralya)	
						kız	erkek
Fleks	63 ± 11	46	52 ± 9	42,2 ± 10,3	58	63 ± 11	75 ± 10
Ekst	28 ± 7	17	19 ± 9	12,1 ± 6,6	17	28 ± 7	25 ± 8
Toplam FE	91 ± 14	63	71 ± 12	54,3 ± 13	75	91	100
						Bulgularımız	
	Coates n: 18 yaş: 24,6 (Ing)	Petersen n: 13 yaş: 29,7 (ABD)	Chang n: 18 yaş: ? (Taiwan)	Fatallah n: 25 yaş: 21 (ABD)	Nitschke n: 34 yaş: 47,7 (Avustralya)	n: 50 yaş: 19,5 kız	n: 50 Yaş: 19,2 erkek
Fleks	73	73,4	51		67,9	61,8 ± 7,8	61,6 ± 8,1
Ekst	20	36,7	25		19,9	18,4 ± 6,2	19,4 ± 8,3
Toplam FE	93	110,1	76	86	87,8	80,2 ± 10,2	81,0 ± 11,1

Görüldüğü gibi lumbal bölge fleksiyon-ekstansiyon hareketleri ROM değerleri üzerine pek çok araştırmacı farklı yöntemler kullanarak araştırmalar yapmıştır. Dillard ve ark.<sup>48</sup> gerçekleştirdikleri çalışmada fleksiyon-ekstansiyon ROM değerini  $91^{\circ} \pm 14$  olarak bulmuşlardır. Fleksiyon değerleri arasında uyum gözlenirken, ekstansiyon değerleri arasında bizim değerlerimiz yaklaşık  $9^{\circ}$  düşüktür. Goniometrik yöntem kullanılan bu araştırmada daha öncede belirttiğimiz gibi Th12-S2 arası bölgenin ölçümü yapılmıştır. Bizim seviyemizden bir farklıdır. Yaş grubumuzda daha gençtir.

Alaranta ve ark.<sup>58</sup> yaptıkları araştırmada ise fleksiyon-ekstansiyon değerini  $63^{\circ}$  olarak tespit etmişlerdir. Joseph ve ark.<sup>49</sup> ile Ensink ve ark.'nın<sup>29</sup> yaptıkları çalışmalarda total fleksiyon-ekstansiyon ROM değerleri sırasıyla,  $71^{\circ}$  ve  $54,3^{\circ}$  olarak tespit edilmiştir. Her üç

araştırmanın ortak özelliği, inklinometrik yöntemi kullanmış olmalarıdır. Buldukları değerler bizim değerlerimizden düşüktür. Farklı olarak Ensink ve ark.'nın çalışmaya aldığı grup bel ağrısı şikayeti olan hastalardır. Yine üç çalışmada da yaş grupları bizden yüksektir. Coates ve ark.<sup>55</sup> ile Petersen ve ark.<sup>54</sup> lumbal bölge fleksiyon-ekstansiyon ROM değerlerini sırası ile 93° ve 110° olarak bulmuşlardır. Bu değerler bizim değerlerimizden yüksektir. Lateral fleksiyon hareketinde bahsetmiş olduğumuz gibi, ikisinin kullandığı seviyeler farklıdır. Bir başka 3 boyutlu hareket analiz yöntemi için geliştirilmiş 3SPACE Isotrak cihazını kullanan Russel ve ark.<sup>59</sup> lumbal bölge fleksiyon-ekstansiyon ROM değerini kızlarda 91°, erkeklerde 100° olarak tespit etmişlerdir. Bu değerler de bizim bulduğumuz değerlerden yüksektir. Başka bir çalışmada 3SPACE Fastrak cihazını kullanan Lee ve ark.<sup>60</sup> lumbal bölge fleksiyon-ekstansiyon değerini 75° olarak göstermişlerdir. Bu değer bizim değerlerimizle uyumludur. Her iki çalışmada da L1-S1 arası seviye ölçülmüştür. Chang ve ark.<sup>45,46</sup> fleksiyon-ekstansiyon ROM değerini 76° olarak tespit etmişlerdir. Bu değer bizim bulgularımıza yakın olduğu görülmektedir. Fatallah ve ark.<sup>30</sup> LMM (Lumbar Motion Monitor) olarak adlandırılan cihazı kullanarak, lumbal omurganın günün belli saat dilimlerindeki hareketini ölçmüş ve fark olup olmadığına bakmıştır. Burada bizim ölçtüğümüz zamandaki (10<sup>00</sup>-12<sup>00</sup>) değeri 86° olarak bulmuştur. Nitschke ve ark.<sup>61</sup> iki farklı goniometrik yöntem arasındaki ölçüm güvenilirliğini tespit etmek için yaptıkları çalışmada, lumbal bölge fleksiyon ROM değeri 67,9° ve ekstansiyon ROM değerini 19,9 olarak bulmuşlardır.

Burada görüldüyorki, aynı yöntemlerin kullanılmasına rağmen farklı sonuçların alınması, farklı cihazların kullanılmasına rağmen benzer değerlerin bulunması, yöntem ve yaş grupları farkının yanısıra değişik coğrafik koşulların, antropolojik özelliklerin ve günün zaman dilimleri ile günlük aktivite farklarının ROM değerleri üzerinde etkili olabileceğini düşündürmektedir.

Konu ile indirek olarak ilgili literatür kaynaklardan lumbal bölge üzerinde yapılan çalışmalar içinde, Steffen ve ark.<sup>62</sup> yaş ortalaması 31,6 olan 18 sağlıklı denekte sadece L3-L4 segmentinin hareketini değerlendirmişler, fleksiyon-ekstansiyon değerini 16,9° ve tek tarafa lateral fleksiyon derecesini 6,3° olarak bulmuşlardır. Dvorak ve ark.<sup>63</sup> başka bir çalışmada değişik patolojik sorunları olan gruplarda yaptıkları ölçümler sonucu lumbal bölge hareketlerinde, sağlıklı bireylere göre azaldığını göstermişlerdir. Tuong ve ark.<sup>64</sup> bel korsesi kullanmanın lumbal bölge hareketleri üzerindeki etkisini araştırmışlar ve üst segmentlerde hareketin azaldığı, alt segmentlerde ise azalmadığını tespit etmişlerdir. Powers ve ark.<sup>65</sup>

lumbal bölge üzerine uygulanan gücün harekete etkisini araştırmıştır. Güç uygulanan seviye ve üstünde kalan omurların ekstansiyonunda artma, altında kalan omurlarda fleksiyonda artma tespit edilmiş ve lumbal lordozun azaldığı gösterilmiştir.

Torakal bölge sonuçlarımızın segmental ölçüm verileri karşılaştırmasını White ve Panjabi'nin<sup>1</sup> verileri ile yaptık ( Tablo 17).

**Tablo 17.** Torakal Bölge Segmental ROM Değerleri Verilerinin Karşılaştırması (°).

	White ve Panjabi		Bulgularımız n: 50 yaş :19,5 kız		Bulgularımız n: 50 yaş:19,2 erkek	
	Lateral Fleksiyon	Fleksiyon Ekstansiyon	Lateral Fleksiyon	Fleksiyon Ekstansiyon	Lateral Fleksiyon	Fleksiyon Ekstansiyon
Th1-Th2	10-12	6-10	4,4 ± 3,5	2,8 ± 4,6	5,8 ± 3,6	4,1 ± 6,2
Th3-Th4	8-13	4-10	3,2 ± 2,7	3,8 ± 3,7	4,3 ± 3,2	2,2 ± 3,5
Th5-Th6	11-12	5-12	3,6 ± 3,1	3,7 ± 2,8	3,5 ± 1,7	2,5 ± 3,8
Th7-Th8	7-15	6-16	5,1 ± 3,3	4,0 ± 4,3	5,8 ± 4,0	3,3 ± 4,4
Th9-Th10	7-17	7-22	8,5 ± 5,1	5,8 ± 4,6	8,1 ± 4,9	5,8 ± 4,4
Th11-Th12	9-23	12-40	33,1 ± 6,9	36,2 ± 8,0	27,1 ± 7,1	35,3 ± 9,1
<b>Toplam</b>	<b>52-92</b>	<b>40-110</b>	<b>58,3 ± 12,0</b>	<b>56,3 ± 7,8</b>	<b>55,4 ± 9,6</b>	<b>53 ± 11,0</b>

Torakal bölge lateral fleksiyon hareketi segmental ROM değerlerimiz, White ve Panjabi'nin<sup>1</sup> verilerinden Th1-Th8 segmentlerinde düşük, Th9-Th10 segmentlerinde uyumlu ve son iki segmentin ölçümünü gösteren Th11-Th12 segmentlerinde ise yüksek bulunmuştur. Fleksiyon-ekstansiyon hareketi ROM değerleri Th1-Th11 arasındaki segmentlerde düşük, Th11-Th12 segmentlerinde ise White ve Panjabi'nin değerleri ile uyumludur. Yapmış olduğumuz ölçümler esnasında standart sapmanın yüksek olduğu tespit edildi. Ölçüm yöntemimizde anlattığımız gibi torakal bölge hareketleri esnasında deneklerden baş ve boyun bölgelerini dik tutmaları ve oynatmamaları istendi. Böylece hareket esnasında servikal bölgenin hareketinin ölçüme katılmaması amaçlandı. Bu nedenle servikal bölgenin özellikle üst torakal bölge hareketleri üzerine olan etkisi ortadan kaldırıldığı için hareketlerin ROM değerleri düşük olmaktadır. Torakal bölge son iki segment haricinde kaburgalarla beraber göğüs kafesini oluşturmaktadır. Son iki segment ise 11 ve 12. kaburgalarla eklem yapıyor olmasına karşılık göğüs kafesi ile irtibatta değildir. Dolayısı ile kaburgalar hareketleri kısıtlayacak kadar etkili değildir. Buna ilaveten torakolumbal birleşkede lumbal bölgenin hareketlere etkisi ile Th11-Th12 segmentlerinin hareket kapasitesi diğer segmentlerden fazladır. Segmentler arasındaki farklı değerlere rağmen total hareket kapasitelerine

baktığımızda, torakal bölge için total ROM değerlerimiz, White ve Panjabi'nin torakal bölge için verdiği total ROM değerleri sınırları içinde kalmaktadır.

**Tablo 18.** Torakal Bölge Hareketlerinin Total ROM Verilerinin Karşılaştırılması (°).

	White ve Panjabi	Kapandji	Robinson n: 42 yaş: 38,5 (ABD)	Chang n: 18 yaş: ? (Taiwan)	Mellin n:27 yaş:30,6 (Fin)	Troke n: 11 yaş: 26 (Ing)	O'Gorman	William	Bulgularımız n: 50 yaş:19,5 kız	Bulgularımız n: 50 Yaş:19,2 erkek
<b>Fleksiyon</b>			25,1	26	51,2				45,9	40
<b>Ekstansiyon</b>			13,6	17					10,4	13
<b>Toplam FE</b>	40-110	70	38,7	43		70	62	58	56,3	53
<b>Sağa LF</b>				26	28,2				28,8	27,9
<b>Sola LF</b>				27	28,3				29,5	27,4
<b>Toplam LF</b>	52-92	40		53	56,5	75	69	53	58,3	55,4

Torakal bölge hareketleri üzerinde yapılmış olan diğer çalışmaların verileri tablo 18'de gösterilmiştir. White ve Panjabi<sup>1</sup> ve Kapandji<sup>22</sup> gibi klasik kaynakların verileri arasında inceleme yaptığımızda değerlerimizin, fleksiyon-ekstansiyon hareketinde toplamda düşük olduğu, lateral fleksiyon hareketinde ise değerlerimizin yüksek olduğu görülmektedir. Bununla beraber değerlerimiz Panjabi'nin verdiği sınırlar içinde kalmıştır.

Robinson ve ark.'nın<sup>53</sup> video motion analysis yöntemi ile yaptıkları ölçümlerde buldukları sonuçlara bakıldığında ekstansiyon hareketinde sonuçlarımız arasında uyum varken, fleksiyon hareketinde ise sonuçlarımız yüksek çıkmıştır. Burada metodolojik fark ve yaş grubu farkı ile kullanılan deneklerin sağlıklı olmaması bir etken olabilmektedir. Yine farklı bir metod uygulayan Chang ve ark.'nın<sup>51,52</sup> fleksiyon-ekstansiyon hareketinin sonuçları da bizim sonuçlarımızdan farklıdır. Lateral fleksiyon hareketi sonuçları ise bizim değerlerimizle uyumlu olduğu görülmektedir. Mellin ve ark.'nın<sup>50</sup> inklinometrik yöntemle yaptıkları çalışmadaki fleksiyon hareketinin değeri bizim değerlerimizden yaklaşık olarak 5-10° daha yüksektir. Ancak lateral fleksiyon bulgularımız arasında tam bir uyum söz konusudur. Troke ve ark.<sup>66</sup> OSI CA 6000 spine motion analyzer cihazını kullanarak elde ettikleri değerler bizden yüksektir.

Torakal bölge üzerinde yapılan çalışmalarda kullanılan cihazların farklı olduğu görülmektedir. Buradaki çalışmalarda daha çok torakal bölgenin hareketlerinin ROM değerlerinin toplamı üzerinde durulmaktadır. Segment veya seviye ölçümü yapılmamıştır. Daha öncede bahsetmiş olduğumuz gibi torakal bölgenin patolojilerinin omurganın diğer bölgelerine göre daha az görülmesi bu bölge üzerine yapılan hareket analiz çalışmalarının az olmasının bir nedeni olduğunu düşündürmektedir.

Çalışmamızda pelvik tilt olarak ölçtüğümüz değerler, pelvisin omurganın fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri sırasında kalça eklemindeki sagittal düzlemde yapmış olduğu öne ve arkaya rotasyon hareketidir. Çoğu araştırmalarda bel sorunları esnasında pelvik tilt'in önemi üzerinde durulmaktadır.<sup>37-39, 67-69</sup> Yapılan bu çalışmalar daha çok gait analizi (yürüme analizi) sırasında gerçekleştirilmiş olup, güvenilirlik testleri uygulaması şeklindedir.<sup>67-69</sup> Az da olsa omurga hareketleri esnasında pelvis hareketlerini ölçen çalışmalara da rastlanılmaktadır. Tüm bu çalışmalarda omurga fleksiyon hareketi esnasında "lumbal-pelvik ritim" olarak bilinen lumbal/pelvis oranı 0,4-2,1 arasında değişen değerlerde verilmektedir.<sup>67-70</sup> Araştırdığımız literatür kaynaklarındaki veriler tablo halinde verilmiştir (Tablo 19).

**Tablo 19.** Lumbosakral Omurga Hareketleri Esnasındaki Lumbal/Pelvis Oranı Ve Yüzdeleri. LF: Lumbal Fleksiyon, LE: Lumbal Ekstansiyon, PTF: Pelvik Tilt Fleksiyon, PTE: Pelvik Tilt Ekstansiyon

	Chang n: 18 yaş: ? (Taiwan)	Gadjosik n: 30 yaş: 23,3 (ABD)	Burdett n: 27 yaş: 20-40 (ABD)	Lee n: 20 yaş: 20 (Hong Kong)	Granata n: 18 yaş: 23,8 (ABD)	Bulgularımız n: 50 yaş: 19,5 kız	Bulgularımız n: 50 yaş: 19,2 erkek
LF	51	53,6	13,9			61,8	61,6
PTF	58	59	14,6			45,0	53,6
LE	25					18,4	19,4
PTE	8					6,5	11,3
LF (%)	46,7	47,6	48,8			57,9	53,5
PTF (%)	53,3	52,4	51,2			42,1	46,6
LE (%)	75,7					73,7	63,0
PTE (%)	24,3					26,2	36,8
LF / PTF	0,8	0,9	0,95	1,2	1,8	1,4	1,5
LE / PTE	3,1			1,3		2,8	1,7

İlk üç çalışmanın lumbal/pelvis oranlarının kendi aralarında uyumlu olduğu görülmektedir. Bizim oranlarımız ise fazladır. Fakat değerlerimiz başlangıçta belirtilen sınırlar içinde kalmaktadır. Bu çalışmalar içinde, Chang ve ark.<sup>51,52</sup> elektromagnetic tracking device, Gadjosik ve ark.<sup>71</sup> fotogrametri, Burdett ve ark.<sup>69</sup> goniometri yöntemlerini

kullanmışlardır. Yaş grupları da bizden yüksektir. Lee ve ark.'nın<sup>60</sup> verdiği oranlar bizim sonuçlarımız ile fleksiyon hareketi için uyumludur. Ekstansiyonda ise bizim sonuçlarımız yüksektir. Burada kullandıkları deneklerin aynı ırktan olmaları açısından iki çalışmadaki değişik değerler aklımıza yaş grubu farkını getirmektedir. Ancak Chang ve ark. yaş gruplarını belirtmemişlerdir. Diğer sonuçlara baktığımızda bizim yaş grubumuzdan yüksek olanların değerlerinin düşük olduğu görülmektedir. Dolayısı ile yaş arttıkça lumbal omurga hareketlerinde meydana gelen azalmaya bağlı olarak, kalça eklemi kullanılmaya başlandığı söylenebilir. Yapılan çalışmalarda bunu destekler niteliktedir. Granata ve ark.<sup>70</sup> ise bu değerleri fleksiyon açılarına göre tespit etmişlerdir. Aldığımız bu oran 60°-90° arasındaki fleksiyon hareketleri sırasındaki sonuçtur. Bu araştırmada kullanılan sensorlar biri Th10, diğeri S1 omurlarının spinöz çıkıntılarına yerleştirilmiştir. Ölçülen değer lumbal fleksiyon için bizden fazladır. Dolayısı ile oran yüksek çıkmaktadır.

Bu konuyla indirek olarak ilgili, yürüme analizi esnasında yapılan çalışmalar da mevcuttur. Taylor ve ark.<sup>72</sup> yaptıkları çalışmada yürüme esnasındaki lumbal/pelvis oranını 0,9 olarak bulmuşlardır. Vogt ve ark.<sup>41</sup> bizim ile aynı cihazı kullanarak yaptıkları çalışmada, yürüme esnasındaki oranı 0,6 olarak tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada adım uzunluğu ve hız arttığında oranın 1,0'a kadar değiştiği gösterilmiştir. Vogt ve Banzer'in<sup>42</sup> yaptığı diğer bir çalışmada ise treadmill cihazında düz ve 10 derecelik eğimde yürütülen deneklerde oranı yine 0,6 olarak bulmuşlardır. McGregor ve ark.<sup>73</sup> kürekçiler üzerinde yaptıkları çalışmada, sağlıklı olanların lumbal omurganın alt segmentlerinde bel ağrısı olanlara göre yüksek hareket kapasitesine sahipken, pelvis'in sagittal düzlemdeki rotasyon hareketlerinde ise hareket kapasitesi daha düşük olduğunu belirtmişlerdir.

## 6. SONUÇ

Sonuç olarak omurga hareketleri ROM değerleri 3 boyutlu hareket analiz yöntemi ile ölçülmüştür. Tespit edilen değerler literatürdeki çalışmaların değerleri ile karşılaştırıldığında aralarında ölçüm farkları saptanmıştır. Bu farkların; metodolojik farklar, kullanılan cihaz farklılıkları, özellikle 3 boyutlu hareket analiz yöntemlerinde, ölçüm için belirlenecek noktaların seçimi, denekler arasındaki yaş grubu ayrılıkları ile ölçüm yapılan toplulukların antropolojik, coğrafik, ve günlük aktivite farklarından kaynaklandığı genel görüşü hakim olmaktadır.

Türk insanında omurganın lumbal ve torakal bölge lateral fleksiyon , fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerinin normal değerleri tespit edilmiştir. Bunun için kullanılan “Zebris 3D Motion Analysis System” sayesinde cilt üzerinden ölçümler alınmıştır. Bu cihaz kullanımı pratik, kişilere zararı olmayan, oldukça hasas bir alettir. Dolayısı ile klinik alanda başarılı bir şekilde kullanılabileceğini düşünmekteyiz..

Tespit ettiğimiz normal değerlerin omurga patolojileri için teşhisten çok, daha önemli olduğunu düşündüğümüz, tedavinin ne şekilde planlanacağı ile tedavi öncesi ve sonrası prognoz takibinde yararlı olacağı inancındayız. Bulduğumuz değerlerin sadece tıp alanında değil ergonomi mühendisliği ve spor bilimleri alanında da yararlı olacağını düşünmekteyiz.

Bundan sonraki aşamalarda çalışmamız için seçtiğimiz yaş grubu dışında kalan yaş grupları, hasta grupları, sporcuların ölçülmesi ve bunlar arasındaki ilişkilerin değerlendirilmesi için gerekli çalışmaların planlanması gerektiği kanısındayız.

## 7. ÖZET

### OMURGA HAREKETLERİNİN ROM DEĞERLERİNİN ÜÇ BOYUTLU HAREKET ANALİZ YÖNTEMİ İLE ÖLÇÜMÜ

Omurga hareketlerinin Türklere özgü ROM (Range of Motion) değerlerini tespit etme amacıyla gerçekleştirdiğimiz çalışmamıza, Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi ve Sağlık Yüksekokulu'nda okuyan, 18-22 yaş grubunda gönüllü öğrenciler katıldı. Lumbal bölge ölçümleri için 100 öğrenci (50 erkek, 50 kız), torakal bölge ölçümleri için 50 öğrenci (25 erkek, 25 kız) alındı. Çalışmamızda hareket ölçümleri için “Zebris 3D Motion Analysis System” marka cihaz kullanıldı.

Ölçümlerimiz sonucu, lumbal bölge total lateral fleksiyon hareketi erkeklerde ortalama  $51,3^{\circ} \pm 7,5$ , kızlarda ise ortalama  $52,7^{\circ} \pm 9,9$  olarak bulundu. Total fleksiyon-ekstansiyon hareketi erkeklerde ortalama  $81,0^{\circ} \pm 11,1$ , kızlarda ise ortalama  $80,2^{\circ} \pm 10,2$  idi. Torakal bölge total lateral fleksiyon hareketi erkeklerde ortalama  $55,4^{\circ} \pm 9,6$ , kızlarda ise ortalama  $58,3^{\circ} \pm 12,0$  olarak tespit edildi. Total fleksiyon-ekstansiyon hareketi erkeklerde ortalama  $53,0^{\circ} \pm 11,0$  olarak, kızlarda ise ortalama  $56,3^{\circ} \pm 7,8$  olarak bulundu. Pelvik tilt'in fleksiyon hareketi esnasında total lumbosakral fleksiyon hareketine katkısı erkek öğrencilerde % 46,6, kız öğrencilerde ise % 42,1 olarak gerçekleşti. Ekstansiyon hareketi esnasında katkısı erkek öğrencilerde % 36,8, kız öğrencilerde ise % 26,2 olarak bulundu.

Tespit edilen değerler literatürdeki çalışmaların değerleri ile karşılaştırıldığında aralarında ölçüm farkları saptandı. Bu farkların; metodolojik farklar, kullanılan cihaz farklılıkları, özellikle 3 boyutlu hareket analiz yöntemlerinde ölçüm için belirlenecek noktaların seçimi, denekler arasındaki yaş grubu ayrılıkları ile ölçüm yapılan toplulukların antropolojik, coğrafik, ve günlük aktivite farklarından kaynaklandığı genel görüşü benimsendi.

**Anahtar Kelimeler:** Omurga hareketi, hareket genişliği, hareket analizi, pelvik tilt



## **8. SUMMARY**

### **MEASUREMENT OF ROM VALUES OF THE SPINE MOTION WITH THE 3D MOTION ANALYSIS SYSTEM**

Volunteers between ages of 18 and 22, who were studying at Trakya University Medical Faculty and Medical High School were participated in our study which we made to determine the ROM ( Range of Motion ) values of spine motion at Turks. 100 students (50 men, 50 women) were taken for lumbar spine measurements and 50 students (25 men, 25 women) for thoracal spine. In our study, the device named “Zebris 3D Motion Analysis System” was used for the measurement of motion.

At the result of our measurement, the average value for total lateral flexion was found  $51,3^{\circ} \pm 7,5$  in men and  $52,7^{\circ} \pm 9,9$  in women at lumbar spine. The average value for total flexion-extension was  $81,0^{\circ} \pm 11,1$  in men and  $80,2^{\circ} \pm 10,2$  in women. The average value for total lateral flexion at thoracal spine was found  $55,4^{\circ} \pm 9,6$  in men and  $58,3^{\circ} \pm 12,0$  in women. And it was found  $53,0^{\circ} \pm 11,0$  in men and  $56,3^{\circ} \pm 7,8$  in women for total flexion-extension. The support of pelvic tilt, to total lumbosacral flexion was % 46.6 in men and % 42,1 in women. The support was % 36,8 in men and % 26.2 in women at the interval of extension.

When our findings were compared with the findings of studies in literature, differences between values were found. The common thought for differences were the method, the device used, different determinations of points for measurements especially in 3D motion analysis method, age differences among volunteers, anthropological, geographical and daily activity differences between the groups which were measured.

**Keywords:** Spine motion, range of motion, motion analysis, pelvic tilt

## 9. KAYNAKLAR

1. White AA, Panjabi MM, editors. Clinical biomechanics of the spine. 2<sup>nd</sup> Edition. Philadelphia: JB Lippincott Company, 1990; 1-83.
2. Schreiber, T.U., Anders, C., Uhlemann, C., Bak, P., Smolenski, U. and Scholle, H.C: mobility of lumbar spine recorder by three-dimensional motion analysis in patients with low back pain and controls. 3rd İnterdisciplinary World Congress on Low Back And Pelvic Pain; 1998 November 19-21; Vienna: 446-450.
3. Tüzün F, Eryavuz M, Akarırmak Ü, editörler. Hareket sisitemi hastalıkları. İstanbul: Nobel Kitabevi, 1997; 1-7, 245-60.
4. Arıncı K, Elhan A. Anatomi. 1.Cilt. Ankara: Güneş Kitabevi, 1995; 74-81.
5. Kılınçer C, Cıgali BS, Hamacıoğlu MK, Çobanoğlu S. Omurgada hareket ölçümleri. Türk Nöroşirürji Derg 2002; 119-24.
6. Frenkel VH, Nordin M, editors. Basic biomechanics of the musculoskeletal system. Philadelphia: Lea and Febiger, 1989; 183-207.
7. Moll JMH, Wright V. Normal range of spinal mobility. Ann.Rheum Dis 1971; 30:381-386.
8. Akdere H. Kalça, diz ve ayak bileği eklemlerinin hareket genişliklerinin ölçümü. Doktora Tezi. Edirne: Trakya Üniversitesi, 1998.
9. Karataş M. Lomber omurganın fiziksel özellikleri ve fonksiyonel biyomekaniği. Beyazova, M. and Kutsal Y.G, editorler. Fiziksel tıp ve rehabilitasyon. Ankara: Güneş Kitabevi, 2000; 459-475.
10. Özer K. Antropometri. İstanbul: Kazancı Matbaacılık, 1993; 65-68.
11. Calliet R, Tuna N çev.ed. Bel ağrısı sendromları. 4.baskı. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi, 1997; 132-149.
12. Buyruk, H.M: İnsan omurgasının biyomekaniği. Omurilik ve Omurga Cerrahisi 1998: 1(4): 54-61.
13. Taner D. ed. Fonksiyonel anatomi, ekstremiteler ve sırt bölgesi. Ankara: Hekimler Yayın Birliği, 2000; 214-228.
14. Williams PL, Bannister LH, Berry MM, Collins P, Dyson M, Dussek JE, Ferguson MWJ, editors. Gray's Anatomy. 38<sup>nd</sup> ed. London: Churchill Livingstone, 1995; 510-536.

15. Moore KL. Clinically oriented anatomy. 3<sup>nd</sup> ed. Baltimore: Williams and Wilkins, 1992; 323-342.
16. Vollmer DG, Banister WM. Thoracolumbar spinal anatomy. Neurosurg. Clin. of North. Am 1997; 8(4): 443-453.
17. Resnick, D.K., Weller, S.J. and Benzel, E.C: Biomechanics of the thoracolumbar spine. Neurosurg Clin of North Am 1997; 8(4): 455-469.
18. Parke WW. Applied anatomy of the spine. In: Rothman RH, Simeone FA, editors. The spine Vol. 1. Philadelphia: Saunders, 1975; 19-51.
19. Weineck J, Elmacı Sa, çev ed. Sporda işlevsel anatomi. Ankara: Bağırğan Yayınevi, 1998; 55-85, 157-160.
20. Çakıroğlu M. 19-21 yaş futbolcularda alt ekstremitte eklem hareket genişliklerinin ölçülmesi. Yüksek Lisans Tezi. Edirne: Trakya Üniversitesi, 2001.
21. Norris CM. Flexibility principles and practice. London: A and C Black, 59-69.
22. Otman AS, Demirel H, Sade A. Tedavi hareketlerinde temel değerlendirme prensipleri. Ankara: Güneş Kitabevi., 1995; 62-74.
23. Muratlı S, Toraman F, Çetin E. Sportif hareketlerin biomekanik temelleri. Ankara: Bağırğan Yayınevi, 2000; 309-320.
24. Beachle TR. Essentials of strenght training and conditioning. New York: Mc Graw-Hill, 1990.
25. Smith B. Flexibility for sport. Britain: B.T.C. Hazell Books Ltd, 1994; 11,21.
26. Muratlı S. Çocuk ve spor. Ankara: Bağırğan Yayınevi, 1997; 185-86.
27. Açıkkada C, Demirel H. Biomekanik ve hareket bilgisi. Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi. Eskişehir: 1993; 2, 586.
28. Bompa TO. Theory and methodology of training. Canada: 1983; 322-26.
29. Ensink F.B.M., Saur, P.M.M., Frese, K., Seeger, D. And Hildebrant, J: Lumbar Range of Motion: Influence of Time of Day and Individual Factors on Measurements, Spine, 1996; 21(11): 1339-1343.
30. Fathallah FA, Marras WS, Wright PL. Diurnal Variation in Trunk Kinematics During a Typical Work Shift. Journal of Spin Disord, 1995; 8 (1): 20-25.
31. Theodoridis D, Ruston S. The effect of shoulder movements on thoracic spine 3D motion. Clin Biomech 2002; 17: 418-421.
32. Gajdosik, R., Simpson,R., Sith,R. And Dontigny, R.L: Pelvic Tilt, Intratester Reliability of Measuring the Standing Position and Range of Motion, Phys Ther., 1985; 65(2): 169174.

33. Peach, J.P., Sutarno C.G. and mcgill, S.T: Three-Dimensional Kinematics and Trunk Myoelectric Activity in the Young Lumbar Spine: A Database, Arch. Phys. Med. Rehab., 1998; 79: 663-669.
34. Davis KG, Marras WS. The effects of motion on trunk biomechanics. Clin Biomech 2000; 15: 703-717.
35. Callaghan JP, Dunk NM. Examination of the flexion relaxation phenomenon in erector spinae muscles during short duration slumped sitting. Clin Bimech 2002; 17: 353-360.
36. Delisle A, Gagnon M, Sicard C. Effect of pelvic tilt on lumbar spine geometry. IEEE 1997; 5 (4): 360-365.
37. Amonoo-Kuofi H.S. Changes in the lumbosacral angle, sacral inclination and the curvature of the lumbar spine during aging. Acta Anat 1192; 145: 373-377.
38. Lee HY, Chen YL. Regressionally determined vertebral inclination angels of the lumbar spine in static lifts. Clinical Biomech 2000; 15: 672-77.
39. Walker, M.L., Rothstein, J.M., Finucane, S.D. and Lamb, R.L: Relationship between lumbar lordosis, pelvic tilt, and abdominal muscle performance. Phys Ther., 1987; 67(4): 512-515.
40. Vogt L, Pfeifer K, Portscher M. and Banzer W. Influences of nonspesific low back pain on three-dimensional lumbar spine kinematics in locomotion. Spine 2001; 269(17): 1910-1919.
41. Vogt L, and Banzer, W. Measurement of lumbar spine kinematics in incline treadmill walking. Gait Posture 1999; 9: 18-23.
42. Dvir, Z. And Prushansky, T. Reproductibility and instrument validity of a new ultrasonography-based system for measuring cervical spine kinematics. Clin Biomech 2000; 15: 658-664.
43. Pearcy MJ, Portek I, Shepherd J. The effect of low-back pain on lumbar spinal movements measured by three-dimensional x-ray analysis. Spine1985; 10 (2): 150-153.
44. Pearcy MJ, Tibrewal SB. Axial rotation and lateral bending in the normal lumbar spine measured by three-dimensional radiography. Spine 1984; 9 : 582-587.
45. <http://www.rs.polyu.edu.hk/Rlee/Spine/Lumbarkin>
46. Dvorak J, Panjabi MM, Chang DG, Theiler R, Grob D. Functional radiographic diagnosis of the lumbar spine. flexion-extension and lateral bending. Spine 1991; 16 (5): 562-571.
47. Fitzgerald G.K., Wynveen K.J., Rheault W. and Rothschild B. Objective assessment with estabilishment of normal values for lumbar spinal range of motion. Phys Ther 1983; 63(11): 1776-1781.

48. Dillard, J., Trafimov, J., Andersson G.B.J. and Cronin K. Motion of the lumbar spine reliability of two measurement techniques. *Spine* 1991; 16(3): 321-324.
49. Joseph K, Vaughan K, Richardson C.A. and Parnianpour M. Range of motion and lordosis of the lumbar spine. *Spine* 2001; 26 (1): 53-60.
50. Mellin, G., Kiiski, R. And Weckström, A: Effects of subject position on measurements of flexion, extension and lateral flexion of the spine. *Spine* 1991; 16(9): 1108-1110.
51. Chang YW, Hsu CJ, Wu HW, Chang WN, Chou WY. Measurement of range of motion for the spine in normal individuals using electromagnetic tracking device. 25<sup>th</sup> Annual Meeting of the American Society of Biomechanics. 2001 August 8-11; California-Sandiego.
52. [www.asb-biomech.org/onlineabs/abstract2001/author.html/166.pdf](http://www.asb-biomech.org/onlineabs/abstract2001/author.html/166.pdf)
53. Robinson ME, O'Connor PD, Shirley FR, Mac Millan M. Intrasubject reliability of spinal range of motion and velocity determined by video motion analysis. *Phys. Ther* 1993; 626-31.
54. Petersen, C.M., Johnson, R.D., Schuit, D. And Hayes, K.W. Intraobserver and interobserver reliability of asymptomatic subjects thoracolumbar range of motion using the osi ca 6000 spine motion analyzer. *J Orthop Sports Phys Ther* 1994; 20(4): 207-212.
55. Coates JE, Mcgregor AH, Beith ID, Hughes SPF. The influence of initial resting posture on range of motion of the lumbar spine. *Manual Ther* 2001; 6 (3): 139-144.
56. Putto E, Tallroth K. Extension-flexion radiographs for motion studies of the lumbar spine. a comparison of two methods. *Spine* 1990; 15 (2):107-110.
57. Hayes MA, Howard TC, Gruel CR, Kopta JA. Roentgenographic evaluation of lumbar spine flexion-extension in asymptomatic individuals. *Spine* 1989; 14 (3): 327-331.
58. Alaranta H, Huri H, Heliövaara M, Soukka A, Harju R. Flexibility of the spine: normative values of goniometric and tape measurements. *Scand. J. Rehab. Med* 1994; 26: 147-154.
59. Russell, P., Percy M.J. and Unsworth, A. Measurement of the range and coupled movements observed in the lumbar spine. *Br Jour of Rheum* 1993; 32(6): 490-497.
60. Lee RYW, Wong TKT. Relationship Between the movements of the lumbar spine and hip. *Human Mov Sci* 2002; 21: 481-494.
61. Nitschke, J.E., Nattrass, C.L., Disler,P.B., Chou, M.J. and Ooi, K.T. Reliability of the american medical association guides' model for measuring spinal range of motion. *Spine* 1999; 24(3): 262-268.
62. Steffen, T., Rubin R.K., Baramki, H.G., Antoniou, J., Marchesi, D. And Aebi, M. a new technique for measuring lumbar segmental motion in vivo. *Spine* 1997; 22(2): 156-166.

63. Dvorak J, Panjabi MM, Novotny JE, Chang DG, Grob D. Clinical validation of functional flexion-extension roentgenograms. *Spine* 1991; 16: 943-950.
64. Tuong, N.H., Dansereau, J., Maurais, G. And Herrera, R. Three-Dimensional evaluation of lumbar orthosis effects on spinal behavior. *J of Rehab Res and Develop* 1998; 35(1): 34-42.
65. Powers MC, Kulig K, Harrison J, Bergman G. Segmental mobility of the lumbar spine during a posterior to anterior mobilization: assessment using dynamic MRI. *Clin Biomech* 2003; 18: 80-83.
66. Troke M, Moore Ap, Cheek E. Reliability of the OSI CA 6000 spine motion analyzer with a new skin fixation system when used on the thoracic spine. *Manual Ther* 1998; 3 1): 27-33.
67. Alviso, D.J., Dong, G.t. And Lentell, G.L. Intertester reliability for measuring pelvic tilt in standing. *Phys Ther* 1988; 68(9): 1347-1351.
68. Day, J.W., Smidt, G.L. and Lehmann,T. Effect of pelvic tilt on standing posture. *Phys Ther* 1984; 64(4): 510-516.
69. Burdett RG, Brown KE, Fall MP. Reliability and validity of four instruments for measuring lumbar spine and pelvic positions. *Phys Ther* 1986; 66 (5): 677-684.
70. Granata, K.P. and Sanford A.H. Lumbar-pelvic coordination is influenced by lifting task parameters. *Spine* 2000; 25(11): 1413-1418.
71. Gadjosik LR, Albert CR, Mitman JJ. Influence of hamstring length on the standing position and flexion range of motion of the pelvic angle, lumbar angle and thoracic angle. *J Orthop Sports Phys Ther* 1994; 20 (4): 213-219.
72. Taylor NF, Goldie PA, Evans OM. Angular movements of the pelvis and lumbar spine during self-selected and slow walking speeds. *Gait and Posture* 1999; 9: 88-94.
73. Mcgregor A, Anderton L, Gedroyc W. The assessment of intersegmental motion and pelvic tilt in elite oarsmen. *J Am College of Sports Med* 2002; :1143-1149.

## 10. RESİMLEMELER LİSTESİ

<b>Şekil</b>	<b>1.</b> Hareket segmenti.....	4
<b>Şekil</b>	<b>2.</b> Vertebrae elemanları.....	5
<b>Şekil</b>	<b>3.</b> Discus intervertebralis.....	7
<b>Şekil</b>	<b>4.</b> Discus intervertebralis'in omurganın değişik bölgelerine göre yerleşimi.....	8
<b>Şekil</b>	<b>5.</b> Nukleus ve anulus'un omurganın pozisyonlarına göre durumu.....	9
<b>Şekil</b>	<b>6.</b> Art. Zygapophysialis'lerin omurganın servikal, torakal ve lumbal bölgelerindeki dizilimi.....	10
<b>Şekil</b>	<b>7.</b> Hareket segmenti'nin bağları.....	11
<b>Şekil</b>	<b>8.</b> Omurga fleksiyon-ekstansiyonu esnasında pelvis ve kalça ekleminin rolü....	21
<b>Şekil</b>	<b>9.</b> Omurganın fizyolojik eğrilikleri.....	23
<b>Şekil</b>	<b>10.</b> Sakral açı.....	24
<b>Şekil</b>	<b>11.</b> Omurga ağırlık merkezinin konumu.....	25
<b>Şekil</b>	<b>12.</b> Ağırlık merkezinin vücut pozisyonlarına göre konumu.....	26
<b>Şekil</b>	<b>13.</b> Yük taşıma pozisyonunun omurga üzerine etkisi.....	27
<b>Şekil</b>	<b>14.</b> Yük kaldırma pozisyonunun omurga üzerine etkisi.....	28
<b>Şekil</b>	<b>15.</b> Zebris 3D motion analysis system.....	32
<b>Şekil</b>	<b>16.</b> Başlangıç pozisyonu.....	33
<b>Şekil</b>	<b>17.</b> Erkek ve kız öğrencilerin lumbal bölge marker yerleşimi.....	33
<b>Şekil</b>	<b>18.</b> Lumbal bölge lateral fleksiyon ölçüm hareketi.....	34
<b>Şekil</b>	<b>19.</b> Lumbal bölge fleksiyon-ekstansiyon ölçüm hareketi.....	35
<b>Şekil</b>	<b>20.</b> Erkek ve kız öğrencilerin torakal bölge marker yerleşimi.....	35
<b>Şekil</b>	<b>21.</b> Torakal bölge lateral fleksiyon ölçüm hareketi.....	36
<b>Şekil</b>	<b>22.</b> Torakal bölge fleksiyon- ekstansiyon ölçüm hareketi.....	37
<b>Şekil</b>	<b>23.</b> Marker'ların pozisyonları ve açılanması	
<b>Grafik</b>	<b>1.</b> Erkek öğrencilerde lumbal bölge sağa lateral fleksiyon hareketi ROM ( <sup>0</sup> ) değerlerinin dağılımı.....	39
<b>Grafik</b>	<b>2.</b> Kız öğrencilerde lumbal bölge sağa lateral fleksiyon hareketi ROM değerlerinin dağılımı.....	40

<b>Grafik 3.</b> Erkek öğrencilerde lumbal bölge sola lateral fleksiyon hareketi ROM değerlerinin dağılımı.....	40
<b>Grafik 4.</b> Kız öğrencilerde lumbal bölge sola lateral fleksiyon hareketi ROM değerlerinin dağılımı.....	40
<b>Grafik 5.</b> Erkek öğrencilerde lumbal bölge fleksiyon hareketi ROM dağılımı.....	42
<b>Grafik 6.</b> Kız öğrencilerde lumbal bölge fleksiyon hareketi ROM dağılımı.....	42
<b>Grafik 7.</b> Erkek öğrencilerde lumbal bölge ekstansiyon hareketi ROM dağılımı.....	43
<b>Grafik 8.</b> Kız öğrencilerde lumbal bölge ekstansiyon hareketi ROM dağılımı.....	43
<b>Grafik 9.</b> Pelvik tilt'in lumbosakral bölge fleksiyon hareketine katkısı (%). ....	44
<b>Grafik 10.</b> Pelvik tilt'in lumbosakral bölge ekstansiyon hareketine katkısı (%). ....	45
<b>Grafik 11.</b> Erkek öğrencilerde torakal bölge sağa lateral fleksiyon hareketi ROM değerlerinin dağılımı.....	46
<b>Grafik 12.</b> Kız öğrencilerde torakal bölge sağa lateral fleksiyon hareketi ROM değerlerinin dağılımı.....	47
<b>Grafik 13.</b> Erkek öğrencilerde torakal bölge sola lateral fleksiyon hareketi ROM değerlerinin dağılımı.....	47
<b>Grafik 14.</b> Kız öğrencilerde torakal bölge sola lateral fleksiyon hareketi ROM değerlerinin dağılımı.....	48
<b>Grafik 15.</b> Erkek öğrencilerde torakal bölge fleksiyon hareketi ROM değerlerinin dağılımı.....	49
<b>Grafik 16.</b> Kız öğrencilerde torakal bölge fleksiyon hareketi ROM değerlerinin dağılımı.....	50
<b>Grafik 17.</b> Erkek öğrencilerde torakal bölge. ekstansiyon hareketi ROM değerlerinin dağılımı.....	50
<b>Grafik 18.</b> Kız öğrencilerde torakal bölge ekstansiyon hareketi ROM değerlerinin dağılımı.....	50
<b>Grafik 19.</b> Erkek ve kız öğrencilerin lumbal bölge segmental lateral fleksiyon ölçüm değerleri ( <sup>0</sup> ). ....	52
<b>Grafik 20.</b> Erkek ve kız öğrencilerin lumbal bölge segmental fleksiyon-ekstansiyon ölçüm değerleri ( <sup>0</sup> ). ....	52
<b>Grafik 21.</b> Erkek ve kız öğrencilerin torakal bölge segmental lateral fleksiyon ölçüm değerleri ( <sup>0</sup> ). ....	53



<b>Grafik 22.</b>	Erkek ve kız öğrencilerin torakal bölge segmental fleksiyon-ekstansiyon ölçüm değerleri ( $^{\circ}$ ).....	53
<b>Tablo 1.</b>	Lumbal bölge hareket ölçümlerine katılan öğrencilerin yaş, boy ve vücut ağırlığı ile ilgili verileri.....	29
<b>Tablo 2.</b>	Torakal bölge hareket ölçümlerine katılan öğrencilerin yaş, boy ve vücut ağırlığı ile ilgili verileri.....	30
<b>Tablo 3.</b>	Erkek öğrencilerde lumbal bölge lateral fleksiyon hareketi ROM değerleri.....	38
<b>Tablo 4.</b>	Kız öğrencilerde lumbal bölge lateral fleksiyon hareketi ROM değerleri.....	39
<b>Tablo 5.</b>	Erkek öğrencilerde lumbal bölge fleksiyon ve ekstansiyon hareketi ROM değerleri.....	41
<b>Tablo 6.</b>	Kız öğrencilerde lumbal bölge fleksiyon ve ekstansiyon hareketi ROM değerleri.....	41
<b>Tablo 7.</b>	Erkek öğrencilerdeki pelvik tilt hareketinin değerleri ( $^{\circ}$ ).....	44
<b>Tablo 8.</b>	Kız öğrencilerdeki pelvik tilt hareketinin değerleri ( $^{\circ}$ ).....	44
<b>Tablo 9.</b>	Erkek öğrencilerde torakal bölge lateral fleksiyon hareketi ROM değerleri.....	45
<b>Tablo 10.</b>	Kız öğrencilerde torakal bölge lateral fleksiyon hareketi ROM değerleri.....	46
<b>Tablo 11.</b>	Erkek öğrencilerde torakal bölge fleksiyon ve ekstansiyon hareketi ROM değerleri.....	48
<b>Tablo 12.</b>	Kız öğrencilerde torakal bölge fleksiyon ve ekstansiyon hareketi ROM değerleri.....	49

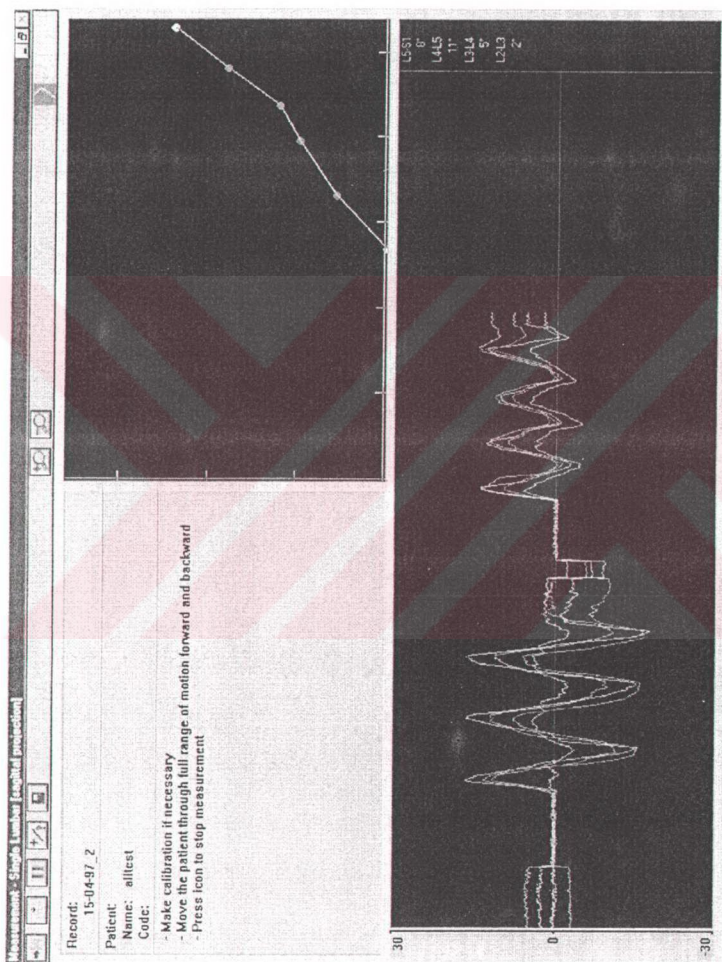
## 11. ÖZGEÇMİŞ

29.03.1971 tarihinde Babaeski’de doğdum. İlkokulu Demirköy’de, ortaokulu Bozkurt’ta, Lise eğitimimi Kırklareli’de tamamladım. 1989 yılında girdiğim Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi’nden 1995 yılında mezun oldum. 1996-1999 yılları arasında Edirne Yıldırım Sağlık Ocağı’nda “ Pratisyen Hekim ” olarak görev yaptım. 1997 yılında Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Morfoloji Anabilim Dalı Anatomi Programı’na kaydoldum. 1999 yılında Anatomi Anabilim Dalı’nda Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başladım. Halen aynı görevi sürdürmekteyim. Evliyim ve bir çocuk babasıyım.

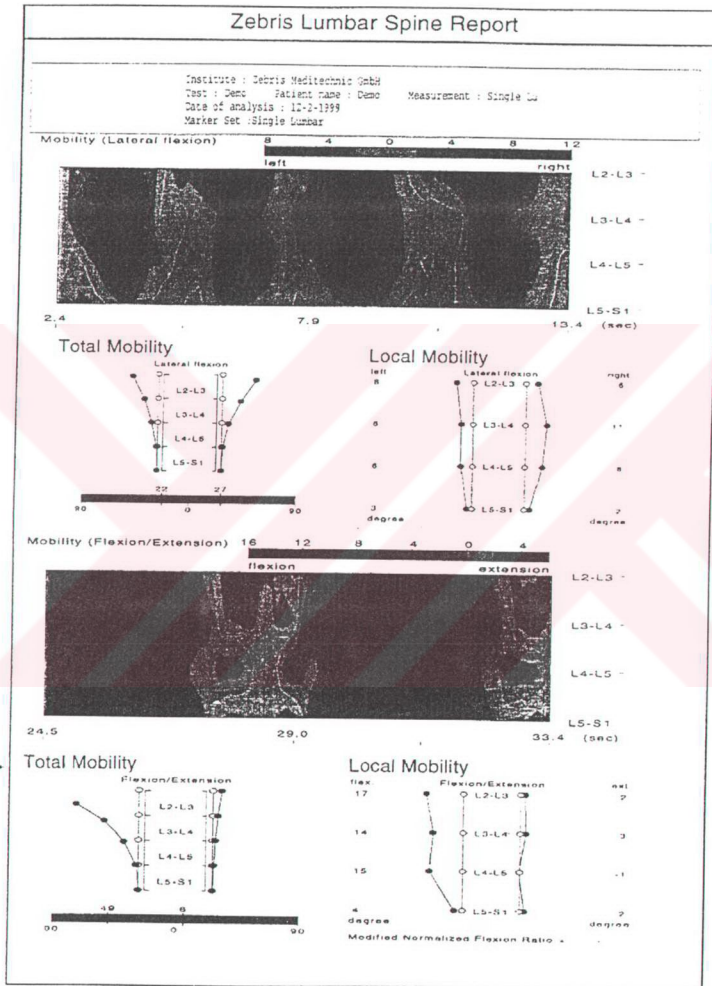
## 12. EKLER

<b>Ek 1.</b> Winspace Omurga Analiz Programı.....	78
<b>Ek 2.</b> Winspace Omurga Analiz Programı Raporları.....	79
<b>Ek 3.</b> Erkek Öğrencilerin Lumbal Bölge Hareketlerinin Verileri.....	81
<b>Ek 4.</b> Kız Öğrencilerin Lumbal Bölge Hareketlerinin Verileri.....	83
<b>Ek 5.</b> Erkek Öğrencilerin Torakal Bölge Hareketlerinin Verileri.....	85
<b>Ek 6.</b> Kız Öğrencilerin Torakal Bölge Hareketlerinin Verileri.....	87
<b>Ek 7.</b> Erkek Öğrencilerin Pelvik Tilt Verileri.....	89
<b>Ek 8.</b> Erkek Öğrencilerin Pelvik Tilt Verileri.....	90

## Ek 1. Winspine Omurga Analiz Programı



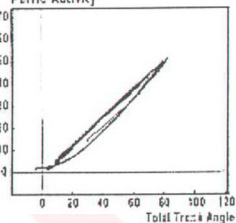
## Ek 2. Winspine Omurga Analiz Programı Raporları



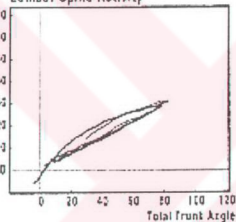
## Zebris Flexion Coordination Report

Institute : Zebris Mediatechnik GmbH  
 Sex : Male    Patient name : Normal    Measurement : Flex Coord  
 Date of analysis : 2-3-1998  
 Marker Set : Flex Coord Test

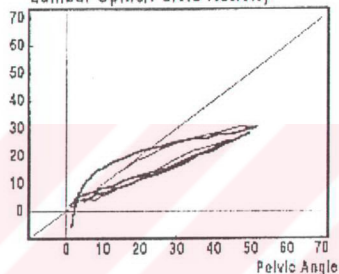
**Pelvic Activity**



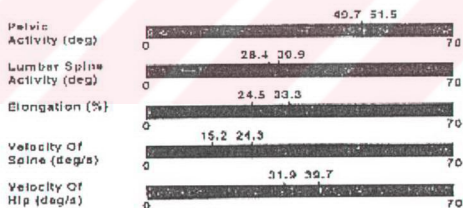
**Lumbar Spine Activity**



**Lumbar Spine/Pelvic Activity**



— Record Flex Coord1 Flexion  
 - - - Record Flex Coord1 Extension  
 — Record Flex Coord2 Flexion  
 - - - Record Flex Coord2 Extension













Ek 5. Erkek Öğrencilerin Torakal Bölge Hareketlerinin Verileri

ERKEK	ADI SOYADI	YAŞ	KİLO	BOY	1						2						3						4						5						6						TOPLAM LFR	TOP LFR	F12-B1	F10-11	F8-9	F6-7	F4-5	F2-3
					1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6								
1	S.COŞKUN	20	62	190	13,3	3,7	3,8	2	6,1	7,9	36,8	12,4	4,5	4,2	3,6	6,1	8,3	39,1	75,9	23,7	8,2	6	5,6	12,2	16,2																							
2	F.ÇAĞLAYAN	20	52	185	18,2	3,3	0,7	3,3	2,8	4,1	32,4	13	2,4	2,5	4,7	2,5	2,4	27,5	59,9	31,2	5,7	3,2	8	5,3	6,5																							
3	C.BİNGÖL	19	80	174	7,7	13	3,7	2,2	1,1	4,8	32,5	7,9	11,9	3,1	1,7	2,8	4,1	31,5	64	13,6	24,9	6,4	5,9	3,9	6,9																							
4	S.ÇETİN	19	68	170	20,9	4,4	4	-1,1	1,3	3,6	33,1	19,1	4,6	4,3	2,9	1,1	0,5	32,5	65,6	40	9	8,3	1,8	2,4	4,1																							
5	G.GÜNDEM	19	76	175	11,4	11,8	2,8	-0,8	1,8	3,3	30,3	14,6	1,7	3	3,2	0,9	0,9	24,3	54,6	26	13,5	5,8	2,4	2,7	4,2																							
6	G.KESER	19	61	172	20,3	4,9	1,8	2,6	-0,1	-1,2	28,3	14,7	8,3	2,4	3,3	1,4	0,6	30,7	59	35	13,2	4,2	5,9	5,3	0,6																							
7	C.KINLI	20	80	178	14,5	3,4	6	1,1	6,1	5,5	36,6	14,6	1,9	6,5	2,1	4,4	7,2	36,7	73,3	29,1	5,3	12,5	3,2	10,5	12,7																							
8	F.KIZILTAŞ	23	73	180	20,7	5	-2,3	0,7	-1,8	2,1	24,4	19,4	3,1	0,3	0,6	-0,4	5,5	28,5	52,9	40,1	8,1	-2	1,3	-2,2	7,6																							
9	S.KIRCA	20	85	188	12,7	7,4	-1,3	3,1	1,7	0,4	24	12,4	4,4	7,3	0,9	2,9	-0,1	27,8	51,8	23,1	11,8	6	4	4,6	0,3																							
10	Ö.TOKAT	18	80	185	14,1	5,6	3,8	0,9	3	1,3	28,7	13,9	2,8	4	2,9	2,1	2,2	27,9	56,6	28	8,4	7,8	3,8	5,1	3,8																							
11	H.KÜLEKÇİ	18	60	180	13,6	3,1	5,4	-1,1	2,2	3,9	27,1	9,1	6,5	2	2	2,4	5,5	27,5	54,6	23,7	9,6	3,4	0,9	4,6	9,3																							
12	A.ZOR	22	83	182	8,1	2,6	1,7	2,9	4	5,9	25,2	9	-1	7,7	1,7	2	2,2	21,6	46,8	17,1	1,6	9,4	4,6	6	8,1																							
13	A.GENÇ	22	53	175	13,8	1,1	3,7	-1,3	1,9	2,9	22,1	17,4	0,5	-1,5	3,7	1,6	2	23,7	45,8	31,2	1,6	2,2	2,4	3,5	4,9																							
14	Ö.ÇALIŞ	20	75	181	20,5	1,5	3,3	2,5	1,6	1,9	31,3	20,7	3,7	1,8	1,3	1,2	1,8	30,5	61,8	41,2	5,2	5,1	3,8	2,8	3,7																							
15	S.SERİN	18	58	175	16	5,2	6	0,1	1,3	1,4	30	11,7	4,6	7,3	1,3	3,5	3,6	32	62	27,7	9,8	13,3	1,4	4,8	5																							
16	O.BAKAR	20	65	170	9,3	2,3	2,4	2,3	2,2	3,3	21,8	8,3	4,8	4	1	1,7	3,8	23,6	45,4	17,6	7,1	6,4	3,3	3,9	7,1																							
17	A.KARAKOÇ	19	55	170	3,6	4,2	4,5	1,6	2,9	0,8	17,6	13,3	5,8	1,1	1,2	1,3	5,6	28,3	45,9	16,9	10	5,6	2,8	4,2	6,4																							
18	C.GÜREL	18	69	171	9,6	3,7	2,4	-0,1	-0,1	1,5	17	13,9	0,9	5,9	2,6	-0,1	1,1	24,3	41,3	23,8	4,6	6,3	2,3	-0,2	2,6																							
19	T.EKER	19	59	179	12,7	4,8	-0,4	3,7	-0,5	0,9	21,2	11,1	2,2	4,6	1,5	2,3	2,7	24,4	45,6	23,8	7	4,3	5,2	1,8	3,6																							
20	A.GÜNGÖR	17	50	165	18,2	6,2	4,7	1,1	1,8	2,4	34,4	9	5,1	7,2	2,8	4	3,8	31,9	66,3	27,2	11,3	11,9	3,9	3,8	6,2																							
21	D.COŞKUN	20	70	175	7,3	8,5	2	0,2	1,5	1,8	21,3	16,6	-0,5	-1,8	2,4	2,8	3,2	22,7	44	23,9	8	0,2	2,6	4,3	5																							
22	E.ARIKAN	20	70	178	15,8	6	-1,8	0,2	0,2	2,8	23,2	21,8	-4,1	1,6	0,6	2	2	23,9	47,1	37,6	1,9	-0,2	0,8	2,2	4,8																							
23	R.OKUMUŞ	18	77	180	11,1	3,2	1	2,5	2,3	1,7	21,8	15,8	1,1	1,3	2,1	0,3	1,1	21,7	43,5	26,9	4,3	2,3	4,6	2,6	2,8																							
24	A.ARPACI	20	59	168	12,3	6	3,3	0,9	7,1	1,6	31,2	10	4,3	5,3	4,7	3,6	3,6	31,5	62,7	27,3	10,3	8,6	5,6	10,7	5,2																							
25	S.ULUDAĞ	18	67	176	21,9	1,4	-1,4	3,4	1,4	4,9	31,6	18,8	1,5	1	0,9	3,9	0,7	26,8	58,4	40,7	2,9	-0,4	4,3	5,3	5,6																							
ORT		19,44	67,48	176,88	13,90	4,89	2,39	1,32	2,07	2,78	27,36	13,94	3,24	3,40	2,23	2,25	2,97	28,04	55,39	27,84	8,13	5,80	3,54	4,32	5,75																							
SD		1,42	10,33	6,29	4,88	2,90	2,40	1,53	2,06	2,00	5,72	4,01	3,19	2,68	1,19	1,48	2,16	4,54	9,64	7,71	4,90	4,02	1,74	3,19	3,56																							

	1	2	3	4	5	6	TOPLAM F	1	2	3	4	5	6	TOPLAME	TOPFE	T131	T10-11	T8-9	T6-7	T4-5	T2-3
19,7	2,7	1,4	-0,7	0,1	7,3	13,2	-1,3	-3,3	-2,3	-0,1	-0,2	6	36,5	37,9	1,4	1,9	-3	0	7,1		
37,6	3,8	-2,4	0,7	-4,5	9,8	45	0,3	1,5	2,4	3,3	2,2	10,2	55,2	50,8	5,3	1,9	3,1	-1,2	1,2		
25,9	1	2,4	0,3	-2,8	6	32,8	5,8	3	4,1	0,8	1,6	2,9	18,2	51	26,2	4	6,5	1,1	-1,2	4,9	
29,4	7	0,9	0,2	0,3	-7,8	30	6,2	5,6	0,7	0,9	0,7	0,6	14,7	44,7	35,2	12,6	1,6	1,1	1	-7,3	
18,2	3,3	1,7	0,2	1,4	8,5	33,3	18,3	-1,7	-3,2	0,3	1,5	-1,9	12,7	46	24,4	1,6	-1,5	-0,1	2,9	6,6	
23,7	2,1	1,8	0,6	5,1	-1,1	32,2	21,8	2,4	2,9	6,4	-0,2	-0,9	32,4	64,6	42	4,5	4,7	7	4,9	-2	
29,7	11,5	1,9	9,1	7,3	-3,6	55,9	11,1	-0,9	-0,7	1	-3,6	1	7,9	63,8	31,5	10,6	1,2	10,1	3,7	-2,6	
38,2	5,9	-0,5	-3,2	3,6	-2,1	41,9	-0,3	6,3	2	-2	2,9	3,6	12,5	54,4	49,3	12,2	1,5	3,2	6,5	1,5	
30,2	5,3	0,9	1,3	-0,9	1,2	38	8,9	3,3	-0,3	4,4	2,2	1,4	19,9	57,9	29,9	8,6	0,6	5,7	1,3	2,6	
26,6	4,1	0,5	0,1	4,6	7,8	43,7	6,5	1,1	-5,3	1	0,5	1,1	4,9	48,6	35,5	3,2	-4,4	1,1	5,1	4,9	
25,4	5,4	3,5	4	0,5	1,1	39,9	2,5	0,7	6,7	0,1	0,3	1,5	11,8	51,7	31,9	6,1	10,2	4,1	0,8	3,6	
24,3	2,4	0,7	2,4	-1,5	8,5	36,8	9,2	-1,8	5,2	1,4	-0,1	2,4	16,3	53,1	26,8	0,6	5,9	3,8	-1,6	10,9	
42	5,3	6,5	-0,2	-0,9	3,7	56,4	2,6	4,7	5,5	4	0,4	-1,1	16,1	72,5	51,2	10	12	3,8	-0,5	2,6	
32,6	2,2	2,9	5,7	2,9	5,2	51,5	11,9	2,9	0,21	5,5	6,3	-0,2	26,61	78,11	35,2	5,1	3,11	11,2	9,2	3	
24,4	2,8	2	1,9	0,3	-3,8	27,6	8,8	-3,3	0,4	-0,6	-0,8	1,3	5,8	33,4	36,3	-0,5	2,4	1,3	-0,5	-2,5	
29,1	4,5	4	0,9	2,9	10,8	52,2	0,3	0,9	7,2	0,6	2,3	3,8	15,1	67,3	37,9	5,4	11,2	1,5	5,2	14,6	
23,4	3,7	2,1	1,3	-2	7,2	35,7	4	7,2	-1,7	-0,3	-0,4	0,9	9,7	45,4	23,7	10,2	0,4	1	2,4	8,1	
38,8	4,2	3,2	-1,1	-5,5	-7,2	32,4	5,9	0,5	1,8	2	2,9	0,6	13,7	46,1	42,8	4,7	5	0,9	-2,5	-6,6	
33,6	4,5	6,7	-3,7	-1,7	9,6	49	6,1	-1	-2,8	3	5,1	3,7	14,1	63,1	39,5	3,5	3,9	0,7	3,4	13,3	
33,9	7,1	2,1	-1,5	2,5	-5,1	39	4,6	1,3	-2,6	0,3	-0,2	1,5	4,9	43,9	40	8,4	-0,5	1,2	2,3	-3,6	
24	9,2	5,7	2,4	1	-2,9	39,4	2,8	4,1	3,7	-1,5	-0,9	0,6	8,8	48,2	28,6	13,3	9,4	0,9	0,1	-2,3	
35,9	-0,1	1	5,5	4,6	6,7	53,6	4,7	1,3	-2,5	1	1,4	3,1	9	62,6	38,7	1,2	-1,5	6,5	6	9,8	
16,4	1,7	0,9	2	2	3,8	26,8	2,7	2	1,5	2,4	0,7	3,4	12,7	39,5	21,1	3,7	2,4	4,4	2,7	7,2	
25,8	4,9	2,5	-0,7	2	3,2	37,7	2,8	4,9	4,6	0,2	-2,1	-0,9	9,5	47,2	28,5	9,8	7,1	-0,5	-0,1	2,3	
20,9	3,7	0,6	3,6	8,8	1,7	39,3	7,9	-6,4	4,1	0,5	2	3,8	11,9	51,2	33,7	2,7	4,7	4,1	10,8	5,5	
28,39	4,33	2,12	1,24	1,20	2,74	40,02	6,74	1,49	1,15	1,24	1,03	1,37	13,02	53,04	35,34	5,82	3,27	3,48	2,23	4,11	
6,82	2,53	2,05	2,80	3,41	5,63	8,86	5,39	3,15	3,43	2,16	2,13	1,68	6,43	11,03	9,11	4,35	4,42	3,75	3,54	6,16	

Ek 6. Kız Öğrencilerin Torakal Bölge Hareketlerinin Verileri

KIZ	ADISOYADI	YAŞ	KİLO	BOY	1	2	3	4	5	6	TOPLAM LFL	1	2	3	4	5	6	TOPLAM LFR	TOP LF	T12-11	T10-11	T8-9	T6-7	T4-5	T2-3
1	PEKÖZ	19	51	163	13,4	0,3	5,2	2	4,7	8,3	33,9	11	3,3	1	5,6	4,2	6,3	31,4	65,3	14,4	3,6	6,2	7,6	19	14,6
2	B.GÜREL	19	53	168	17,8	0,7	1	2,1	0,8	6,8	29,2	13,1	1,3	0,6	1,2	0,9	5	22,1	51,3	28,8	7	1,6	3,3	1,7	11,8
3	S.HARMANCI	18	50	168	10,4	6,2	0,9	4,4	3,3	2,8	28	14,6	2,7	2	0,3	3,4	1	24	52	28,5	8,9	2,9	4,7	6,7	3,8
4	G.TUĞRUL	20	53	170	14,9	4,5	-1,1	0,2	0,5	3,4	22,4	19	-0,2	4,5	1,4	2,8	2,3	29,8	52,2	28,5	4,3	3,4	1,6	3,3	3,7
5	S.UTLU	20	45	163	27	3	5,2	1,5	2,2	5,2	44,1	22,9	10,2	5,5	1,7	-0,3	4,8	44,8	88,9	46	13,2	10,7	3,2	1,9	10
6	D.FIDANCI	20	50	167	11,9	2,6	-0,7	2,9	2,3	4,6	33,6	12,4	2,6	-0,6	1,7	2,3	2,8	21,2	44,8	34,8	5,2	-1,3	4,6	4,6	7,4
7	B.KZADE	18	65	162	18	8,7	4,4	1,3	-0,3	1,5	33,6	13,8	11,1	4,9	1	-0,3	0,6	31,1	64,7	30,4	19,8	9,3	2,3	0,6	2,1
8	B.ÖZÇELİK	19	47	158	24,2	2,5	1,8	3,2	0,4	0,1	32,2	22,4	3,1	0,1	3	0,7	1	30,3	62,5	38	5,6	1,9	6,2	1,1	1,1
9	H.DİRİL	19	49	161	15,4	6,7	1	1	2,9	4,2	31,2	20	2,9	3	2,6	1,1	2,3	31,9	63,1	37,8	9,6	4	3,6	4	6,5
10	T.ALP	19	57	165	12,1	0,2	2,3	2,4	1,7	-0,2	18,5	13,1	0,2	1,5	1,3	-1,5	1	15,6	34,1	32,1	0,4	3,8	3,7	0,2	0,8
11	E.ODABAŞI	20	65	163	8	10,1	0,8	1,4	1,4	3,7	25,4	22,7	-2,6	2,6	-1,4	0,3	2	23,6	49	21,1	7,5	3,4	0	1,7	3,7
12	S.ORBAY	21	55	160	15,3	-0,2	3,3	1	0,8	1,1	21,3	10,3	3,9	1,7	-0,9	0,9	0,6	16,5	37,8	38	3,7	5	0,1	1,7	1,7
13	Ö.ALTAY	21	51	163	19,1	3,4	2,2	1,5	-2	4,6	28,8	22,8	4	-0,8	-2,2	2,2	-4,5	21,5	50,3	28,4	7,4	1,4	-0,7	0,2	0,1
14	U.KINA	18	60	178	20,8	4,6	0,1	2,4	-1,6	0,5	26,8	19,2	3,8	3,8	1	0,9	2,2	30,9	57,7	43,6	8,4	3,9	3,4	-0,7	2,7
15	H.ALAĞAĞLU	19	46	158	16,2	2,5	4,9	-1,3	1,7	3,9	27,9	26,4	3,2	-1,2	1,7	-0,9	-0,7	28,5	56,4	35,4	5,7	3,7	0,4	0,8	3,2
16	G.SAYIN	19	50	160	15	5,1	5,6	0,9	1	0,7	28,3	16,9	7,2	5	0,7	1	1,2	32	60,3	41,4	12,3	10,6	1,6	2	1,9
17	M.TOMBUL	20	63	173	17,6	10	2,6	0,8	-2,2	2,4	31,2	18,1	3,6	4,5	-1,1	3,2	1,2	29,5	60,7	34,5	13,6	7,1	-0,3	1	3,6
18	F.GÜNGÖR	19	44	163	15,1	8,7	5,4	3,1	3,7	-3,4	32,6	14,6	7,2	2,3	7,6	1,4	4,2	37,3	69,9	33,2	15,9	7,7	10,7	5,1	0,8
19	P.GÜZTAŞ	21	55	175	16,6	9,5	4,6	3,3	4,5	1,3	39,8	18,3	7,2	2	7,7	1,5	3,3	40	79,8	31,2	16,7	6,6	1,1	6	4,6
20	E.ÜNAL	22	60	162	12,9	4,2	1,5	0,5	2,5	3,4	25	17,6	-0,3	1,8	1,8	3,8	0,1	24,8	49,8	31,2	3,9	3,3	2,3	6,3	3,5
21	B.KURT	21	63	158	17,9	4,4	4,2	2,3	1,6	1,8	32,2	14,5	6,8	4	3,2	4,7	1,2	34,4	66,6	35,5	11,2	8,2	5,5	6,3	3
22	B.KAÇAR	18	49	158	19,7	1,8	2,8	4,8	0,7	1,3	31,1	7,7	5,7	5,9	2,5	3,2	3,2	28,2	59,3	34,2	7,5	8,7	7,3	3,9	6,5
23	N.ERGUN	19	55	179	20	4,7	-0,8	2,3	1	3	30,2	21	2,3	1,8	0,3	3,5	0,3	29	59,2	37,7	7	1	2,6	4,3	3,3
24	V.SERİN	21	54	160	16,3	5,3	7,9	-2,6	2,6	2,6	32,1	17,6	9,8	2,2	7,6	-0,9	1,7	38	70,1	37,3	15,1	10,1	5	1,7	4,3
25	A.PAKEL	20	57	168	20,4	2,4	1	0,1	3,4	1	28,3	15,4	0,6	2,4	1,1	3,7	1,3	24,5	52,8	38	3	3,4	1,2	7,1	2,5
ORT		19,60	53,88	164,92	16,64	4,48	2,64	1,66	1,50	2,58	29,51	17,02	3,98	2,42	1,98	1,66	1,78	28,84	58,34	33,08	8,46	5,06	3,64	3,17	4,36
SD		1,12	6,15	6,16	4,19	3,10	2,35	1,63	1,82	2,42	5,48	4,59	3,46	1,98	2,67	1,74	2,12	7,00	12,00	6,92	5,09	3,28	3,14	2,66	3,50

	1	2	3	4	5	6	TOPLAM F	1	2	3	4	5	6	TOPLAME	TOPLAM F	T12-E1	T10-E1	T8-9	T6-7	T4-5	T3-3
36,8	3,4	4,8	3,9	3,2	4,9	3,6	57	3,6	1,6	3,3	0,5	2,6	3,2	14,8	71,8	40,7	5	8,1	4,4	5,8	8,1
23,6	0,2	1,2	1,9	5	0,6	6,1	32,5	-0,6	-2	0,3	1,5	0,6	0,6	5,9	38,4	27,2	0,4	-0,8	2,2	6,3	1,7
32,9	4	4,4	0,1	0,2	5,5	47,1	4,1	2,1	1,2	1,1	1,1	1	1	10,6	57,7	49	6,1	5,6	1,2	1,3	6,5
36,1	5,6	4,7	1,9	4,2	-2,2	50,3	1,3	-3,7	5,2	1,7	2,5	0,7	0,7	7,7	58	40,2	1,9	9,9	1,6	6,7	1,5
23,8	7	4,5	3,4	6	4,9	49,6	0,5	1	2,4	2,4	3,6	0,6	0,6	10,5	60,1	23,1	8	6,9	5,8	9,6	5,5
40,2	4,3	2,2	1,3	-2	-3	43	4,1	3,1	-3,1	2,5	-0,9	0,2	0,2	5,9	48,9	40,7	7,4	-0,9	3,8	-0,9	2,8
47,2	0,7	3,1	2,1	0,5	7,5	61,1	5,7	-0,1	0,8	0,6	1,3	0,1	0,1	8,4	69,5	51,3	0,6	3,9	2,7	1,8	7,6
42,2	2	2,1	4,1	2,9	1,8	55,1	3,7	1,6	0,3	2,2	-1,8	0,6	0,6	6,6	61,7	47,9	3,6	2,4	6,3	1,1	2,4
31,7	1,4	3	0,7	-1,7	-3,4	31,7	8,6	5,2	0,5	-1,1	0,2	6,4	6,4	19,8	51,5	35,4	6,6	5,5	0,4	-1,5	3
20,1	3,5	0,9	1,6	3,3	4,2	33,6	3,9	-2,3	1,8	1,1	2,8	-0,1	0,1	7,2	40,8	28,7	1,3	2,7	2,7	6,1	4,1
31,6	0,4	5,6	0,9	0,5	-4,6	34,4	2,5	0,2	3,7	0,9	1,2	0,1	0,1	8,6	43	33,3	0,6	9,3	1,8	1,7	4,5
27,1	2,6	0,7	-0,6	2,6	10,7	43,1	2,6	0,2	0,5	1,5	0,5	0,6	0,6	5,9	49	29,6	2,8	1,2	0,9	3,1	11,3
32,2	0,2	9,2	5,7	6	-1,1	52,2	1	4,5	1,9	-2,3	5,9	3,6	3,6	14,6	66,8	34,8	4,7	11,1	3,4	11,9	2,5
31,1	2,8	0,5	0,7	3,9	5,1	44,1	4,7	-2,1	2,5	2,6	1,7	0,1	0,1	9,5	53,6	32,1	0,7	3	3,3	5,6	5,2
35,9	2,1	4	2	2,4	2,5	48,9	1,4	0,2	0,5	3,6	1,1	2	2	8,8	57,7	40,6	2,3	4,5	5,6	3,5	4,3
32,8	1,7	6,9	5	0,5	2,1	59	5,5	2,5	-5,5	-3	2,7	6,4	6,4	8,6	67,6	34,2	14,2	1,4	2	3,2	8,5
27,4	-1,1	0,2	0,1	2,1	1,9	30,6	7,1	1,5	-2,4	0,6	0,8	0,5	0,5	8,1	38,7	32,9	0,4	-2,2	0,7	2,9	2,4
27	8,8	2,8	4,1	-1,9	-3,4	37,4	15,5	3,1	-5,7	0,5	3,9	1	1	18,3	55,7	34,1	11,9	-2,9	4,6	7	-2,4
28,3	9,4	3,2	3,1	0,4	-1	43,4	3,6	-3,2	3,7	1,3	1,1	0,3	0,3	6,8	50,2	43,8	6,2	6,9	4,4	1,5	-0,7
38	8,3	4,7	1,1	1,4	-4,3	49,2	1,7	0,4	3,4	0,4	0,9	0,5	0,5	7,3	56,5	41,6	8,7	8,1	1,5	2,3	3,8
26	10,2	6,8	5,2	2	2,3	52,5	7,7	2,2	-5,6	2,9	7,3	-2,4	-2,4	12,1	64,6	27,7	12,4	1,2	8,1	9,3	-0,1
13,7	13,1	2,6	7,9	4,4	4,7	46,4	3,8	2,2	3,3	5,2	3	3,2	3,2	20,7	67,1	21,4	15,3	3,9	13,1	7,4	7,9
44,4	4	0,6	-0,3	-2,5	2,9	49,1	6,5	0,9	-4,2	1,5	0,8	1,8	1,8	7,3	56,4	48,2	4,9	-3,6	1,2	-1,7	4,7
40	10	8,4	1,9	4,6	-5,6	59,3	1,3	0,9	3	3,7	1,7	-0,7	-0,7	9,9	69,2	46,5	10,9	11,4	5,6	6,3	6,3
24	6,9	-0,7	2,1	-1,6	5,9	36,6	2,4	3,1	5,2	2,4	2	0,5	0,5	15,6	52,2	25,3	10	4,5	4,5	0,4	6,4
31,76	4,86	3,46	2,40	1,86	1,56	45,89	4,36	0,98	0,59	1,32	1,90	1,23	1,23	10,38	56,27	36,17	5,84	4,04	3,72	3,76	2,79
7,93	4,01	2,59	2,09	2,56	4,24	9,18	3,19	2,21	3,34	1,79	1,92	2,00	2,00	4,42	9,78	8,00	4,03	4,30	2,82	3,09	4,61

**Ek 7. Erkek Öğrencilerin Pelvik Tilt Verileri**

ERKEK										
	ADI SOYADI	YAŞ	KİLO	BOY	PT F	PT E	LIMLORF	LUMLOR E	TOTAL F	TOTAL E
1	M.CAN YAKUT	19,0	57,0	168,0	43,2	14,6	52,7	22,0	95,9	36,6
2	C.MEMİŞ	18,0	67,0	175,0	64,0	10,6	54,8	35,2	118,8	45,8
3	S.AKTÜRK	19,0	64,0	178,0	64,1	6,8	47,7	13,1	111,8	19,9
4	A.BEHLÜL	18,0	57,0	178,0	55,3	5,6	80,5	30,2	135,8	35,8
5	C.TEMİZ	18,0	60,0	170,0	58,2	3,2	67,7	23,6	125,9	26,8
6	O.FISTİKOĞLU	20,0	65,0	180,0	45,5	13,8	62,9	19,1	108,4	32,9
7	Y.POLAT	19,0	80,0	187,0	55,9	6,3	61,8	23,8	117,7	30,1
8	G.GÜFER	19,0	59,0	172,0	52,1	3,4	57,0	38,5	109,1	41,9
9	M.S.ÖZÇELİK	18,0	63,0	167,0	49,8	14,4	76,1	17,5	125,9	31,9
10	K.ERTAŞ	20,0	54,0	170,0	62,0	13,5	66,3	16,3	128,3	29,8
11	L.E.AKALIN	19,0	65,0	175,0	61,3	18,6	58,9	13,5	120,2	32,1
12	M.YÜCEL	18,0	72,0	176,0	59,2	26,2	58,4	32,1	117,6	58,3
13	S.YÜCEPUR	21,0	60,0	168,0	55,4	9,0	54,5	12,9	109,9	21,9
14	S.ESİN	19,0	70,0	178,0	51,5	2,3	58,0	14,7	109,5	17,0
15	H.ÇETİN	18,0	56,0	170,0	64,2	7,5	56,6	31,8	120,8	39,3
16	İ.ABUABDOU	21,0	70,0	180,0	68,8	6,5	54,0	13,0	122,8	19,5
17	M.ÜSTÜN	20,0	78,0	180,0	59,2	16,1	60,8	30,8	120,0	46,9
18	V.GÜNEŞ	19,0	54,0	175,0	75,8	16,8	63,0	34,5	138,8	51,3
19	E.SERT	18,0	54,0	168,0	59,4	8,8	52,9	7,2	112,3	16,0
20	S.ULUDAG	18,0	67,0	176,0	60,1	13,4	62,4	14,0	122,5	27,4
21	Ö.AYCANOĞLU	19,0	52,0	175,0	57,7	16,3	70,4	19,8	128,1	36,1
22	O.DERICIOĞLU	20,0	55,0	174,0	55,1	10,6	63,6	5,8	118,7	19,4
23	İ.ÖZGÜL	18,0	62,0	170,0	40,3	19,5	64,0	19,3	104,3	29,8
24	S.AKIN	20,0	70,0	177,0	80,9	23,6	68,2	13,8	149,1	37,4
25	M.BÜYÜKKÖR	18,0	67,0	176,0	43,2	26,4	63,6	9,9	108,8	36,3
26	K.DOĞAN	18,0	75,0	180,0	50,9	32,3	56,5	32,1	107,4	64,4
27	M.SÜTÇÜ	22,0	74,0	176,0	48,3	19,7	59,9	8,0	108,2	27,7
28	Ç.CORAYEV	20,0	64,0	168,0	72,8	3,0	59,6	22,8	132,4	25,8
29	G.SOĞUT	19,0	72,0	184,0	64,0	15,5	54,0	20,0	118,0	35,5
30	E.BEKİR	22,0	60,0	175,0	37,2	3,2	62,6	34,2	59,8	37,4
31	M.MİDİK	20,0	73,0	176,0	47,7	7,8	58,0	13,8	105,7	21,6
32	G.GÜMÜŞ	18,0	73,0	176,0	35,6	7,7	51,4	22,9	87,0	30,6
33	B.CANDAN	19,0	82,0	172,0	38,7	3,8	54,3	19,6	93,0	23,4
34	E.GÜNEŞ	19,0	65,0	175,0	37,0	5,2	63,4	23,5	100,4	28,7
35	N.CANBAZ	18,0	58,0	175,0	44,9	4,0	70,9	17,6	115,8	21,6
36	Ş.ÇURUK	19,0	75,0	181,0	42,8	4,9	57,7	12,6	100,5	17,5
37	H.ÖZKAN	22,0	65,0	167,0	47,5	7,7	90,8	15,8	138,3	23,5
38	B.YAVUZ	21,0	75,0	180,0	61,1	3,5	52,7	13,1	113,8	16,6
39	C.BİLGİNER	20,0	75,0	178,0	55,9	2,9	58,9	10,8	114,8	13,7
40	M.AKICI	19,0	78,0	179,0	16,7	10,3	70,6	16,1	87,3	26,4
41	Y.AKKAYA	18,0	55,0	165,0	58,4	20,5	61,9	11,2	120,3	31,7
42	B.UYGUN	20,0	69,0	168,0	64,0	3,1	70,4	24,2	134,4	27,3
43	S.ACAR	19,0	80,0	181,0	59,2	0,9	71,5	8,2	130,7	9,1
44	C.KARAHANLI	20,0	70,0	180,0	42,7	19,7	57,7	15,3	100,4	35,0
45	M.ERDEM	20,0	82,0	187,0	25,1	12,6	63,3	10,8	88,4	23,4
46	S.ERDEN	19,0	58,0	173,0	57,1	16,4	65,2	16,4	122,3	32,8
47	M.ACAR	20,0	76,0	186,0	61,2	15,5	59,9	20,9	121,1	36,4
48	G.YILDIZ	18,0	66,0	180,0	58,1	7,1	56,7	26,4	114,8	33,5
49	R.YILDIZ	19,0	60,0	174,0	57,3	17,6	66,2	19,8	123,5	37,4
50	S.ALGAN	18,0	72,0	176,0	55,5	7,7	47,5	30,0	103,0	37,7
	ORT	19,2	66,8	175,5	53,6	11,3	61,6	19,4	115,1	30,8
	SD	1,1	8,2	5,3	12,0	7,4	8,1	8,3	13,7	10,9

**Ek 8. Kız Öğrencilerin Pelvik Tilt Verileri**

KIZ										
ADI SOYADI	YAŞ	KILO	BOY	PT F	PT E	LUMLOR F	LUMLOR E	TOTAL F	TOTAL E	
1 A.ÇELİKEL	19,0	51,0	163,0	47,2	2,1	64,9	24,1	112,1	26,2	
2 B.GÜREL	19,0	53,0	168,0	51,3	6,0	63,6	23,4	114,9	29,4	
3 S.HARMANCI	18,0	50,0	168,0	59,2	11,1	78,8	10,8	138,0	21,9	
4 G.TUĞRUL	20,0	53,0	170,0	60,7	6,0	67,5	20,3	128,2	26,3	
5 Z.KÖYBAŞI	20,0	56,0	161,0	65,7	2,0	69,1	21,4	134,8	23,4	
6 S.UTLU	20,0	45,0	163,0	67,3	12,4	67,4	26,4	134,7	38,8	
7 D.FIDANCI	20,0	50,0	167,0	32,2	5,1	63,2	9,0	95,4	14,1	
8 B.KZADE	18,0	65,0	162,0	42,1	5,3	69,9	15,9	112,0	21,2	
9 B.ÖZÇELİK	19,0	47,0	158,0	38,1	3,1	66,4	24,4	104,5	27,5	
10 H.DIRİL	19,0	49,0	161,0	42,7	1,3	59,2	26,9	101,9	28,2	
11 T.ALP	19,0	57,0	165,0	53,0	2,5	65,2	21,2	118,2	23,7	
12 E.ODABAŞI	20,0	65,0	163,0	36,6	8,5	57,0	25,9	93,6	34,4	
13 S.ORBAY	21,0	55,0	160,0	38,1	3,4	67,0	21,9	105,1	25,3	
14 Ö.ALTAY	21,0	51,0	163,0	39,8	14,4	59,1	25,3	98,9	39,7	
15 Ö.KEĞAR	21,0	39,0	152,0	25,4	11,6	51,5	9,5	76,9	21,1	
16 U.KINA	18,0	60,0	178,0	43,8	4,1	67,6	5,0	111,4	9,1	
17 H.ALIĞACGLU	19,0	46,0	158,0	69,6	2,6	64,7	15,7	134,3	18,3	
18 G.SAYIN	19,0	50,0	160,0	44,3	6,5	64,9	24,7	109,2	31,2	
19 S.ALKAN	19,0	52,0	163,0	48,5	5,7	77,3	12,9	125,8	18,6	
20 M.TOMBUL	20,0	63,0	173,0	57,2	12,2	70,0	18,9	127,2	31,1	
21 F.GÜNGÖR	19,0	44,0	163,0	43,4	9,1	59,4	27,6	102,8	36,7	
22 P.GÖZTAŞ	21,0	55,0	175,0	32,5	10,6	47,5	17,2	80,0	27,8	
23 S.GÜLBAHAR	19,0	52,0	166,0	46,1	7,3	68,4	23,7	114,5	31,0	
24 E.ÜNAL	22,0	60,0	162,0	51,0	9,2	68,5	22,4	119,5	31,6	
25 B.KURT	21,0	63,0	158,0	57,4	4,9	67,4	15,3	124,5	20,2	
26 B.GÜNGÖR	21,0	45,0	170,0	23,6	8,3	64,9	10,7	88,5	19,0	
27 M.DERELİ	20,0	49,0	160,0	32,0	4,6	45,7	7,2	77,7	11,8	
28 E.İŞİKTEKİN	20,0	47,0	160,0	24,0	12,7	56,0	14,1	80,0	26,8	
29 B.KAÇAR	18,0	48,0	158,0	64,6	6,0	50,2	7,0	114,6	13,0	
30 S.UZÉYİR	22,0	60,0	165,0	45,0	22,4	53,4	17,7	98,4	40,1	
31 N.ERGÜN	19,0	55,0	179,0	25,1	8,4	66,1	10,3	91,2	18,7	
32 E.MERTOĞLU	18,0	53,0	164,0	23,7	2,4	55,4	18,1	79,1	20,5	
33 S.TURAN	19,0	60,0	162,0	29,8	6,1	53,2	24,4	83,0	30,5	
34 B.UYSAL	19,0	49,0	172,0	45,4	3,0	62,7	16,0	108,1	19,0	
35 Z.ERİŞ	20,0	57,0	160,0	59,9	3,2	46,1	21,0	106,0	24,2	
36 B.DOĞAN	19,0	55,0	168,0	47,5	12,0	49,7	15,3	97,2	27,3	
37 G.AKPINAR	19,0	62,0	158,0	61,4	9,3	53,8	20,2	115,2	29,5	
38 E.ASLANBAY	19,0	52,0	169,0	40,4	2,0	55,6	24,2	96,0	26,2	
39 M.NALBANTOĞLU	20,0	62,0	164,0	40,2	3,6	55,2	25,6	95,4	29,2	
40 H.TOPRAKÇI	19,0	56,0	160,0	50,1	4,4	67,0	22,5	117,1	26,9	
41 A.SAĞDAN	19,0	54,0	167,0	38,6	4,1	62,7	11,7	101,3	15,8	
42 S.TAN	19,0	50,0	164,0	44,7	9,0	53,3	17,1	98,0	26,1	
43 S.DOĞAN	18,0	52,0	158,0	40,3	7,7	65,6	25,1	105,9	32,8	
44 R.AKAR	19,0	70,0	160,0	35,4	4,4	68,9	15,8	104,3	20,2	
45 B.TEKİRGÖL	19,0	53,0	172,0	63,1	2,8	61,6	16,9	124,7	19,7	
46 L.EMİN	18,0	60,0	165,0	32,8	4,4	64,1	17,2	96,9	21,6	
47 N.EKİZ	19,0	48,0	164,0	60,8	1,1	71,3	11,8	132,1	12,9	
48 V.SERİN	21,0	54,0	160,0	60,2	4,6	53,8	8,6	114,0	13,2	
49 A.MUTLU	19,0	55,0	175,0	35,6	2,8	70,7	24,0	106,3	26,8	
50 A.PAKEL	20,0	57,0	168,0	32,1	10,5	59,5	26,1	91,6	36,6	
ORT	19,5	63,9	164,4	45,0	6,5	61,8	18,4	106,8	24,9	
SD	1,0	6,2	6,7	12,6	4,2	7,8	6,2	16,3	7,5	