T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

LOMBER DİSK VE LOMBER FÜZYON CERRAHİSİNDE KOMŞU DİSK BİYOMEKANİĞİNİN İNCELENMESİ

Ceren KIZMAZOĞLU
0000-0001-6146-0842

BİYOMEKANİK ANABİLİM DALI

Biyomekanik Doktora Programı

DOKTORA TEZİ

İZMİR
OCAK 2023

TEZ KODU: DEU.HSI.PhD-2013970151

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

LOMBER DİSK VE LOMBER FÜZYON CERRAHİSİNDE KOMŞU DİSK BİYOMEKANİĞİNİN İNCELENMESİ

Ceren KIZMAZOĞLU
0000-0001-6146-0842

BİYOMEKANİK ANABİLİM DALI
Biyomekanik Doktora Programı

DOKTORA TEZİ

Doç.Dr. Ahmet KARAKAŞLI
0000-0003-3415-4959

İZMİR
OCAK 2023

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER iii

TABLOLAR DİZİNİ i

ŞEKİLLER DİZİNİ ii

GRAFİKLER DİZİNİ iii

KISALTMALAR iv

ÖZET vii

1. GİRİŞ VE AMAÇ 1

2. GENEL BİLGİLER 3

2.1. OMURGA BİYOMEKANİĞİ TARİHİ 6
2.1.1. PREHİSTORİK DÖNEM 6

2.2. OMURGA ANATOMİSİ 8

2.3. OMURGA BİYOMEKANİĞİ 9

2.4. OMURİLİK BİYOMEKANİĞİ 10

3. GEREÇ VE YÖNTEM 11

3.1. ARAŞTIRMANIN TİPİ 11

3.2. ARAŞTIRMANIN YERİ VE ZAMANI 11

3.3. ARAŞTIRMANIN EVRENİ VE ÖRNEKLEMİ/ÇALIŞMA GRUPLARI 12

3.4. ÇALIŞMA MATERYALİ 12
3.4.1. NUMUNELERİN HAZIRLANMASI 13

3.5. ARAŞTIRMANIN DEĞİŞKENLERİ 14

3.6. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI 14
3.6.1. UNİVERSAL AKSİYEL TEST CİHAZI 14
3.6.2. FSR SENSÖR 17
3.6.3. FORCE-SENSİNG RESİSTOR (FSR) İLE KOMŞU SEGMENT ÜZERİNDEKİ BASI KUVVETİNİN İNCELENMESİ 21

3.7. VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ 21

3.8. ARAŞTIRMANIN SINIRLILIKLARI 22

3.9. ETİK KURUL ONAYI 22

4. BULGULAR 23

4.1. AKSIYEL BASI TESTLERI 23

4.2. FSR TESTLERI 25

5. TARTIŞMA 27

6. SONUÇ 30

7. KAYNAKLAR 31

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1 - Çalışma İzlem Şeması…….…….25
Tablo 2 – FSR Yük, Direnç ve Voltaj Değişimi…….…...…33
Tablo 3 - Gruplara Göre Biyomekanik Test Sonuçları (N) ve P değerleri……40

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1 - Koyun Omurgası 12
Şekil 2 - Total laminektomi uygulanmış koyun omurgaları 13
Şekil 3 - Grup V için hazırlanmış numunenin lateral görünümü 14
Şekil 4 - PVC Potlarla fikse edilmiş omurga 15
Şekil 5 - Fikse edilen koyun omurgalarının üniversal aksiyel test cihazında yerleşimi 16
Şekil 6 - Salınımlı testere yardımı ile sensörün girebileceği bir osteotomi hattı açılması 17
Şekil 7- FSR Sensör 0.5" 18
Şekil 8- FSR sensörlerde Voltaj, Direnç ve Yük arasındaki ilişki 19
Şekil 9 - FSR Sensör Uygulaması 20
Şekil 10 - Temas sensörünün omurga üzerindeki yerleşiminin şematik gösterimi 21
Şekil 11 - Universal aksiyel test cihazı kombine temas sensörlü test düzeneği 23
Şekil 12 - Deney düzeneğine yerleştirilen sensör 29

GRAFİKLER DİZİNİ

Grafik 1 - Nötral Pozisyon Deplasman Değerleri…….……..29
Grafik 2 - 20° Fleksiyon Total Deplasman Değerleri……..…30
Grafik 3 - Nötral Pozisyon FSR ölçümlü Yük Değerleri……30
Grafik 4 - 20° Fleksiyon FSR ölçümlü Yük Değerleri……31

KISALTMALAR

DEÜ: Dokuz Eylül Üniversitesi

FE: Finite Element

VKİ: Vücut Kitle İndeksi

İDB: İntervertebral Disk Basıncı

LL: Lomber Lordoz

PI: Pelvik İnsidans

ALL: Anterior Longitudinal Ligaman

BOS: Beyin Omurilik Sıvısı

kN: Kilo Newton

FSR: Force Resistive Sensor

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE
ETİK BEYANI

Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırlayıp sunduğum "Lomber disk ve lomber füzyon cerrahisinde komşu disk biyomekaniğinin incelenmesi" başlıklı DOKTORA tezim içinde elde ettiğim verileri, bilgileri, belgeleri akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tezimde yararlandığım eserlere bilimsel kurallara uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, tezimin özgün olduğunu, tezimin çalışma ve yazımında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

İmza
Adı-Soyadı: Ceren KIZMAZOĞLU
Tarih: 20/01/2023

TEŞEKKÜR

DOKTORA eğitimim boyunca yanımda olduğunu hissettiren, bilgisi ve deneyimleri ile yol gösteren, sonsuz sabır ve şefkat ile destek olan danışman hocam Doç. Dr. Ahmet KARAKAŞLI'a; Bölüm içerisinde özellikle laboratuvar uygulama sürecinde bölüm laboratuvarını ve tüm imkanlarını paylaşan, tezimin yöntem kısmında kendi çalışmalarını paylaşıp yol gösteren, her sorumu iyi niyetleri ile yanıtlayan Prof. Dr. Hasan HAVITÇIOĞLU'a; Lisansüstü eğitim almam konusunda beni teşvik eden, karakterini ve azmini örnek almaya çalıştığım akıl hocam Prof. Dr. Serhat ERBAYRAKTAR'a; yanımda olan tüm dostlarıma; en önemlisi her zaman yanımda olan yol arkadaşım sevgili eşim Dr. Deniz Kızmazoğlu'na çok teşekkür ederim.Tezin tüm aşamalarında yardımını esirgemeyen R. Buğra Hüsemoğlu'na teşekkür ederim.

LOMBER DİSK VE LOMBER FÜZYON CERRAHİSİNDE KOMŞU DİSK BİYOMEKANİĞİNİN İNCELENMESİ

DOKTORA TEZİ

Ceren KIZMAZOĞLU

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Biyomekanik Anabilim Dalı

ÖZET

Lomber disk hernisi ve lomber dar kanal cerrahisi sonrası komşu üst segment disk mesafesinde ilerleyen dejeneratif değişikler olmaktadır. Lomber disk hernisi ve lomber füzyon cerrahisi sonrası komşu segmentte oluşan deformasyonun operasyon sonrasında mı oluştuğu yoksa spinal dejeneratif hastalığın doğal bir sonucu mu olduğu kanıtlanamamıştır. Lomber omurgaya yönelik farklı cerrahi teknikler mevcuttur. Bizim çalışmamızın amacı farklı spinal cerrahi teknikleri sonrası komşu disk mesafesinde aksiyel yüklenme sırasındaki yükü ölçerek literatüre katkı sağlamaktır. Çalışmamızda 30 adet koyun omurgası kullanılacaktır. 5 grup oluşturulacaktır. Grup I (n=6); kontrol , grup II (n=6) ; tek taraflı hemilaminektomi ve diskektomi uygulanacak , grup III (n=6) ; total laminektomi uygulanacak, grup IV (n=6) ; 2 seviye lomber füzyon uygulanacak, grup V (n=6) ; 2 seviye lomber füzyon ve laminektomi uygulanacaktır. Bu çalışmada L3-4 segmentlerine cerrahi uygulanacak, L2-L3 disk aralığından FSR406 sensör yardımı ile diske binen yük ve L1-L5 arası total yük ölçümü yapılacaktır. Tüm testler için Üniversal aksiyel kompresyon makinesi kullanılacaktır (AG-IS 5 kN, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japonya). 400N aksiyel kompresyon sırasında TRAPEZIUM X Materials Testing Software (versiyon 1.1.2) ile kaydedilecek ve analiz edilecek. Gruplar arası istatiksel analiz için non parametrik test olan Mann-Whitney U testi (SPSS, v. 15.0; SPSS, Chicago, IL, ABD) kullanılacaktır. Grup 1 ve 4 arasında fleksiyon (p=0.016), Fleksiyon FSR (p=0.037) anlamlı fark mevcuttu. Grup 1 ve 5 arasında basmada (p=0.037), Fleksiyon FSR (p=0.020) anlamlı fark mevcuttu. Sonuçlar genel olarak incelendiğinde uygulanan cerrahi sonrası komşu segmentte basınç artmaktadır. Bu çalışmada bu tekniklerin genişletilmesi ve füzyon cerrahisi sonrası özellikle fleksiyon sonrası intradiskal basınçların arttığı

gözlemlenmiştir. Bu basınç artışı ileride komşu segment hastalığının gelişimine neden olabilir.

Anahtar kelimeler: lomber disk, laminektomi, komşu segment, lomber füzyon, fsr sensör

Tezin sayfa adedi: 35

Danışman: Doç. Dr. Ahmet KARAKAŞLI

INVESTIGATION OF NEIGHBORING DISC BIOMECHIC IN LUMBAR DISC AND LUMBAR FUSION SURGERY

Doctoral Thesis

Ceren KIZMAZOĞLU

DOKUZ EYLUL UNIVERSITY HEALTH SCIENCE INSTITUTE
Department of Biomechanics

ABSTRACT

After lumbar disc herniation and lumbar stenosis surgery, degenerative changes occur in the upper segment disc distance. It has not been proven whether the deformation in the adjacent segment after lumbar disc herniation and lumbar fusion surgery occurs after the operation or is a natural consequence of spinal degenerative disease. There are different surgical techniques for the lumbar spine. The aim of our study is to contribute to the literature by measuring the load during axial loading at the adjacent disc distance after different spinal surgery techniques. In our study, 30 sheep spines were used. There were 5 groups: Group I (n=6); control , group II (n=6) ; unilateral hemilaminectomy and discectomy were performed, group III (n=6); total laminectomy was performed, group IV (n=6); two levels of lumbar fusion were performed, group V (n=6); two levels of lumbar fusion and laminectomy were performed. In this study, the load on the disc and the total load between L1-L5 were measured with the help of the FSR406 sensor from the L2-L3 disc space by performing surgery on the L3-4 segments. A universal axial compression machine was used for all tests (AG-IS 5 kN, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan). Recorded and analyzed with TRAPEZIUM X Materials Testing Software (version 1.1.2) during 400N axial compression. The non-parametric Mann-Whitney U test (SPSS, v. 15.0; SPSS, Chicago, IL, USA) was used for statistical analysis between groups. There was a significant difference between groups 1 and 4 in flexion ($p=0.016$), Flexion FSR ($p=0.037$). There was a significant difference in compression ($p=0.037$) and flexion FSR ($p=0.020$) between groups 1 and 5. When the results are examined in general, the pressure in the adjacent segment increases after the surgery. In this study, it was observed that intradiscal pressures increased after the expansion of these techniques and after fusion surgery, especially after flexion. This pressure increase may lead to the development of adjacent segment disease in the future.

Keywords: lomber disc, laminectomy, adjacent segment, lumbar fusion, fsr sensor
Page number: 35
Adviser: Doç. Dr. Ahmet KARAKAŞLI

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Lomber disk hernisi ve lomber dar kanal cerrahisi sonrası komşu üst segment disk mesafesinde ilerleyen dejeneratif değişikler olmaktadır. Lomber disk hernisi ve lomber füzyon cerrahisi sonrası komşu segmentte oluşan deformasyonun operasyon dolaylı mı yoksa spinal dejeneratif bir rahatsızlığın sonucu mu olduğu halen kanıtlanamamıştır.

Dejeneratif lomber omurga, intervertebral diskin, bağların ve/veya kemik yapılarının kayda değer yapısal bozulması ile ilişkilidir. Tipik bulgular radyal fissürler, sarkmalar, uç plak hasarları, halka şeklinde çıkıntılar, iç disk bozulmaları, disk alanı daralması, hipertrofik bağlar, kalınlaşmış faset eklemleri ve osteofitlerdir. Bu dejeneratif değişiklikler ileri evre hastalıkta kararsızlığa neden olur. Bu dejenerasyonların klinik son noktası, foramenlerdeki veya spinal kanaldaki nöral yapıların sıkışmasıdır.

Komşu segment hastalıkları, lomber füzyon cerrahisinden sonra yaygın görülmektedir. Bir hareket segmentinin kinetiğindeki değişiklikler muhtemel disk dejenerasyonunun mekaniğinde önemli bir rol oynamaktadır. Postoperatif komşu segment hastalıkları söz konusu olduğunda, bu değişiklikler torako-lumbo-pelvik kinematik, spinal anatomi ve paraspinal kas enine kesit alanlarında cerrahi olarak indüklenen modifikasyonların bir sonucu olabilmektedir. İnvaziv olmayan in vivo teknik mevcut olmadığından, in vitro kurulumlar ya da sanal analizler olan sonlu eleman (FE) modelleri omurga biyomekaniğindeki postoperatif değişiklikleri araştırmak için alternatif önlemler olarak ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte, cerrahi müdahalelerden önce ve sonra kas kuvvetlerinin kritik rolünün ihmal edilmesi, bu sonuçların güvenilirliği konusunda şüphe uyandırmaktadır. Yanıt olarak, füzyon cerrahisinin omurga kinetiği üzerindeki etkileri incelenirken, kas aktivasyonunu içeren omurganın kas-iskelet modelleri de dikkate alınmıştır.

Önceki kas iskelet model çalışmaları, segmental lordoz, spinal anatomi, segmental kinematik, lumbopelvik ritim ve kas kesit alanlarında cerrahi olarak indüklenen değişikliklerin rolünü araştırmıştır. Ameliyat sonrası komşu segment

kinetiği üzerindeki preoperatif segmental koşullar derğerlendirilmiştir. Kas kuvvetlerini dikkate almalarına rağmen, bu modellerde yine de pasif spinal hareket segmentlerini sürtünmesiz küresel eklemler, burç elemanları veya doğrusal olmayan özelliklere sahip kayma ile deforme olabilen kirişler gibi farklı derecelerde model oluturmaya çalışılmıştır. Literatürdeki sanal analiz yöntemlerinde, yalnızca genel segmental bası ve kesme yüklerini tahmin edebilseler de; disk sıkıştırma/kesme yüklerini, bağ/faset kuvvetlerini, iç gerilimleri/gerilmeleri belirlemede başarısız olmaktadırlar.

Lomber omurgadaki dejeneratif değişiklikler aynı zamanda omurga biyomekaniğini de etkiler. Lomber stenozlu tüm hastalarda orta ila şiddetli dejeneratif değişiklikler olduğu göz önüne alındığında, dekompresyon cerrahisinden sonra biyomekanik değişikliklerin doğru ve geçerli tahmini için bu dejenerasyonun etkisi düşünülmelidir. Yeterli dekompresyon için arka yapıların çıkarılması, ameliyat sırasında lomber omurganın dejeneratif durumuna bağlı olarak farklı biyomekanik etkilere sahip olabilmektedir.

Hem dekompresyon cerrahisi hem de dejeneratif değişiklikler lomber omurganın biyomekaniğini etkilese de, dekompresyon cerrahisinin ve dejeneratif değişikliklerin eşzamanlı biyomekanik etkisi hakkında herhangi bir çalışmaya literatürde rastlanmamıştır. Bu nedenle dekompresyon cerrahisinin biyomekanik etkisinin dejeneratif değişikliklerle ilişkili olarak farklı olacağını varsaydık. Klinik deneyimlerin biyomekanik ölçümlerle ilişkilendirilmesi sayesinde, cerrahın dejeneratif omurga hastalığı için cerrahi yönteme karar vermesine katkıda bulunacaktır.

Lomber omurgaya yönelik literatürde farklı cerrahi teknikler mevcuttur. Kronik bel ağrısında en yaygın semptom olan lomber dejenerasyona bağlı mekanik kuvvetlerin farklı spinal cerrahi teknikleri sonrası komşu disk mesafesindeki yük değişimlerinin incelenmesi planlanmıştır. Çalışmamızda amaçlanan farklı spinal cerrahi teknikleri sonrası komşu disk mesafesinde aksiyel yüklenme sırasındaki basınç değişikliklerinin belirlenerek literatüre kazandırılmasıdır.

2. GENEL BİLGİLER

Komşu segment dejenerasyonu ve hastalığı, spinal artrodezin ortaya çıkmasından sonra tartışmalı konular arasında yer almıştı. Yıllar içinde spinal füzyon ameliyatlarından sonra ortaya çıkmıştır. Komşu segment hastalığı, spinal seviyede cerrahi olarak tedavi edilen seviyelerin hemen üstünde veya altında yeni dejeneratif radyografik değişiklikler olarak tanımlanır. Bu dejenerasyon radikülopati, miyelopati veya mekanik instabilite gibi klinik semptomlarla ilişkili olduğunda komşu segment hastalığı olarak kabul edilir. Komşu segment hastalığı, yeniden ameliyat gerektiren bir patolojiyi de tanımlar.

Komşu segment hastalığının gelişimi, altta yatan dejeneratif sürecin doğal ilerlemesi veya kemik yoğunluğu gibi hastaya özgü faktörlerin yanı sıra komşu segmente uygulanan artan biyomekanik stres dâhil olmak üzere çok faktörlüdür.

Komşu segment hastalığı önlemek için çeşitli artroplasti implantları geliştirilmiştir. Füzyon ve artroplasti arasındaki önemli farklılıkları göstermek için geniş hasta serileri/meta-analizler ve/veya uzun süreli takipler yapılmıştır.

Füzyon ve lomber artroplastinin uzun vadeli karşılaştırmalı çalışmaları, hareket korumasının Komşu segment hastalığı üzerindeki etkisine dair ek bilgi sağlar. Rainey ve meslektaşları geniş bir retrospektif çalışmasında, ortalama yeniden ameliyata kadar geçen süre 28.3 ay (aralık, 0,5-85 ay), olarak saptamıştır(1).

Füzyondan sonra mekanik streslerdeki artış sonrası komşu segmentte dejenerasyona sebep olur. Komşu segment dejenerasyonundan kaynaklanan değişikliklerin oranı genellikle ameliyattan 5 ila 10 yıl sonra ortaya çıkar. Lomber füzyonu takiben komşu segment patolojisinin gelişimi, revizyon cerrahisinin önemli bir nedenidir(2). On yıllık takipte, kısa lomber füzyon uygulanan hastaların yaklaşık %25'inde komşu segment hastalığı gelişir(3).

Komşu segment hastalığı gelişimi için risk faktörleri, hastayla ilgili faktörler ve cerrahi faktörler olarak ayrılabilir(4–7). Yaş, cinsiyet, obezite, önceden var olan dejenerasyon, osteoporoz, menopoz sonrası durum, romatoid artrit gibi faktörler ve faset tropizmi komşu segment dejenerasyonuna katkıda bulunabilir(2). D vitamini

reseptörü ve kolajen IX genlerinin polimorfizmleri gibi genetik faktörlerde disk dejenerasyonununu artırarak, komşu segmentinin bozulmasına neden olur(2).

Vücut kitle endeksi, sırt ağrısının önemli bir nedenidir. Vücut kitle endeksinin yüksek olması, lomber spinal stenoz ameliyatı sonrası sonuçları etkilemektedir. Vücut kitle endeksi arttıkça, lomber omurganın yeniden ameliyat olma oranı artmaktadır. Vücut kitle endeksinin artışı lomber omurgada artan yüke yol açar ve bu da intervertebral disklerin yüksekliğinin ve esnekleğinin kaybolmasına neden olur. Bu da faset eklemlerin ve paraspinal kasların anormal yükleme ile sonuçlanan kuvvetleri absorbe edememesine neden olur(8–11). Fazla kilolu veya obez hastalarda, kas hipertrofisine eşlik etmeyen VKİ artışı olduğu için, paraspinal kaslar dik duruşu sürdürmek için destek kapasitesini azaltır, bu da lomber füzyon sonrası intradiskal basınç ve segmental harekette artışa neden olarak daha büyük bir stres oluşturur(12).

Ou ve ark., dejeneratif omurga hastalığı için lomber füzyon sonrası 190 hastayı içeren retrospektif bir çalışma yapmış ve vücut kitle indeksini komşu segment hastalığı için bir risk faktörü olarak bulmuşlardır. VKİ klinik olarak objektif ve değiştirilebilir bir değişken olduğu için, vücut ağırlığının kontrolü, bir hastanın ameliyat öncesi döneminde füzyon cerrahisi sonuçlarını iyileştirebilecek şekilde optimize etmek için mükemmel bir değişken olabileceğini belirtmişlerdir(13).

Yaşlanma aynı zamanda omurga esnekliğinde ve füzyon sonrası biyomekanik değişikliklerin tolere etme kapasitesinde azalmaya neden olur. Yaş ile komşu segment hastalığı arasında bir ilişki olup olmadığı tartışmalıdır. Yaşlanma aynı zamanda omurga esnekliğinde ve füzyondan sonra biyomekanik değişikliklere uyum sağlama kapasitesinde azalma ile ilişkilidir. 490 hastadan oluşan retrospektif bir çalışmada Lee ve ark., 60 yaşından büyük hastaların ameliyat gerektiren komşu segment hastalığına sahip olma ihtimalinin daha yüksek olduğunu bildirmiştir(14). Cheh ve ark.16 ve Sears ve ark.9 da 50 veya 60 yaşından büyük olanların komşu segment hastalığı açısından daha yüksek prevalans ile ilişkili olduğunu bulmuşlardır(15). Çoğu çalışma, ilerlemeyle birlikte komşu segment hastalığı insidansında bir artış olduğunu göstermiştir(14,16,17).

Ameliyat öncesi komşu seviye dejenerasyonunun olmaması da potansiyel komşu segment hastalığı gelişimi üzerinde etkilidir. Lee ve ark. önceden var olan faset

dejenerasyonunun komşu segment hastalığı açısından yüksek risk ile ilişkili olduğunu belirlemiştir(18). Anandjiwala ve ark., dejeneratif hastalık için aletli füzyon uygulanan hastaları içeren prospektif bir çalışmada, önceden disk dejenerasyonu olan hastalarda komşu segment hastalığı gelişme riskinin arttığını göstermiştir(19). Ayrıca, travma nedeniyle füzyon uygulanan veya konjenital olarak füzyonu olan hastalarda komşu segment hastalığı oranlarının daha düşük olması, cerrahi müdahalenin uzun vadeli bir sekelinden ziyade önceden var olan hastalığın komşu segment hastalığı etiyolojisinde önemli bir faktör olduğu hipotezini desteklemektedir.

Disk içi basınçtaki değişikliklerin birden fazla nedeni olabilir örneğin, yüksek VKİ omurganın doğal dejeneratif süreci ayrıca füzyonun tipi ve uzunluğu ile ilişkilidir(20). Disk içi basıncın artması difüzyonu bloke eder ve disk beslenmesini bozarak disk dejenerasyonununa neden olur(21).

Birçok yazar, lomber füzyondan sonra komşu seviyedeki İDB değişikliklerini araştırmıştır. Biyomekanik çalışmalar, tek seviyeli bir füzyon modelinden sonra komşu disklerde İDB'ın arttığını göstermiştir(22,23). Bu da intradiskal basınçta bir artışın komşu segment hastalığının gelişimi için etiyolojik bir faktör olarak öne sürülmüştür(24).

Literatürde sagittal balansın komşu segment hastalığı gelişmesiyle direkt bağlantısı olduğu kanıtlanmıştır. 2005'te Glassman ve ark, pozitif sagittal denge ile hasta tarafından bildirilen kendi kendini değerlendirme ölçümleri arasında, özellikle artan pozitif sagittal dengesizlik ve semptomların şiddetlenmesi arasında anlamlı bir korelasyon olduğunu gösterdi(25). Kumar ve ark. ortalama postoperatif sakral eğime sahip hastaların komşu segment dejenerasyonu açısından en düşük riske sahip olduğu sonucuna varmışlardır(26). Etkili bir şekilde, sagittal dizilim, özellikle normal spinopelvik dengeyi sağlayarak, füzyondan sonra komşu segment hastalığını önlemek için esastır.

Lomber lordoz (LL), komşu segment hastalığı gelişme riski ile ilişkilidir(14,27) Füzyondan sonra lomber lordozun korunması, komşu segment stresi ve instabilite gelişme riskine karşı koruyucu bir faktör olarak tanımlanmıştır(28,29).

Pelvik insidans (PI), çeşitli pelvik ve spinal konum parametreleri ile güçlü bir şekilde ilişkilidir ve LL'un belirleyicisidir. Boulay ve ark., 2005'te 149 hastayı içeren prospektif bir çalışmasında, LL'u tahmin etmek için PI'a dayalı bir denklem önerdiler(30).

Pelvik tilt (PT), pelvisin posterior eğimini oluşturur ve büyük bir PT, artan ağrı ve azalmış fonksiyon ile ilişkilidir.

2.1. Omurga Biyomekaniği Tarihi

Antik çağdan beri hekimler omurga anatomisi, skolyoz, travmsı ile ilgilenmiştir. Son 50 yılda biyomekanik çalışmlar ivme kazanmıştır.

2.1.1. Prehistorik dönem

Antik Hindistan

Ünlü Srimad Bhagwat Mahapuraham, antik din adamı olarak hindistastanda kifoskolyozu tanımlamıştır(31).

Antik Mısır

Antik Mısır'ın incelenen papirüslerinde spinal travmalar hakkında bilgilere rastlanmaktadır. Edwin Smith cerrahi papirüsü servikal travma sonrası omurga diziliminin bozulmasına felaket olarak tanımlamıştır.

Antik çağın kuşkusuz en ünlü hekimi İstanköy (Kos) adasında yaşamış olan Hipokrat'tır. Hipokrat kemik kolonlarının disklerr, ligamanlar ve kaslar tarafından oluşturulduğunu belirtmiştir. Spinal dislokasyonu düzeltmek için traksiyon uygulamıştır. Bergamalı Galen ilk kez kifoz, lordoz, skolyoz terimlerini kullanmış ve tanımlamıştır. Gladyatör yaralanmaları sonraları hangi vertebral seviyede hangi nörolojik semptom olabileceğini tanımlamıştır. Bu anlamda tarihin ik spor hekimi olarak kabul edilmektedir(32).

Orta çağ

Bu dönemin en önemli hekimi İbni Sina, tıp kanunları adlı kitabında omurganın fonksiyonel anatomisine yer vererek anatomik fonksiyonunu tanımlamıştır. Ünlü arap cerrahı Al Zahravi omurga travması tedavisi için ortez kullanımının önemini belirtmiştir(33).

Yeni Çağ

Yeni çağda, antik çağda Arşimed ve Virovius fizik kanunları kabul edilmiş ve ilk biyomekanik bilgiler oluşmaya başlamıştır. Leonardo Da Vinci mekanik ve insan anatomisini birleştirmiştir. Omurga anatomisini, vertebra sayılarını dizilimlerini doğru olarak tanımlamıştır. Andreas Vesalius ‘un spinal anatomi üzerine yaptığı çalışmalar sayesinde Anatominin Babası olarak anılmaktadır. 1800 yıllarda Weber kardeşler yürüme ve koşma mekaniği hakkında çalışmalar yapmışlardır. Julius Wolff kemikler üzerine yaptığı çalışmalar sonucu Wolff kanunlarını yayınlamıştır. Bu Kanuna göre yapılan çıkarım “Kemiğin her fonksiyon değişimi matematik yasalarına bağlı kalınarak iç mimari ve dış konformasyonda değişiklik yapar” şeklindedir. (34).

Modern Çağ

Sir Frank Holdsworth 1962’de kolonlar konseptini tanımlamıştır. İki kolonda oluşacak yaralanmanın instabilite yaptığını bildirmiştir.

Özelikle son 50 yılda deney hayvanlarında ve insan kadavralar üzrinde yapılan birçok biyomekanik çalışma ile biyomekanik temeller oluşturulmuştur. Kadavra sorunları, kas kütlesinin ölçülememesi sonucu teknolojideki gelişmeler sonucu, sonlu elaman modelleri geliştirilmiştir(34).

Ülkemizde TOBB üniversitesi, ODTÜ, İTÜ ve Dokuz Eylül Üniversitesinde Biyomekanik laboratuvarlarında düzenlenen çalışmalar ülkemizin öncülerindedir.

2.2. Omurga Anatomisi

Omurga 33 omurun dizilmesi ile oluşan bir yapıdır. Omurga eklemler, ligamanlar ve kaslar ile birlikte kompleks bir yapı oluşturur.

Omurgayı oluşturan vertebraların cisimleri ve bunların aralarındaki intervertebral diskler omurganın eksenel yük taşıma görevini üstlenmiştir. Vertebra cisimlerinin genişliği ve derinliği yukarıdanşağıya doğru gittikçe artar. Laminalar pediküllerden arkaya ve içe doğru uzanırlar, spinal kanalın arka tarafını kapatarak dural kesenin korunmasını sağlayan kemik çatıyı oluştururlar. Faset eklemi, bir alt omurun superior artiküler prosesi ile bir üst omurun inferior artiküler procesi araında oluşan eklemdir. Pedikül ün boyutları omurganın bölümlerine göre farklılık gösterir. Servikal bölümde diğer bölümlere göre göre daha kısa ve çapı daha geniştir. İntervertebral diskler 2. Servikal vertebradan sakruma kadar tüm omur gövdeleri arasında bulunur. Sakrum ve koksiksin birbiri ile kaynaşmış segmentleri arasında ve atlas ile aksis arasında bulunmaz. Disklerin kalınlıkları taşıdıkları yüke doğru orantılı olarak omurganın değişik bölgelerinde farklılık göstermektedir. Servikal ve lombr bölgede konveksliği artırıcı olarak ön bülümleri daha kalındır. Torakal bölgede ise kalınlık farkı pek yoktur. Omur kolonlarının ön ve arkasında uzanan anterior ve posterior longitudinal ligaman diskleri iki omur arasına sıkıştırır. Bu durum omurgaya bir elstikiyet kazandırır. Herhangi bir yönde kuvvet etkisi ile eğilen omurga kuvvet kalktığı zaman eski pozisyonuna gelir. Anteiror ve posterior longitudinal ligaman omurganın ön ve arkaya hareketlerini sınırlar. Diskin oblik seyreden lifleri ise rotasyon hareketlerini kısıtlar.

İki omurga arasındaki diskler eksenel strese karşı direnç gösterirler.Yaş ilerdikçe bu strese karşı direnç düşer.Daha sonra fleksiyon ve ekstansiyon veya yana eğilme sonrası uygulanan kuvvetler diskte fıtıklara neden olabilir. Diskin kendisi vertebral cismin içine herniasyonuna engelleyen bir son plakla çevrelenmiştir. Anulus fibrozus kartilojen son plaklara iç lifler ve vertebral cismin duvarlarındaki kortikal kemiğe tutunmuş birkaç tabaka liften oluşur. Bu komponentler deformasyona tam dirençli değildir. Disklerin biyomekaniği özellikle kompresyonda yoğun olarak çalışılmıştır. Kompresyon sırasında nukleus pulpozus hidrostatik olarak çalışmakta ve

basınç eşit olarak dağılmaktadır. Yüklenmenin devam etmesiyle dayanıklılık sıfıra iner ve ciddi yetmezlikler oluşur.

2.3. Omurga Biyomekaniği

Omurga sakral, trokal, lomber ve servikal olmak üzere dört bölgeye ayrılır. Her bir bölgenin farklı biyomekanik özellikleri vardır. Bazı özellikleri temelde benzesede bölgesel farklılıklar mevcuttur.

Normal servikal lordoz ortalama 9°, torakal kifoz ortalama 39°, lomber lordoz ise ortalama 57° derecedir. Torakal kifoz T5 vertebrasının superior yüzeyi ile T12 vertebrasının inferior yüzeyinden çekilen çizgilerin arasındaki açılanma ölçülerek hesaplanmaktadır.

Lomber omurga, toplam beş vertebradan oluşur ve omurganın diğer bölgelerinki gibi yapıları birbirine bağlayan kas-eklem ve ligamentlerle bir bütünlük gösterir. Torakal ve sakrale göre burdaki omurlar hacim olarak daha büyüktür. Bu durum diğer bölgelere oranla lomber bölgeyi daha stabil kılar. En büyük omur bu blgede olduğu için en büyük disk hacim olarak burdadır. Faset yönelimi de bu bölgeyi özellikli kılar. Hafif konkav olan superior fasete ve hafif konveks olan inferior faset yapısı omurga hareketinde anterior ve posteriora, lateral fleksiyona rahatlıkla izin verirken, eksenel rotasyonu sınrılar. Ekstansiyona direnen anterior longitudinal ligaman ve fleksiyona direnen posterior longitudinal ligaman lomber bölgede biyomekanik kuvvetler anlamda önemli rol oynamaktadır. Lomber bölgede anterior longitudinal ligaman daha ince ve zayıfken, posterior longitudinal ligaman yoğun ve sert lifler içermektedir.

Vücudumuzdaki elastik yapılardan biri olan ligamentum flavum, yine lomber bölgede olup yaklaşık 5 mm kalınlığındadır. Buna rağmen bu değer lumbosakral bileşkede 1.5 mm'ye kadar gerilemektedir. Torakal omurgadaki gibi lomber bölgede de, interspinöz ve supraspinöz ligamentler, posterior elemanların biyomekanik kuvvetler anlamında en etkili yardımcılarıdır.

Vertebra üzerindeki intradiskal basınç farkları harekete ve konuma bağlı değişmektedir. Ayakta duran bir kişinin artan disk üzerindeki artan basıncı kişinin supin pozisyonda durduğunda azalması söz konusudur. Oturur pozisyonda ise en maksimum düzeye çıkmaktadır(35).

2.4. Omurilik Biyomekaniği

Omurga kemik yapısı çevrili olan omurilik, merkezi sinir sisteminden gelen motor ve duyusal verileri tüm vücuda iletmek gibi karmaşık bir göreve sahiptir. Omur gövdesi, pedikül ve laminadan oluşan spinal kanal çevre kemik yapısını oluştururken, spinal meninksler kemik yapısında dura mater, araknoid mater ve pia mater olarak 3 tabaka halindedir. Omurilik, dentat bağlarla dura mater'e bağlanır. Bunlara ek olarak beyin omurilik sıvısı (BOS) da omuriliği çevreleyerek omuriliği koruyan bir bariyer görevi görür.

Omurilik dahil olmak üzere omurganın tüm dokuları viskoelastik bir yapıya sahiptir. Kabaca viskoelastik malzemeye kuvvet uygulandığında gecikmeli deformasyon viskoz davranış sağlar, orijinal durumuna geri dönebilmesi ise elastik davranış olarak tanımlanabilir. Plastik davranış ise, elastik davranışın aksine, bir kuvvet uygulandıktan sonra kuvvet kaybolsa bile uygulanan deformasyonun kalıcı hale gelmesidir. Maddeler, uygulanan kuvvete bağlı olarak elastik, plastik veya her ikisi de dahil olmak üzere elasto-plastik özellikler sergileyebilir. Belli bir eşik değere kadar uygulanan kuvvetlerde elastik olan materyal, eşik değer sonrasında plastik özellik gösterebilir. Bu bağlamda omurilik yapısı da buna bir örnektir. Elastik ve plastik davranışlarda yükleme hızı ya da oranı ne olursa olsun cisimde oluşan son şekil değiştirmeler aynıdır. Buna karşılık olarak yavaş yüklenme oranı/hızı sonucu oluşan deformasyon hızlı ise yüklemenin oluşturduğundan daha büyük olacaktır.

Viskoz davranış zamana bağlı iken, elastik davranış zamandan bağımsızdır ancak bu ikisinin toplamında viskoelastik kavramı zamana bağlıdır.

Elastik özellik gösteren birçok malzeme olmakla birlikte her biri kendi içinde farklı özelliklere sahiptir. Viskoelastisite kavramını anlamak için, stres ve gerinim arasındaki ilişkiyi anlamak önemlidir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Tipi

"Lomber disk ve lomber füzyon cerrahisinde komşu disk biyomekaniğinin incelenmesi" başlıklı çalışma, farklı cerrahi tekniklerin uygulamasına bağlı komşu segmenette oluşturduğu bası kuvvetindeki değişikliklerinin izleneceği deneysel bir çalışmadır.

3.2. Araştırmanın Yeri ve Zamanı

Çalışma, Dokuz Eylül Üniversitesi Biyomekanik Anabilim Dalı Araştırma Laboratuvarı'nda Temmuz 2021- Eylül 2022 arasında gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1 - Çalışma İzlem Şeması

İş Paketi No	**İş Paketi Adı/Tanımı**	**Kimler Tarafından Yapılacağı**	**Aylar**											
			1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
1	Çalışma Tasarımı	Ahmet K. Ceren K.	X	X										
2	Literatür Tarama	Ahmet K. Ceren K.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Etik Kurul İzninin ve Tez Önerisini Enstitüye Sunma	Ahmet K. Ceren K.			X	X								
4	Ölçüm Yöntemi Geliştirilmesi	Ahmet K. Ceren K. R.Buğra H.			X	X	X							
5	Pilot testler ve Ön veri İncelemeleri	Ahmet K. Ceren K. R.Buğra H.					X	X	X					
6	Biyomekanik Test Sisteminin Hazırlanması, Numune Temini	Ahmet K. Ceren K. R.Buğra H.						X	X	X				
7	Testlerin Gerçekleştirilmesi ve Verilerin analizi	Ahmet K. Ceren K. R.Buğra H.						X	X	X	X			
8	Sonuçların Değerlendirilmesi ve Raporlama	Ahmet K. Ceren K.								X	X	X	X	X
9	Tezin yazımı Bitirme Sınavı	Ceren K.											X	X

3.3. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi/Çalışma Grupları

Araştırmada 5 grup oluşturulmuş olup, 30 adet koyun omurgası kullanılmıştır.

- Grup I (n=6); kontrol,
- Grup II (n=6) ; tek taraflı hemilaminektomi ve diskektomi,
- Grup III (n=6) ; total laminektomi,
- Grup IV (n=6) ; 2 seviye lomber füzyon,
- Grup V (n=6) ; 2 seviye lomber füzyon ve laminektomi

3.4. Çalışma Materyali

Araştırmada çalışma materyali olarak Şekil 1 te görüldüğü gibi 30 adet koyun omurgası entegre et tesislerinden Eylül 2021 – Şubat 2022 tarihleri arasında elde edilmiştir. Koyun omurgaları gruplar arası randomize bir şekilde kullanılmıştır. Numune hazırlıkları ilgile cerrahi teknikler uygulanarak tamamlanmıştır.



Şekil 1 - Koyun Omurgası

3.4.1. Numunelerin Hazırlanması

Numune hazırlanmasında kullanılan cerrahi teknikler aşağıdaki gibidir. Grup I için intact grup olup koyun omurgası L1 ve L5 seviyelerine kadar alınmıştır. Üst ucu L1 olmak üzere alt uç ise L5 olacak şekilde proksimal ve distalden birer omur alçılanarak potlama işlemigerçekleştirilmiştir. Tüm gruplardakialçı seviyesi aynı şekilde gerçekletirilmiştir.

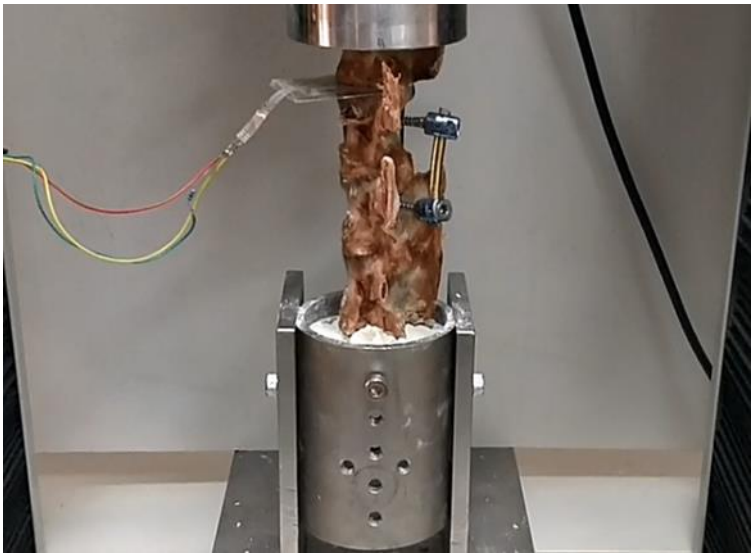
Grup II için; tek taraflı hemilaminektomi ve diskektomi uygulanmıştır. Hemi laminektomi lateral yaklaşımla bir ekartör yardımıyla tecrübeli bir cerrah tarafından gerçekleştirilmiştir. Yine ekartör yardımıyla iki vertebra arasındaki diskalınarak diskektomi uygulanmıştır.

Grup III te ise ; total laminektomi uygulanarak disektör yardımıyla tüm vertebradaki tüm lamina alınarak şekil 3 teki gibi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2 - Total laminektomi uygulanmış koyun omurgaları

Grup IV te; 2 seviye lomber füzyon, L2 ve L4 seviyelerinde uygulanmıştır. Omurga pedikülünden 3 mm lik bir drill ile pilot delik belirlenmiştir. Belirlenen deliklere uygulanan füzyonda 4,5 mm lik poliaksiyel titanyum omurga vidası (Aero Medikal, Ankara, Türkiye) gönderilmiştir.



Şekil 3 - Grup V için hazırlanmış numunenin lateral görünümü

Grup V te uygulanan cerrahi yöntem ise; grup IV te belirtildiği gibi 2 seviye lomber füzyon uygulanmış ve ilave olarak şekil 4 teki gibi laminektomi uygulaması gerçekleştirilmiştir.

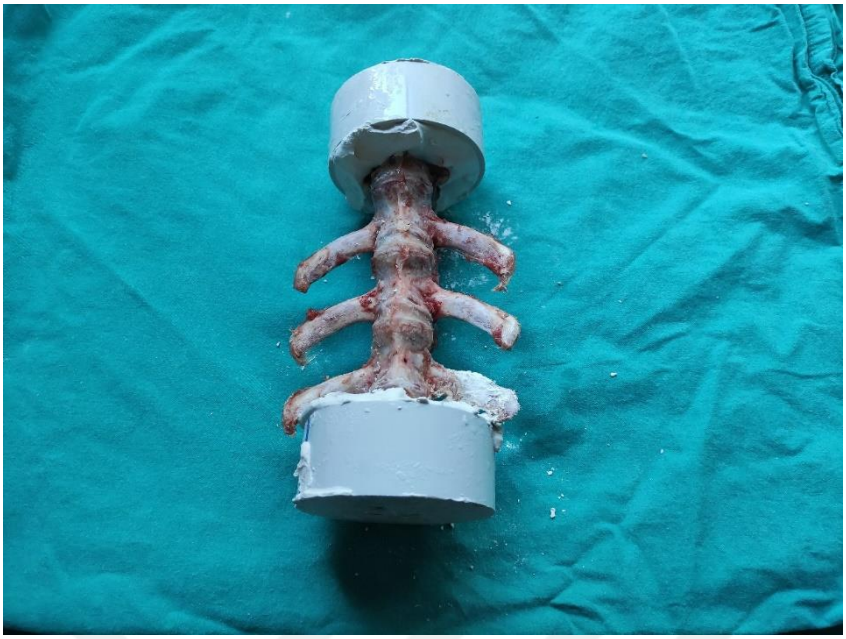
3.5. Araştırmanın Değişkenleri

Bağımsız değişken: yaş, cerrahi teknikler, bağımlı değişken olarak komşu segmete binen yük.

3.6. Veri Toplama Araçları

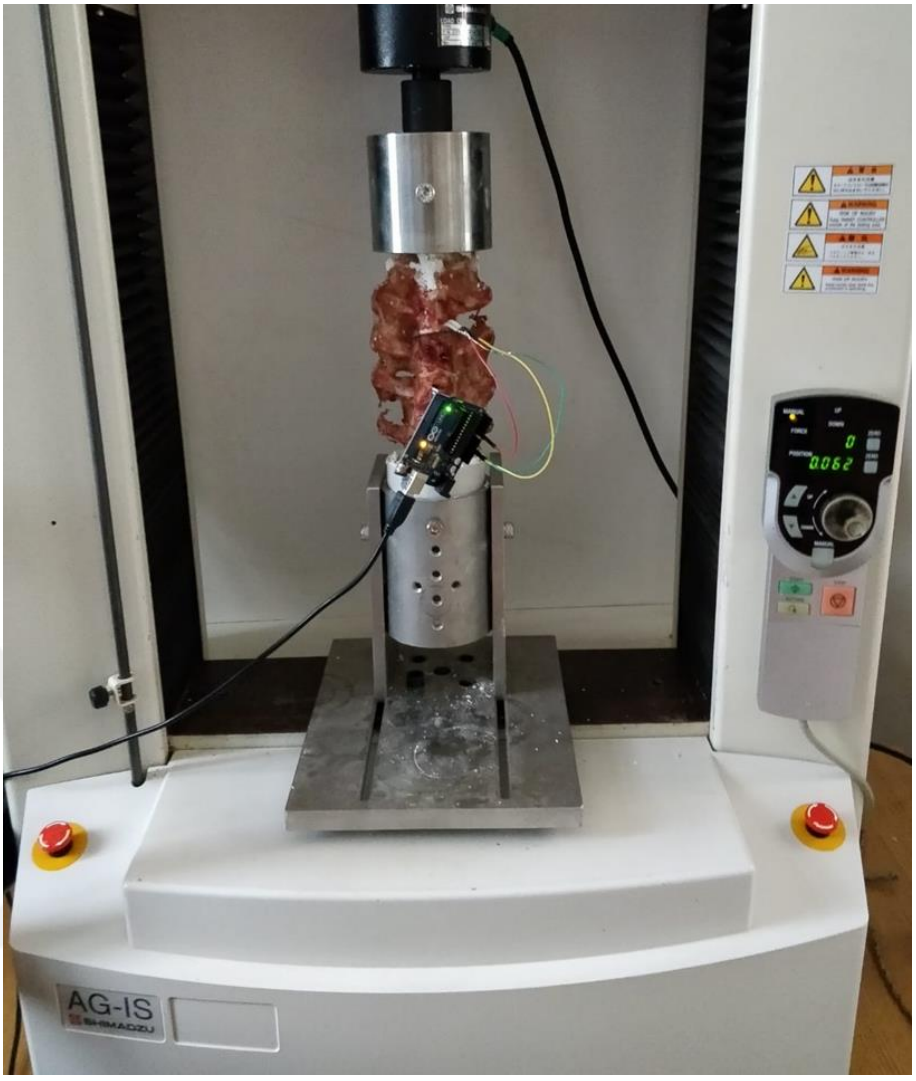
3.6.1. Universal Aksiyel Test Cihazı

Cerrahi teknik uygulanan tüm materyaller test makinesine uyum için L1 ve L5 seviyelerinden şekil 5 te görüldüğü gibi PVC potlara fikse edilmiştir.



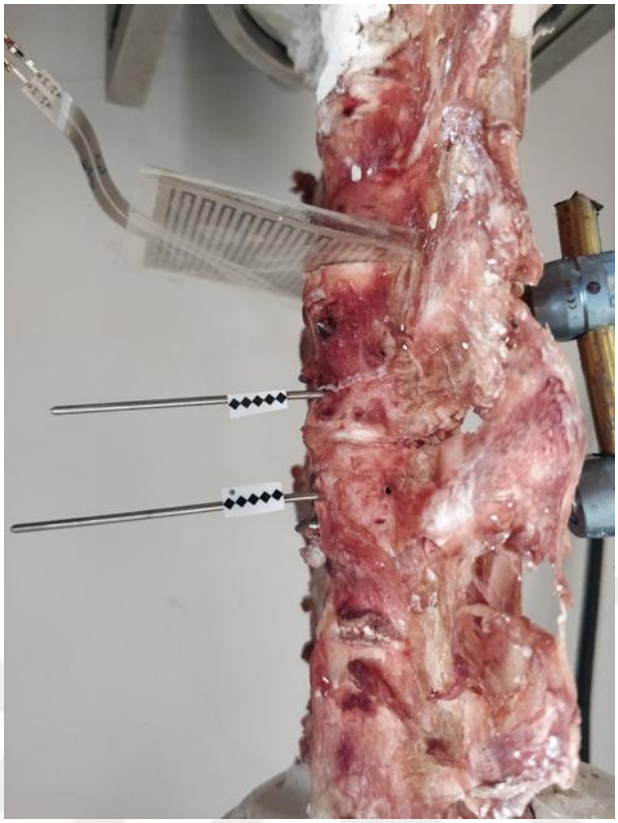
Şekil 4 - PVC Potlarla fikse edilmiş omurga

Bu sayede mekanik testlerin gerçekleştirilebilmesi için fikse edilen koyun omurgaları üniversal aksiyel test cihazına şekil 6 teki gib (AG-IS 5 kN, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japonya) bağlanmıştır.



Şekil 5 - Fikse edilen koyun omurgalarının üniversal aksiyel test cihazında yerleşimi

Nötral pozisyon ve 20° fleksiyon açısında her bir grup 400 N aksiyel kompresyon yüküne maruz bırakılarak testleri gerçekleştirilmiştir. Aksiyel yüklenmedeki tüm verler cihazın kendi yazılımı olan TRAPEZIUM X Materials Testing Software (versiyon 1.1.2) ile eş zamanlı olarak kaydedilmiştir. Test cihazına bağlandıktan sonra film sensörün girebilmesi için komşu segment olan L2-L3 disk aralığından L2 ye alt hizasına şekil 7 te görüldüğü üzere salınımlı testere yardımı ile sensörün girebileceği bir osteotomi hattı açılmıştır.



Şekil 6 - Salınımlı testere yardımı ile sensörün girebileceği bir osteotomi hattı açılması

Aksiyel test cihazı ile L1-L5 arası total yük ölçümü gerçekleştirilmiştir.

3.6.2. FSR Sensör

Force Resistive Sensor, diğer adıyla kuvvete duyarlı dirençler (FSR), fiziksel olarak oluşan yükü algılayan sensörlerdir. Kullanımı düşük maliyetlidir. Bu sensör, değişken algılama bölgesi olan Interlink firmasının üretmiş olduğu sensörlerdir. Bu sensör kuvveti ölçer. Sahip olduğu geometriye göre üzerinde baskı uygulananan bölgeyi tespit etmemektedir.

Kuvvet Sensörüleri (FSR) temel olarak, uygulanan basınca bağlı olarak direnç değerini (ohm Ω) değiştiren direçlerdir. Bu sensörler sayesinde %10 gibi bir sapma oranı ile ortalama değerler alınabilir. Örnek vermek gerekirse, almak istediğiniz sonuç 100 ise, +/- 10 birim sonuç beklenir.

FSR'ler plastikten malzemeden üretilmiş olup, bağlantı terminalleri hassas malzemeyle kıvrılmıştır. Kuvvete Duyarlı Sensörler (FSR), kullanımı için genellikle breadboard, muhtelif jaklar, elektronik sinyal bağlantıları için çeşitli konnektörler kullanmaktır.

Deneyde omurga üzerine uygulanan yüklenme sırasında komşu segmentteki basınç ölçümünün alınabilmesi için Force Sensitive Resistor 0.5" tipi (Interlink, Lake Forest, Canada) seçilmiştir (Şekil 8).



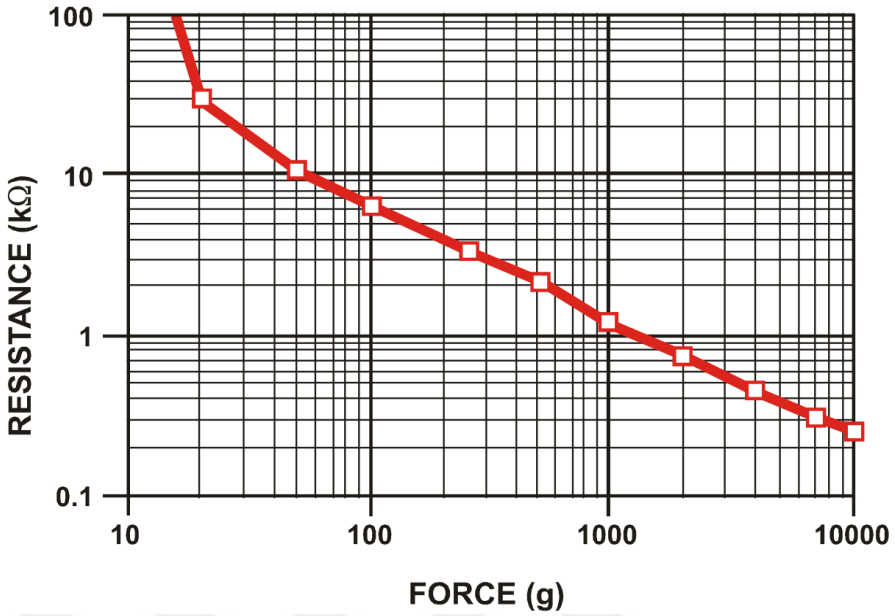
Şekil 7- FSR Sensör 0.5"

Sersör Kalibrasyonu ve Optimizasyon

Bir rezistif sensör ile ölçüm alabilmek için Power ucunu ve diğer bağlayacak açılan yere direnç, ardından, sabit açılan direnç ile değişken FSR direnci arasındaki nokta, Arduino (gösterilen) gibi bir mikro denetleyicinin analog girişine montelenmiştir. Konfigürasyonda, analog voltaj okuması 0V (toprak) ile yaklaşık 5V (veya güç kaynağı voltajı ile yaklaşık olarak aynı) arasında değişmektedir.

Çalışma prensibi, FSR'nin direnci azaldıkça, FSR'nin ve açılan direncin toplam direncinin yaklaşık 100Kohm'dan 10Kohm'a düşmesidir. Bu, her iki dirençten geçen

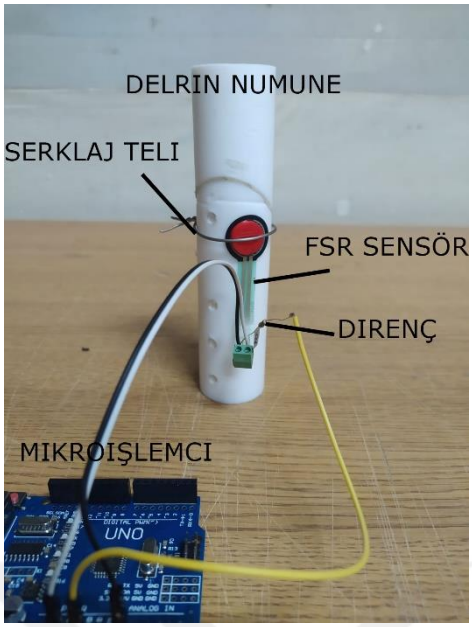
akımın arttığı ve bunun da sabit 10K direnç üzerindeki şekil 9 teki gibi voltajın artmasına neden olduğu anlamına gelmektedir.



Şekil 8- FSR sensörlerde Voltaj, Direnç ve Yük arasındaki ilişki

Tablo 2 – FSR Yük, Direnç ve Voltaj Değişimi

Kuvvet (lb)	**Kuvvet (N)**	**FSR Direnci**	**(FSR + R) ohm**	**FSR+R üzerinden akım**	**R boyunca voltaj**
0 libre	**0 N**	Sonsuz	Sonsuz	0 mA	0V
0,04 libre	**0,2 N**	30 ohm	40 Kohm	0.13 mA	1,3 V
0,22 libre	**1 N**	6 ohm	16 Kohm	0,31 mA	3,1 V
2,2 libre	**10 N**	1 ohm	11 Kohm	0,45 mA	4,5 V
22 libre	**100 N**	250 ohm	10.25 Kohm	0,49 mA	4,9 V



Şekil 9 - FSR Sensör Uygulaması

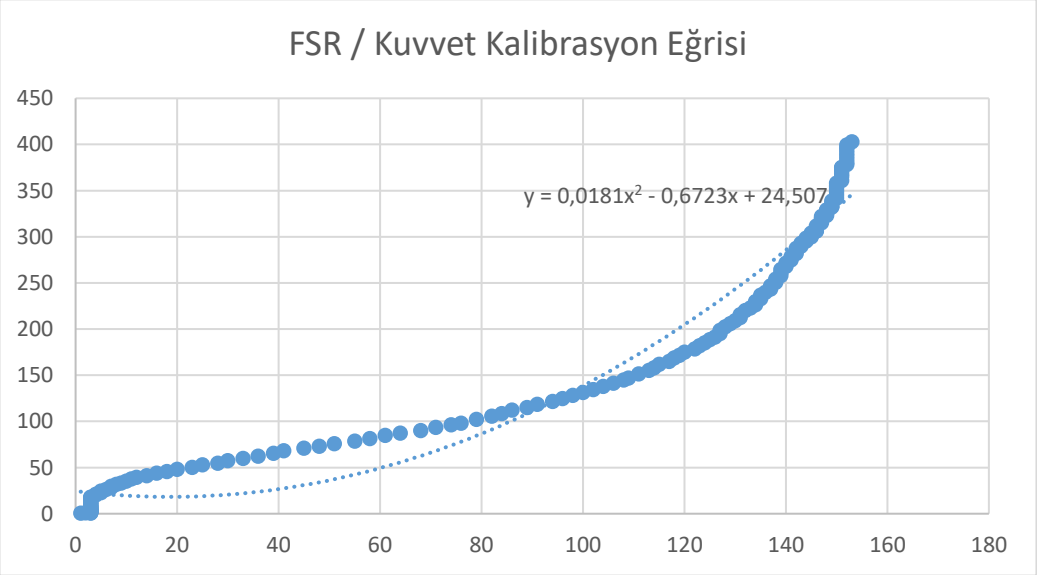
Tablo 1 de, 5V besleme ve 10K aşağı çekme direnci ile sensör kuvvetine/direncine dayalı yaklaşık analog voltajı gösterir.

Yöntemimizin bir miktar lineer özdirenç alır, ancak lineer voltaj sağlamaz. Bunun nedeni voltaj denklemi ile açıklamamız mümkündür.

Vo = Vcc (R / (R + FSR))

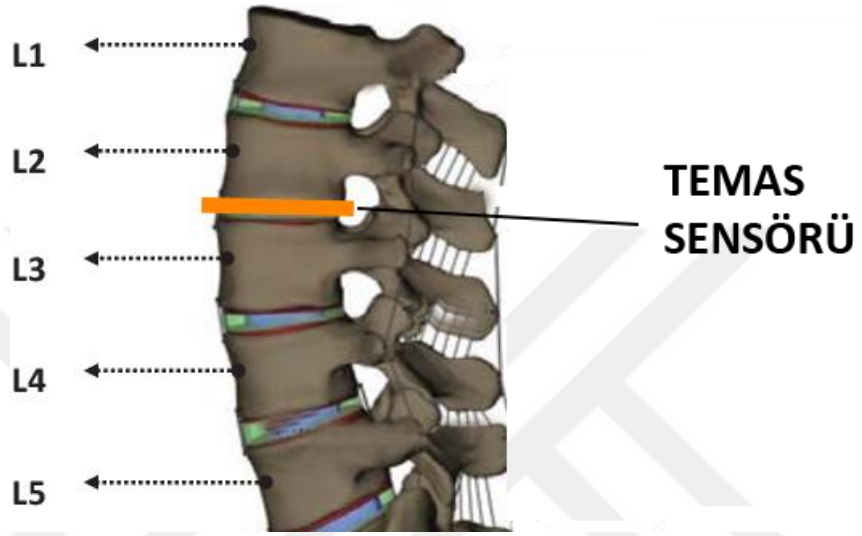
Yani voltaj, FSR direncinin tersi ile orantılı seyretmektedir.

Yapılan kalibrasyon çalışması ile 0-400 N arasında baskı uygulanarak şekil c teki gibi kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur. Eğriden gelen polinomik eğim çizgi (y = 0,0181x2 - 0,6723x + 24,507) olarak bulunmuştur. Dolayısıyla mikroişlemciden gelen analog veri Kuvvet (N) birimine çevrilmiştir.



3.6.3. Force-Sensing Resistor (FSR) ile Komşu Segment Üzerindeki Bası Kuvvetinin İncelenmesi

Cerrahi tekniğin uygulanmasından sonra L2-L3 disk aralığında komşu segmentteki basınç yüklerinin ölçülmesi ve sensörün yerleştirilmesi için 2 mm lik osteotomi hattı oluşturulmuştur.



Şekil 10 - Temas sensörünün omurga üzerindeki yerleşiminin şematik gösterimi

Tüm testler için aksiyel kompresyon yükü altında şekil 11 teki gibi L2-L3 hizasına yerleştirilen FSR mikroişlemcisi (FSR 406, Interlink Electronics, Kaliforniya, ABD) kullanılmıştır. 400 N aksiyel kompresyon sırasında mikroişlemci den alınan FSR sensör verileri eş zamanlı olarak kaydedilecek ve analiz edilmiştir.

3.7. Verilerin Değerlendirilmesi

Gruplar arası ortalamaları arasındaki farklılığın anlamlılığını test amacıyla Kruskal Wallis testi uygulanmıştır. Gruplar arası basma ve fleksiyonda komşu disk mesafesindeki basınç değerleri ortalamaları arasında anlamlı fark saptanmıştır. Gruplar arası anlamlı farkları araştırmak için Mann Whitney U testi gruplar arası uygulanmıştır.

3.8. Araştırmanın Sınırlılıkları

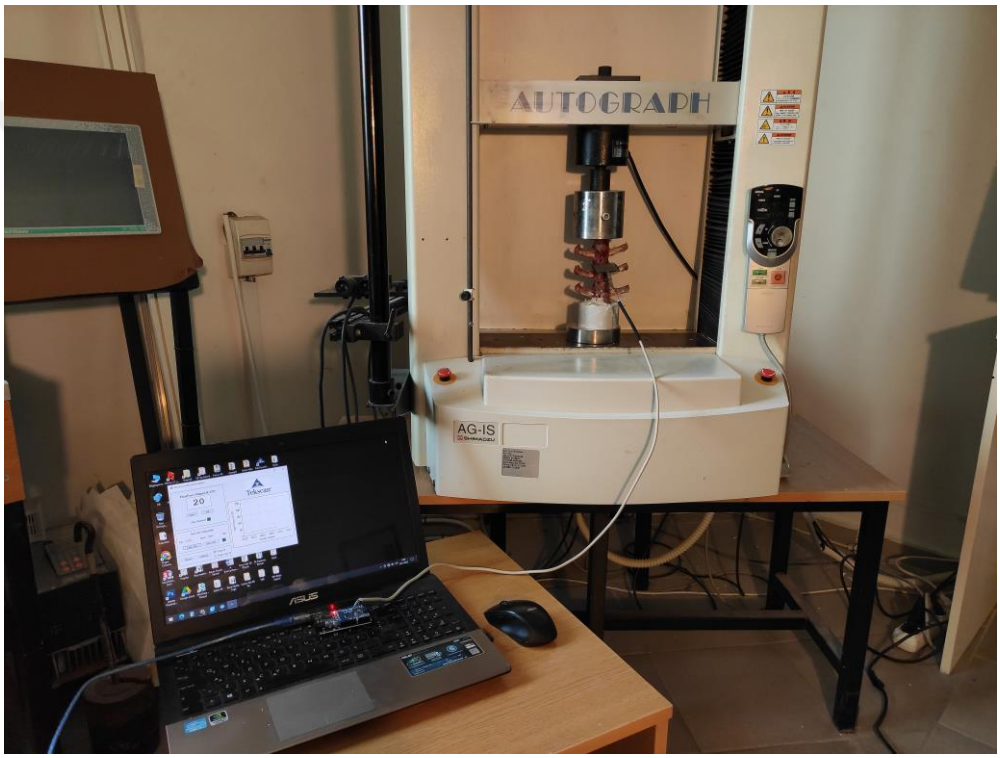
Araştırmada kullanılan çalışma materyalleri insan omurgasına benzer antropometride olan koyun omurgalarıdır. Bu bakımdan geliştirilen veriler ışığında alınan veriler insan omurgasına birebir uymamaktadır. Çalışma düzeninde oluşturulan test düzeneği ve uygulanan biyomekanik parametreler insan ve koyun omurgalarının testi için uygun olmasına karşın kadavra çalışması yapılamaması araştırmanın kısıtlı yönüdür. Ayrıca araştırmanın, pandemi koşullarına rastlamış olması planlanan iş paketlerinde gecikmelere neden olsa da bu sorunlar aşılmıştır.

3.9. Etik Kurul Onayı

"Lomber disk ve lomber füzyon cerrahisinde komşu disk biyomekaniğinin incelenmesi" başlıklı çalışma için Dokuz Eylül Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulunun 09.11.2020 Tarihli, 2020/27-43 No'lu kararı ile etik açıdan onay alınmıştır. (Ek -1: ETİK KURUL RAPORU)

4. BULGULAR

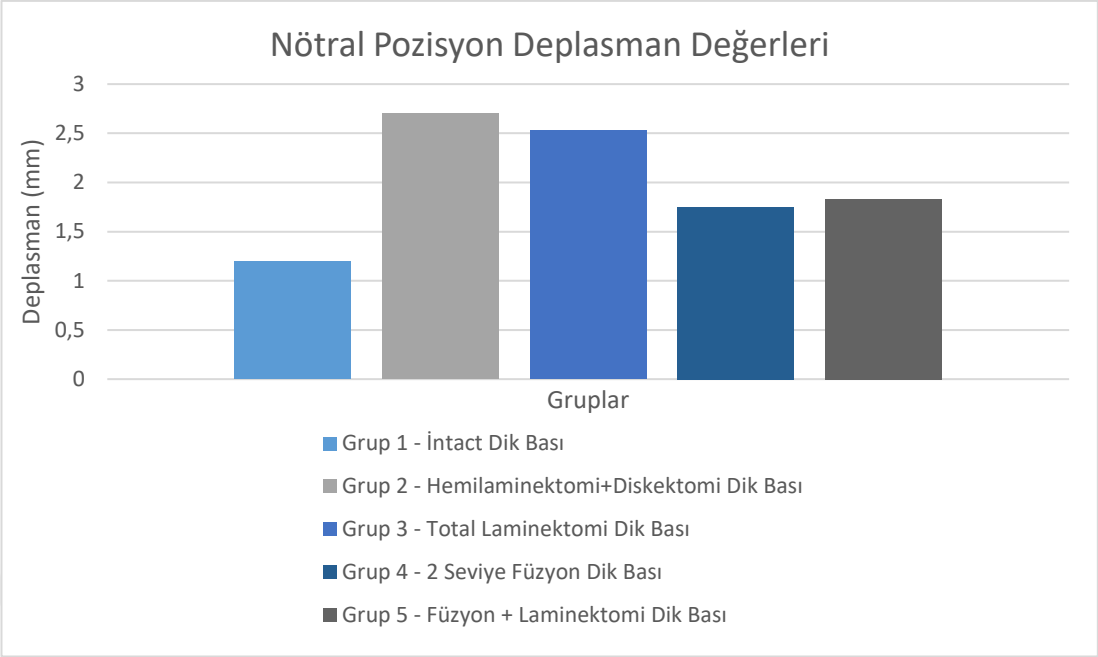
Çalışma Dokuz Eylül Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Biyomekanik A.D. da gerçekleştirilmiştir. Çalışmada L3-4 segmentlerine cerrahi uygulanan, L2-L3 disk aralığından (komşu segment) FSR406 sensör yardımı ile diske binen yük ve L1-L5 arası total yük ölçümü şekil 12 te görüldüğü düzenek ile gerçekleştirilmiştir. Tez çalışması kapsamında basınç ölçümü için geliştirilen mikroişlemcili basınçölçer sistemi kalibrasyonu optimizasyonları tamamlanmıştır.



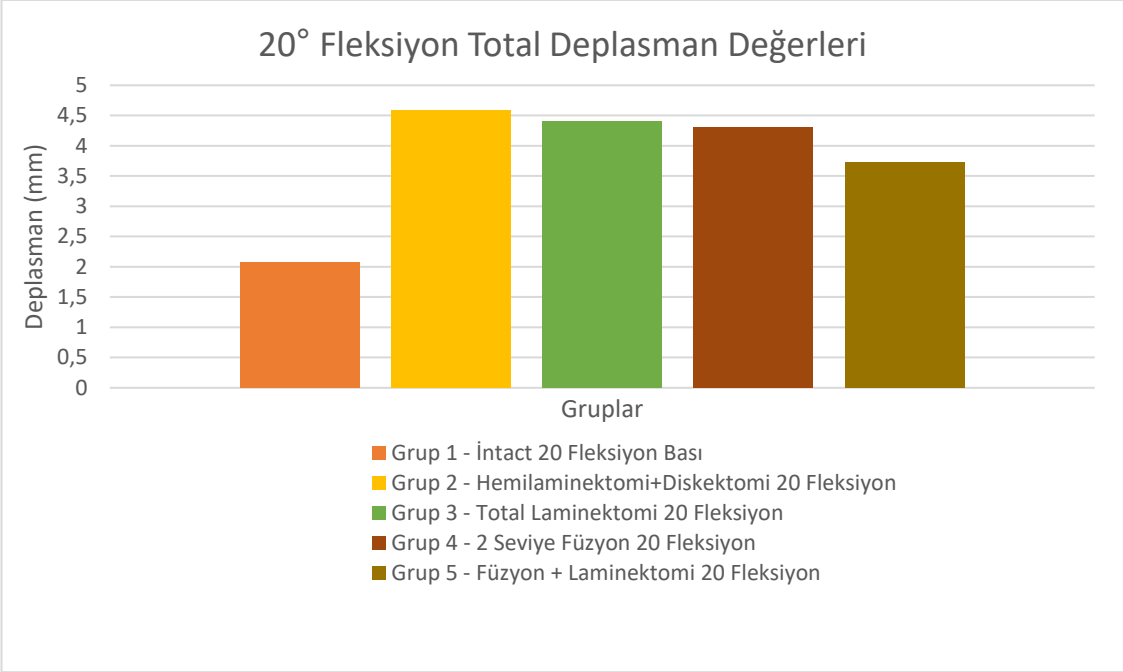
Şekil 11 - Universal aksiyel test cihazı kombine temas sensörlü test düzeneği

4.1. Aksiyel Bası Testleri

Aksiyel bası testlerinde elde edilen veriler sistemin tüm bileşenlerinin dahil olduğu verilerdir. 400 N bası kuvvetinde total olarak tüm sistemin deplasman verileri Nötral ve 20 ° fleksiyon açılarında aşağıdaki gibi bulunmuştur.



Grafik 1 - Nötral Pozisyon Deplasman Değerleri



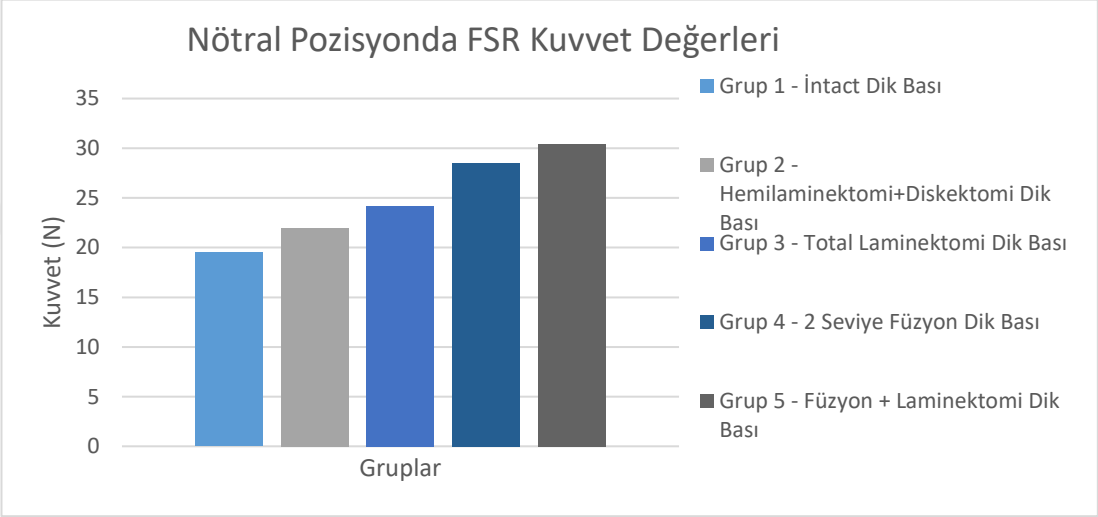
Grafik 2 - 20° Fleksiyon Total Deplasman Değerleri

Nötral pozisyona göre fleksiyon açısının artması deplasmanını da artırdığı görülmektedir. Hemilaminektomi ve Diskektomi uygulanan grup 2 de nötral pozisyonda 2,69 mm deplesman görülürken, fleksiyonda ise 4,57 mm lik deplasman

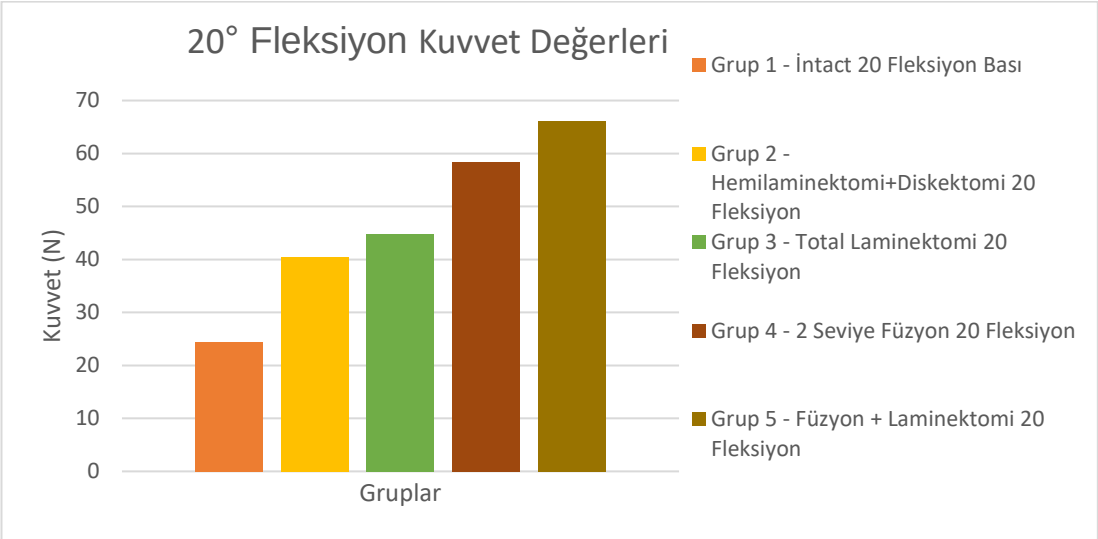
görülmüştür. Diğer bir yandan işlem görmemiş omurga grubu olan Grup 1 de ise diğer gruplara göre uzamanın çok daha az olduğu görülmüştür.

4.2. FSR Testleri

Aksiyel 400 N bası kuvvetinde L2-L3 segmentinden Nötral ve 20 ° fleksiyon açısında alınan FSR yük değerleri aşağıdaki gibi bulunmuştur.



Grafik 3 - Nötral Pozisyon FSR ölçümlü Yük Değerleri



Grafik 4 - 20° Fleksiyon FSR ölçümlü Yük Değerleri

Gerçekleşen testlerde, gruplar arası nötral pozisyon aksiyel bası ve 20° fleksiyonda aksiyel bası testleri ve aynı anda komşu segment disk mesafesindeki basınç incelenmiştir. Fleksiyonda komşu disk mesafesindeki basınç değerleri ortalamaları hesaplanmıştır (Tablo 3).

Tablo 3 - Gruplara Göre Biyomekanik Test Sonuçları (N) ve P değerleri

	Grup1	Grup2	Grup3	Grup4	Grup5	P değeri
Bası Deplasmanı (mm)	1.19±0.38	2.69±1	2.52±0.72	1.74±0.59	1.82±0.48	0.011
Fleksiyon Deplasmanı (mm)	2.06±0.65	4.57±4.24	4.40±1.51	4.30±2.23	3.72±2.03	0.190
Nötral FSR (N)	36.83±13.04	32.83±13.68	36.66±19.78	42.33±15.76	44.50±27.07	0.410
Fleksiyon FSR (N)	37±19.11	53.66±16.25	56.83±13.92	65.66±18.20	70±16.68	0.048

Gruplar arası ortalamaları arasındaki farklılığın anlamlılığını test amacıyla Kruskal Wallis testi uygulanmıştır. gruplar arası basma ve fleksiyonda komşu disk mesafesindeki basınç değerleri ortalamaları arasında anlamlı fark saptanmıştır. Gruplar arası anlamlı farkları araştırmak için Mann Whitney U testi gruplar arası uygulanmıştır. Grup 1 ve 2 arasında basmada anlamlı fark mevcut (p=0.010) . Grup 1 ve 3 arasında basmada (p=0.006), fleksiyonda (p=0.016) , FleksiyonFSR (p=0.041) anlamlı fark mevcuttu. Grup 1 ve 4 arasında fleksiyon (p=0.016), Fleksiyon FSR (p=0.037) anlamlı fark mevcuttu. Grup 1 ve 5 arasında basmada (p=0.037), Fleksiyon FSR (p=0.020) anlamlı fark mevcuttu. Sonuçlar genel olarak incelendiğinde uygulanan cerrahi sonrası komşu segmentte basınç artmaktadır. Basınçların özellikle fleksiyonda arttığı saptanmıştır.

5. TARTIŞMA

Komşu segment dejenerasyonu ve hastalığı, spinal artrodezin ortaya çıkmasından sonra tartışmalı konular arasında yer almıştı. Yıllar içinde spinal füzyon ameliyatlarından sonra ortaya çıkmıştır. Komşu segment hastalığı, spinal seviyede cerrahi olarak tedavi edilen seviyelerin hemen üstünde veya altında yeni dejeneratif radyografik değişiklikler olarak tanımlanır. Kısa lomber füzyon sonrası 10 yılda komşu segment hastalığı gelişme riski %25 oranındadır(36). Yaş, cinsiyet, obezite, önceden var olan dejenerasyon, osteoporoz, postmenopozal durum, romatoid artrit ve faset tropizmi gibi belirli hasta faktörleri komşu segment dejenerasyonuna katkıda bulunabilir. D vitamini reseptörü ve kollajen IX genlerinin polimorfizmleri gibi genetik etkiler de disk dejenerasyonunun potansiyel bir nedeni olabilir ve sonuç olarak hareket segmentinin bozulmasına neden olabilir.

Sagittal denge, spinopelvik parametreler ve lomber lordoz arasındaki ilişki, omurganın sagittal profili için gereklidir ve düzeltilmezse, komşu segment hastalığı gelişimine yol açabilir(36).

Mu ve ark . yaptığı çalışmada keçi omurgasının farklı segmentlerinin komşu segmental hareket ve intradiskal basınç (IDB) değişikliği üzerindeki biyomekanik fiksasyon etkilerini araştırmıştır. 60N ‘nun üzerindeki yüklerde IDB ‘ın yüksek olduğu saptanmıştır. Mu ve ark. füzyon uygulanan Lumbar segmentler arttıkça komşu segmentteki eklem hareket açıklığı ve İDB arttığını göstermişlerdir(37). Bizim çalışmamızda, grup 4 ve grup 5 ‘te füzyon sonrası komşu segment İDB’ın arttığı saptanmıştır. Her iki grup grup 1 ile karşılaştırıldığında anlamlı fark saptanmıştır.

Ingalhalikar ve ark. Lomber total disk artroplastisinin segmental hareket üzerine etkisini ve komşu seviye intradiskal basınç üzerine etkisini araştırmıştır. Fleksiyon ve lateral bükülmede, kısa segment füzyonda, sağlam omurga ve yapay diskle karşılaştırıldığında implant seviyesinde hareketi önemli ölçüde azalttığını saptamıştır(38). Bu çalışmada ekstansiyonda yapay disk, çalışma seviyesi hareketini önemli ölçüde arttırdığı ve bitişik seviye hareketini ve IDB'ı azalttığı gösterilmiştir(38). Bizim çalışmamızda fleksiyon ve aksiyel yüklenmede füzyon sonrası İDB ‘lar artmıştır.

Zhou ve ark. yaptığı çalışmada komşu segment İDB'ın füzyon sonrası 0. 29 MPa arttığını saptamıştır(39). Bu çalışma ile bizim çalışmamız uyumlu bulunmuştur. Yapılan her cerrahi girişim komşu segment basınçlarını artırdığı saptanmış. Fakat gruplar arası farklar özellikle fleksiyonda artmıştır.

Guehring ve ark yaptığı çalışmada tavşan omurgasındaki disk basıncının fizyolojik değerlerini araştırmışlardır. Fiberoptik sensör yardımı ile ölçümleri yapmışlardır. Disk distraksiyonu ve kompresyonu uygulamışlar ve ortalama basıncı L3-4'te 0.42 MPa olarak saptamışlardır. Distraksiyonunun disk dejenerasyonunu azalttığını saptamışlardır(40). Axial yüklenmede disk basınçları artmış. Bu da en fazla füzyon cerrahisi sonrası olmuştur. Bu bağlamda füzyon cerrahisinin komşu segmentte uzun sürede disk dejenerasyonunu artırdığı öngörülebilir.

Jiang ve ark . yaptığı sonlu elemanlar analiz çalışmasında L3–4'te farklı derecelerde dejenerasyona (sağlıklı, hafif ve orta) sahip üç sonlu eleman modeli oluşturmuşlardır. Bu modellerin disk yüksekliği ve nükleus pulpozusun malzeme özellikleri değiştirilerek geliştirilmiştir. L4-5 cerrahiden sonra kafes yerleştirilerek L3-5 pedikül vidaları ile füzyon uygulanmıştır. Daha sonra 400N kuvvet uygulanarak, fleksiyon, ektansiyon, lateral eğilme ve aksiyel rotasyon uygulanmıştır. L3-4 deki İDB arttığı saptanmıştır. Hafif dejenerasyon olan diskte nukleus pulposus basıncı fleksiyon, ekstansiyon, lateral eğilme ve rotasyonda sırasıyla %10.3,% 2.8, %7.4 ve %1.9 artmış olarak ölçülmüştür. Ciddi dejenerasyon olan diskte nukleus pulposus basıncı fleksiyon, ekstansiyon, lateral eğilime ve rotasyonda sırasıyla %22.5, %17.8, %17.6, ve %22.6 artmış olarak ölçülmüştür. Bu da komşu segment diskin dejenerasyonunun komşu segment hastalığına sebep olabileceğini göstermiştir(41). Bizim çalışmamızda cerrahiler sonrası 400N kuvvet uygulanarak komşu disk basınçları arttığı saptanmıştır. Fakat bizim çalışmamızda aksiyel yüklenme ve fleksiyon uygulanmıştır. Özellikle fleksiyon yüklenme sonrası komşu disk basınçları artmıştır.

Jiang ve ark. yaptığı sonlu elemanlar analizi yoluyla, L3–4 füzyon fiksasyonundan sonra proksimal L2–3 segmentindeki İDB'ın tüm hareket yönlerinde önemli ölçüde arttığını göstermiştir. En fazla ekstansiyonda arttığı gösterilmiştir(41). Bizim çalışmamızda ekstansiyon yapılmaması çalışmamızın limitasyonları arasındadır.

Park ve ark yaptığı sonlu elemanlar çalışmasında tek segment füzyon sonrası, proksimal komşu seviye segmental hareketin fleksiyon ve ekstnsiyonda %11-33.8 olarak arttığını saptamıştır(42). Guo ve ark yaptığı sonlu elemanlar çalışmasında aksiyel yüklenme sonrası disk yüksekliği %33 oranında azalmıştır. İDB'ın %6.1 olarak arttığını saptamışlardır(43). Her iki çalışma sonlu elemanlar çalışmasıdır. Bizim çalışmamızda yapılan her cerrahi sonrası komşu İDB'lar artmıştır.



Şekil 12 - Deney düzeneğine yerleştirilen sensör

Bu çalışmanın limitasyonları, ekstansiyon ve rotasyon yüklenmelerin yapılamamasıdır. Fakat yük uygulanan tüm gruplar ölçüm açısından standardize edilmiştir. Resim 13 te görüldüğü gibi deney düzeneğine yerleştirilen sensörün multipl seviye füzyon sonrası komşu segment basınçlarını karşılaştırmak uygun olabilir.

6. SONUÇ

Bu çalışmada beyin ve sinir cerrahisinde sık uygulanan lomber disk cerrahisinin komşu disk basıncına etkisini karşılaştırdık. En sık uygulanan teknikler karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada bu tekniklerin genişletilmesi ve füzyon cerrahisi sonrası özellikle fleksiyon sonrası intradiskal basınçların arttığı gözlemlenmiştir. Bu basınç artışı ileride komşu segment hastalığının gelişimine neden olabilir. Minimal invasiv yöntemler ile komşu segment hastalığının gelişimi yavaşlatılabilir.

7. KAYNAKLAR

1. Rainey S, Blumenthal SL, Zigler JE, Guyer RD, Ohnmeiss DD. Analysis of adjacent segment reoperation after lumbar total disc replacement. Int J Spine Surg . 2012 Dec;6(1):140.
2. Parish JM, Asher AM, Coric D. Adjacent-Segment Disease Following Spinal Arthroplasty. Neurosurg Clin N Am . 2021 Oct 1;32(4):505–10.
3. Pinto EM, Teixeria A, Frada R, Oliveira F, Atilano P, Veigas T, ve ark. Patient-Related Risk Factors for the Development of Lumbar Spine Adjacent Segment Pathology. Orthop Rev (Pavia) . 2021;13(2):2021.
4. Upadhyaya CD, Wu JC, Trost G, Haid RW, Traynelis VC, Tay B, ve ark. Analysis of the three United States Food and Drug Administration investigational device exemption cervical arthroplasty trials. J Neurosurg Spine . 2012 Mar;16(3):216–28.
5. Burkus JK, Haid RW, Traynelis VC, Mummaneni P V. Long-term clinical and radiographic outcomes of cervical disc replacement with the Prestige disc: results from a prospective randomized controlled clinical trial. J Neurosurg Spine . 2010;13(3):308–18.
6. Vaccaro A, Beutler W, Peppelman W, Marzluff JM, Highsmith J, Mugglin A, ve ark. Clinical outcomes with selectively constrained SECURE-C cervical disc arthroplasty: two-year results from a prospective, randomized, controlled, multicenter investigational device exemption study. Spine (Phila Pa 1976) . 2013 Dec 15;38(26):2227–39.
7. Vaccaro A, Beutler W, Peppelman W, Marzluff J, Mugglin A, Ramakrishnan PS, ve ark. Long-Term Clinical Experience with Selectively Constrained SECURE-C Cervical Artificial Disc for 1-Level Cervical Disc Disease: Results from Seven-Year Follow-Up of a Prospective, Randomized, Controlled Investigational Device Exemption Clinical Trial. Int J spine Surg . 2018 Jun 1;12(3):377–87.
8. Adams MA, Dolan P. Recent advances in lumbar spinal mechanics and their clinical significance. Clin Biomech . 1995;10(1):3–19.

9. Dunlop RB, Adams MA, Hutton WC. Disc space narrowing and the lumbar facet joints. J Bone Joint Surg Br . 1984;66(5):706–10.
10. Ranger TA, Newell N, Grant CA, Barker PJ, Pearcy MJ. Role of the Middle Lumbar Fascia on Spinal Mechanics: A Human Biomechanical Assessment. Spine (Phila Pa 1976) . 2017 Apr 15;42(8):E459–65.
11. Ge W, Cao DY, Long CR, Pickar JG. Plane of vertebral movement eliciting muscle lengthening history in the low back influences the decrease in muscle spindle responsiveness of the cat. J Appl Physiol . 2011 Dec;111(6):1735.
12. Wang H, Ma L, Yang D, Wang T, Yang S, Wang Y, ve ark. Incidence and risk factors for the progression of proximal junctional kyphosis in degenerative lumbar scoliosis following long instrumented posterior spinal fusion. Medicine (Baltimore) . 2016 Aug 1;95(32).
13. Ou CY, Lee TC, Lee TH, Huang YH. Impact of body mass index on adjacent segment disease after lumbar fusion for degenerative spine disease. Neurosurgery . 2015 Apr 19;76(4):396–401.
14. Lee JC, Kim Y, Soh JW, Shin BJ. Risk factors of adjacent segment disease requiring surgery after lumbar spinal fusion: comparison of posterior lumbar interbody fusion and posterolateral fusion. Spine (Phila Pa 1976) . 2014 Mar 1;39(5).
15. Cheh G, Bridwell KH, Lenke LG, Buchowski JM, Daubs MD, Kim Y, ve ark. Adjacent segment disease followinglumbar/thoracolumbar fusion with pedicle screw instrumentation: a minimum 5-year follow-up. Spine (Phila Pa 1976) . 2007 Sep;32(20):2253–7.
16. Sears WR, Sergides IG, Kazemi N, Smith M, White GJ, Osburg B. Incidence and prevalence of surgery at segments adjacent to a previous posterior lumbar arthrodesis. Spine J . 2011 Jan;11(1):11–20.
17. Korovessis P, Repantis T, Zacharatos S, Zafiropoulos A. Does Wallis implant reduce adjacent segment degeneration above lumbosacral instrumented fusion? Eur Spine J . 2009 Jun;18(6):830.

18. Lee CH, Hyun SJ, Kim KJ, Jahng TA, Yoon SH, Kim HJ. The efficacy of lumbar hybrid stabilization using the DIAM to delay adjacent segment degeneration: an intervention comparison study with a minimum 2-year follow-up. Neurosurgery . 2013;73(2 Suppl Operative).
19. Anandjiwala J, Seo JY, Ha KY, Oh IS, Shin DC. Adjacent segment degeneration after instrumented posterolateral lumbar fusion: a prospective cohort study with a minimum five-year follow-up. Eur Spine J . 2011 Nov;20(11):1951.
20. Weinhoffer SL, Guyer RD, Herbert M, Griffith SL. Intradiscal pressure measurements above an instrumented fusion. A cadaveric study. Spine (Phila Pa 1976) . 1995;20(5):526–31.
21. URBAN JPG, HOLM S, MAROUDAS A, NACHEMSON A. Nutrition of the intervertebral disc: effect of fluid flow on solute transport. Clin Orthop; (United States). 1982 Oct 1;170(NA;):296302.
22. Chang UK, Kim DH, Lee MC, Willenberg R, Kim SH, Lim J. Changes in adjacent-level disc pressure and facet joint force after cervical arthroplasty compared with cervical discectomy and fusion. J Neurosurg Spine . 2007 Jul;7(1):33–9.
23. Anakwenze OA, Auerbach JD, Milby AH, Lonner BS, Balderston RA. Sagittal cervical alignment after cervical disc arthroplasty and anterior cervical discectomy and fusion: results of a prospective, randomized, controlled trial. Spine (Phila Pa 1976) . 2009 Sep;34(19):2001–7.
24. Dmitriev AE, Cunningham BW, Hu N, Sell G, Vigna F, McAfee PC. Adjacent level intradiscal pressure and segmental kinematics following a cervical total disc arthroplasty: an in vitro human cadaveric model. Spine (Phila Pa 1976) . 2005 May 15;30(10):1165–72.
25. Glassman SD, Berven S, Bridwell K, Horton W, Dimar JR. Correlation of radiographic parameters and clinical symptoms in adult scoliosis. Spine (Phila Pa 1976) . 2005 Mar;30(6):682–8.
26. Kumar M, Baklanov A, Chopin D. Correlation between sagittal plane changes and adjacent segment degeneration following lumbar spine fusion. Eur Spine J . 2001;10(4):314–9.

27. Sun J, Wang JJ, Zhang L wei, Huang H, Fu N xin. Sagittal Alignment as Predictor of Adjacent Segment Disease After Lumbar Transforaminal Interbody Fusion. World Neurosurg . 2018 Feb 1;110:e567–71.
28. Hioki A, Miyamoto K, Kodama H, Hosoe H, Nishimoto H, Sakaeda H, ve ark. Two-level posterior lumbar interbody fusion for degenerative disc disease: improved clinical outcome with restoration of lumbar lordosis. Spine J . 2005 Nov;5(6):600–7.
29. Chen WJ, Lai PL, Tai CL, Chen LH, Niu CC. The effect of sagittal alignment on adjacent joint mobility after lumbar instrumentation - A biomechanical study of lumbar vertebrae in a porcine model. Clin Biomech . 2004 Oct;19(8):763–8.
30. Boulay C, Tardieu C, Hecquet J, Benaim C, Mouilleseaux B, Marty C, ve ark. Sagittal alignment of spine and pelvis regulated by pelvic incidence: standard values and prediction of lordosis. Eur Spine J . 2006 Apr [cited 2023 Jan 11];15(4):415–22.
31. Kumar K. Spinal deformity and axial traction. Spine (Phila Pa 1976) . 1996 Mar 1;21(5):653–5.
32. Review Article Fractures, Dislocations, and Fracture-Disloca... : JBJS .2014.
33. Novell JR. From Da Vinci to Harvey: the development of mechanical analogy in medicine from 1500 to 1650. J R Soc Med . 1990;83(6):396.
34. Sanan A, Rengachary SS. The history of spinal biomechanics. Neurosurgery . 1996 ;39(4):657–69.
35. Selman WR, Benzel EC, AANS Publications Committee. Neurosurgical care of the elderly. 1999;241.
36. Pinto EM, Teixeira A, Frada R, Atilano P, Miranda A. Surgical risk factors associated with the development of adjacent segment pathology in the lumbar spine. EFORT Open Rev . 2021 Oct 1;6(10):966.
37. Mu X, Li Z, Yin D, Liang B, Ou Y, Wei J. Biomechanical Effects of Fixation of Different Segments of Goat Lumbar Spine on Adjacent Segmental Motion and Intradiscal Pressure Change. Med Sci Monit . 2019;25:4885–91.

38. Ingalhalikar A V., Reddy CG, Lim TH, Torner JC, Hitchon PW. Effect of lumbar total disc arthroplasty on the segmental motion and intradiscal pressure at the adjacent level: an in vitro biomechanical study: presented at the 2008 Joint Spine Section Meeting Laboratory investigation. J Neurosurg Spine . 2009 Dec;11(6):715–23.
39. Zhou C, Cha T, Wang W, Guo R, Li G. Investigation of Alterations in the Lumbar Disc Biomechanics at the Adjacent Segments After Spinal Fusion Using a Combined In Vivo and In Silico Approach. Ann Biomed Eng . 2021 Feb 1;49(2):601–16.
40. Guehring T, Unglaub F, Lorenz H, Omlor G, Wilke HJ, Kroeber MW. Intradiscal pressure measurements in normal discs, compressed discs and compressed discs treated with axial posterior disc distraction: an experimental study on the rabbit lumbar spine model. Eur Spine J . 2006 May;15(5):597.
41. Jiang S, Li W. Biomechanical study of proximal adjacent segment degeneration after posterior lumbar interbody fusion and fixation: A finite element analysis. J Orthop Surg Res . 2019 May 15;14(1):1–7.
42. Park WM, Choi DK, Kim K, Kim YJ, Kim YH. Biomechanical effects of fusion levels on the risk of proximal junctional failure and kyphosis in lumbar spinal fusion surgery. Clin Biomech (Bristol, Avon) . 2015 Dec 1;30(10):1162–9.
43. Guo LX, Fan W. The Effect of Single-Level Disc Degeneration on Dynamic Response of the Whole Lumbar Spine to Vertical Vibration. World Neurosurg . 2017 Sep 1;105:510–8.

EK – 1 –Etik Kurul Onayı

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSEL OLMAYAN ARAŞTIRMALAR ETİK KURUL KARARI

Sayın **Doç.Dr.Ahmet Karakaşlı**

Araştırmanıza ilişkin Kurulumuz kararı aşağıda sunulmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederiz.

ETİK KOMİSYONUN ADI	**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSEL OLMAYAN ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU**
AÇIK ADRES	**Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı 2. Kat İnciraltı-İZMİR**
TELEFON	**0 232 412 22 54-0 232 412 22 58**
FAKS	**0 232 412 22 43**
E-POSTA	**goaek@deu.edu.tr**

BAŞVURU BİLGİLERİ	DOSYA NO:	6387-GOA	
	ARAŞTIRMA	UZMANLIK TEZİ ☐ MÜNFERİT ARAŞTIRMA ☐ ÖÇM ☐ YÜKSEKLİSANS ☐ DOKTORA ☒	
	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	**Lomber Disk ve Lomber Füzyon Cerrahisinde Komşu Disk Biyomekaniğinin İncelenmesi**	
	ARAŞTIRMA PROTOKOL KODU		
	SORUMLU ARAŞTIRMACI ÜNVANI/ADI/SOYADI ve UZMANLIK ALANI	**Doç.Dr.Ahmet Karakaşlı Ortopedi ve Travmatoloji A.D**	
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☐	ÇOK MERKEZLİ☒

	Belge Adı	**Tarihi**	**Versiyon Numarası**	**Dili**
DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	Mevcut		Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	ARAŞTIRMA İLE İLGİLİ LİTERATÜR	Mevcut		Türkçe ☐ İngilizce ☒ Diğer ☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	Mevcut		Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	OLGU RAPOR FORMU	Mevcut		Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐

KARAR BİLGİLERİ	**Karar No:2021/15-13**	**Tarih:21.05.2021**
	Doç.Dr.Ahmet Karakaşlı'nın sorumlusu olduğu **"Lomber Disk ve Lomber Füzyon Cerrahisinde Komşu Disk Biyomekaniğinin İncelenmesi"** isimli klinik araştırmaya ait başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş, araştırmanın mevcut haliyle etik yönden uygun olduğuna oy birliği ile karar verilmiştir.	

ETİK KURUL BİLGİLERİ	
ÇALIŞMA ESASI	Dokuz Eylül Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu İşleyiş Yönergesi İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu

ETİK KURUL ÜYELERİ

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	Araştırma ile İlişkili mi?		İmza
Prof.Dr.Mehmet Birhan Yılmaz (Başkan)	Kardiyoloji	DEÜ Tıp Fakültesi Dahili Tıp Bilimleri Bölümü	Erkek	E ☐	H ☒	
Prof.Dr. Emel Çalıkoğlu (Başkan Yardımcısı)	Prevantif Onkoloji	Onkoloji Enstitüsü	Kadın	E ☐	H ☒	
Prof.Dr. Ahmet Okay Çağlayan	Moleküler Tıp	Sağlık Bilimleri Enstitüsü	Erkek	E ☐	H ☒	
Prof.Dr. Suna Asilsoy	Çocuk Sağlığı Ve Hastalıkları	DEÜ Tıp Fakültesi Dahili Tıp Bilimleri Bölümü	Kadın	E ☐	H ☒	
Doç.Dr.Seher Özyürek	Muskuloskeletal Fizyoterapi	DEÜ Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksek Okulu	Kadın	E ☐	H ☒	
Doç.Dr.Nil Hocaoğlu Aksay	Tıbbi Farmakoloji	DEÜ Tıp Fakültesi Tıbbi Farmakoloji Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	
Doç.Dr. Meryem Öztürk Haney	Halk Sağlığı Hemşireliği	Hemşirelik Fakültesi Halk Sağlığı Hemşireliği	Kadın	E ☐	H ☒	
Doç.Dr. Aylin Özgen Alpaydın	Göğüs Hastalıkları	DEÜ Tıp Fakültesi Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	
Doç.Dr. Aliye Akcalı	Periodontoloji	Diş Hekimliği Fakültesi	Kadın	E ☐	H ☒	
Doç.Dr. Şule Özbilgin	Anesteziyoloji ve Reanimasyon	DEÜ Tıp Fakültesi Cerrahi Tıp Bilimleri Bölümü	Kadın	E ☐	H ☒	
Dr.Öğr.Üyesi Özlenen Şimşek Papur	Tıbbi Biyoloji ve Genetik	Sağlık Bilimleri Enstitüsü	Kadın	E ☐	H ☒	
Dr.Öğr.Üyesi Tolga Şahin	Spor Yönetim Bilimleri	Necat Hepkon Spor Bilimleri Fakültesi	Erkek	E ☐	H ☒	
Öğr.Gör.Dr.Kıvanç Yüksel	Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim	Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik ve Bilişim A.D	Erkek	E ☐	H ☒	

EK -2 – ARBİS Özgeçmiş

CEREN KIZMAZOĞLU

Kişisel Bilgiler

İletişim Bilgileri

İletişim Adresi	Beyin Ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı
Telefon	
E-posta	
İnternet Sayfası	

Öğrenim Bilgileri

17 Şubat 2014 - Şu Anda (9 yıl)
Doktora, Doktora, DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ, TÜRKİYE
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ, BİYOMEKANİK (DR)
Diploma Numarası: -
Ağırlıklı Genel Not Ortalaması: 3.63 / 4.0

01 Temmuz 2006 - 01 Şubat 2012 (5 yıl 8 ay)
Tıpta Uzmanlık, Anadal/Normal Öğretim, DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ, TÜRKİYE
TIP FAKÜLTESİ, CERRAHİ TIP BİLİMLERİ BÖLÜMÜ
Tez Başlığı: Ratlarda Kafa Travması Sonrası Intrakarotid Mannitol Uygulamasının Beyin Ödemesine Etkisi
Tez Konusu: Kafa Travması
Tarih: 2012
Tez Danışmanı: ERCAN ÖZER

Deneyim / İşyeri Bilgileri

18 Ocak 2016 - Şu Anda (7 yıl) (Tam Zamanlı)
ÖĞRETİM GÖREVLİSİ, DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ CERRAHİ TIP BİLİMLERİ BÖLÜMÜ BEYİN VE SİNİR CERRAHİSİ ANABİLİM DALI

Bilimsel Teknolojik Faaliyet Alanları

Bilimsel Teknolojik Faaliyet Alanı Bilgileri

Sağlık Bilimleri -- Tıp -- Cerrahi Tıp Bilimleri -- Sinir Sistemi Cerrahisi

Anahtar Kelimeler

Üç Boyutlu Baskı
Beyin ve Sinir Cerrahisi
Biyomekanik

Ar-Ge Yetkinlik

Makaleler

D. KAYA, S. CİLAKER MIÇILI, C. KIZMAZOĞLU, A. O. MUÇUOĞLU, S. BÜYÜKÇOBAN, N. ERSOY, O. YILMAZ & A. T. IŞIK, Allopurinol attenuates repeated traumatic brain injury in old rats: A preliminary report, Elsevier BV, 2022, 0014-4886, 357, 114196.

A. O. MUÇUOĞLU, C. A. MUÇUOĞLU, C. KIZMAZOĞLU, N. ERSOY, S. CİLAKER MIÇILI, N. KARABAY, V. HANCI & O. KALEMCİ, Evaluation of Neuroprotective Effects of Sugammadex Following a Head Trauma in an Experimental Study, Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health), 2022, 1049-2275, 33, 4, 1260-1264.

O. KALEMCİ, C. KIZMAZOĞLU, Ş. ÖZYÖRÜK, İ. UZUNOĞLU, R. B. HÜSEMOĞLU, M. ATAR, H. E. AYDIN & A. KARAKAŞLI, What is the effect of pedicle screw reinsertion through the same trajectory on pullout strength?, Turkish Neurosurgical Society, 2022, 1019-5149, 32, 4, 635-640.

M. ATAR, C. KIZMAZOĞLU, İ. KAYA, N. AYDIN, U. ÇORUMLU, G. SÖZER, H. E. AYDIN, O. KALEMCİ, N. KARABAY & N. YÜCEER, 3.0 Tesla MRI scanner evaluation of supratentorial major white matter tracts and central core anatomical structures of postmortem human brain hemispheres fixed by Klingler method, British Journal of Neurosurgery, 2021, 0268-8697, 35, 2, 186-190.

M. ATAR, C. KIZMAZOĞLU, İ. UZUNOĞLU, İ. D. CİNGÖZ, G. GÜRKAN, İ. KAYA, G. SÖZER, A. ÖZDİLMAÇ & N. YÜCEER, A understanding of the three dimensional microsurgical anatomical architecture of the temporal lobe with its functions, Annals of Medical Research, 2021, 2636-7688, 28, 11, 1999-2004.

H. E. AYDIN, M. KOLDEMİR GÜNDÜZ, C. KIZMAZOĞLU, T. KANDEMİR & A. ARSLANTAŞ, Cytotoxic effect of boron application on glioblastoma cells, TURKISH NEUROSURGERY, 2021, 1019-5149, 2, 206-210.

İ. UZUNOĞLU, C. KIZMAZOĞLU, T. ATASEVER REZANKO & N. YÜCEER, Intraparenchymal supratentorial papillary meningioma: a case report, British Journal of Neurosurgery, 2021, 0268-8697, 35, 2, 241-243.

M. ATAR, C. KIZMAZOĞLU, İ. KAYA, İ. D. CİNGÖZ, İ. UZUNOĞLU, O. KALEMCİ, A. EROĞLU, S. PUSAT, C. ATABEY & N. YÜCEER, The importance of preoperative planning to perform safely temporal lobe surgery, Journal of Clinical Neuroscience, 2021, 0967-5868, 93, 4, 61-69.

İ. UZUNOĞLU, C. KIZMAZOĞLU, R. B. HÜSEMOĞLU, G. GÜRKAN, C. UZUNOĞLU, M. ATAR, V. ÇAKIR, H. E. AYDIN, M. SAYIN & N. YÜCEER, Three-Dimensional Printing Assisted Preoperative Surgical Planning for Cerebral Arteriovenous Malformation, Journal of Korean Neurosurgical Society, 2021, 2005-3711, 64, 6, 882-890.

İ. UZUNOĞLU, A. O. MUÇUOĞLU, G. GÜRKAN, B. TAŞKALA, İ. KAYA, İ. D. CİNGÖZ, C. KIZMAZOĞLU, G. GÜVENÇ, H. E. AYDIN, M. SAYIN, O. KALEMCİ & N. YÜCEER, Clinical results and complications in patients Operated for colloid cyst, Annals of Medical Research, 2020, 2636-7688.

İ. UZUNOĞLU, G. GÜRKAN, İ. D. CİNGÖZ, M. ATAR, İ. KAYA, S HANCIOĞLU, G. K. İSTAN, C. KIZMAZOĞLU, A. A. KAHRAMAN, M. SAYIN & N. YÜCEER, Evaluation of biopsy results in vertebra compression fractures treated by kyphoplasty, Annals of Medical Research, 2020, 2636-7688.

G. GÜRKAN, M. SAYIN, C. KIZMAZOĞLU, M. A. ERDOĞAN, G. YİĞİTTÜRK, H. E. YILMAZ, İ. UZUNOGLU, İ. KAYA & N. YÜCEER, Evaluation of the neuroprotective effects of ozone in an experimental spine injury model, JOURNAL OF NEUROSURGERY-SPINE, 2020, 1547-5654, 1-9.

O. KALEMCİ, C. KIZMAZOĞLU, E. COŞKUN, R. B. HÜSEMOĞLU, M. ATAR, G. K. İSTAN, B. KILIÇARSLAN, B. ALKIŞ & H. E. AYDIN, Individualized Intracranial Tumor Models Created with 3D Printer, an Early Clinical Experience, Journal of Medical Innovation and Technology, 2020, 2667-8977, 2, 1, 92-102.

G. GÜVENÇ, C. KIZMAZOĞLU, M. SAYIN & H. S. TÜRE, Surgically treated status epilepticus due to large cortical tuber and long-term follow-up results, TURKISH NEUROSURGERY, 2020, 1019-5149, 30, 3, 458-461.

İ. KAYA, İ. D. CİNGÖZ, H. E. AYDIN, H. ÖZEN, C. KIZMAZOĞLU, M. ATAR, İ. UZUNOĞLU & N. YÜCEER, The effect of sinularia on spinal cord trauma, Annals of Medical Research, 2020, 2636-7688, 27, 11, 2963-2967.

H. E. AYDIN, C. KIZMAZOĞLU, İ. KAYA, R. B. HÜSEMOĞLU, G. SOZER, H. HAVITÇIOĞLU & A. ARSLANTAS, Biomechanical Properties of the Cranial Dura Mater with Puncture Defects : An In Vitro Study, Journal of Korean Neurosurgical Society, 2019, 2005-3711, 62, 4, 382-388.

İ. UZUNOĞLU, G. GÜVENÇ, C. KIZMAZOĞLU, H. E. AYDIN, İ. KAYA, T. A. REZANKO & N. YÜCEER, Cavernous Angioma Mimicking Meningioma, JOURNAL OF CRANIOFACIAL SURGERY, 2019, 1049-2275, 30, 3, 218-220.

C. KIZMAZOĞLU, H. E. AYDIN, İ. KAYA, M. ATAR, R. B. HÜSEMOĞLU, O. KALEMCİ, G. SOZER & H. HAVITÇIOĞLU, Comparison of Biomechanical Properties of Dura MaterSubstitutes and Cranial Human Dura Mater : An In Vitro Study, Journal of Korean Neurosurgical Society, 2019, 2005-3711, 62, 6, 635-642.

C. KIZMAZOĞLU, Ş. ÖZYÖRÜK, R. B. HÜSEMOĞLU, O. KALEMCİ, G. SOZER & B. SADE, Comparison of dural closure alternatives: an experimental study, BRITISH JOURNAL OF NEUROSURGERY, 2019, 0268-8697.

G. GUVENC, A. F. SARP, C. KIZMAZOĞLU, İ. UZUNOĞLU, M. ATAR, S. TUNA, M. SAYIN & N. YÜCEER, Craniometric Analysis of Skullbase With Magnetic Resonance Imaging in Patients With Chiari Malformation, JOURNAL OF CRANIOFACIAL SURGERY, 2019, 1049-2275, 30, 3, 818-822.

İ. UZUNOĞLU, İ. KAYA, H. K. SUCU, C. KIZMAZOĞLU, I. E. SEVİN, H. E. AYDIN, T. A. REZANKO & N. YÜCEER, Evaluation of Incidentally Detected Pathology Results of Patients with Vertebral Fracture Treated by Vertebroplasty and Kyphoplasty: A Retrospective Study, WORLD NEUROSURGERY, 2019, 1878-8750, 122, 639-646.

B. KILIÇARSLAN, E. KİLİCARSLAN, C. KIZMAZOĞLU, H. E. AYDIN, İ. KAYA, A. E. DANYELİ & H. S. KARABEKİR, Evaluation of the efficacy of sildenafil citrate following severe head trauma in an experimental rat model, TURKISH NEUROSURGERY, 2019, 1019-5149, 30, 4, 501-506.

C. KIZMAZOĞLU, H. E. AYDIN & O. KALEMCİ, Implant and Immunity in Neurosurgery, Journal of medical Innovation and Technology, 2019, 2687-3834, 1, 1, 31-34.

H. E. AYDIN, İ. KAYA, N. AYDIN, C. KIZMAZOĞLU, F. KARAKOC, H. YURT & R. B. HÜSEMOĞLU, Importance of Three-Dimensional Modeling in Cranioplasty, JOURNAL OF CRANIOFACIAL SURGERY, 2019, 1049-2275, 30, 3, 713-715.

C. KIZMAZOĞLU & O. KALEMCİ, Pilositik Astrositom / Pilomiksoid Astrositom, Türk Nöroşiruji Dergisi, 2019, 2651-5024, 29, 3, 285-289.

İ. KAYA, İ. D. CİNGÖZ, İ. UZUNOĞLU, C. KIZMAZOĞLU, H. E. AYDIN & N. YÜCEER, Predictors of Mortality in Patients with Surgically Treated Spontaneous Intracranial Hemorrhage, TURKISH JOURNAL OF NEUROLOGY, 2019, 1301-062X1309-2545, 25, 4, 214-217.

G. GÜVENÇ, C. KIZMAZOĞLU & İ. UZUNOĞLU, Prognosis of the decompressive craniectomy for stroke according to preoperative computed tomography, The Annals of Clinical and Analytical Medicine, 2019, 2667663X, 10, 4, 431-435.

G. GUVENC, C. KIZMAZOĞLU, H. E. AYDIN & E. COŞKUN, Somatosensory evoked potentials and cerebrospinal fluid flow in chiari malformation, Journal of Clinical and Analytical Medicine, 2019, 13090720, 10, 3, 348-353.

G. GÜVENÇ & C. KIZMAZOĞLU, The Effect of Neocortical Pathology on Lateralization and Seizure Outcome in Lobectomy Materials in Surgically Treated Hippocampal Sclerosis Patients, Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 2019, 1300-6622, 33, 1, 69-81.

G. AKYOLDAS, O. KALEMCİ, A. DANYELİ, O. ACIS, C. KIZMAZOĞLU, K. UR & M. N. ARDA, The investigation of vasospastic effect of hemostatic matrix used in intracranial operations on cerebral arteries, Annals of Medical Research, 2019, 2636-7688, 26, 8, 1670-1674.

İ. KAYA, M. C. ŞAHİN, İ. D. CİNGÖZ, N. AYDIN, M. ATAR, C. KIZMAZOĞLU, S. KAVUNCU & H. E. AYDIN, Three Dimensional Printing and Biomaterials in the Repairment of Bone Defects; Hydroxyapatite PLA Filaments, TURKISH JOURNAL OF MEDICAL SCIENCES, 2019, 1303-6165, 49, 3, 922-927.

H. E. AYDIN, İ. KAYA, H. ÖZEN, C. KIZMAZOĞLU & İ. UZUNOĞLU, Anti-inflammatory efficiency of erythropoietin in sciatic nerve damage, Journal of Clinical and Analytical Medicine, 2018, 1309-0720, 4, 9, 287-291.

C. KIZMAZOĞLU, H. E. AYDIN, Ş. ÖZYÖRÜK, M. F. YÜZBAŞI, İ. KAYA, O. KALEMCİ & M. N. ARDA, Clinical outcome of surgery techniques in patients with brain abscess, Journal of Clinical and Analytical Medicine, 2018, 13090720, 9, 6, 513-516.

G. GÜVENÇ, C. KIZMAZOĞLU & H. E. AYDIN, Effect Of Mannitol Infusion On Optic Nerve Injury Afteracute Traumatic Subarachnoid Hemorrhage Andbrain Injury, JOURNAL OF CRANIOFACIAL SURGERY, 2018, 1049-2275.

İ. D. CİNGÖZ, C. KIZMAZOĞLU, G. GUVENC, M. SAYIN, A. İMRE & N. YÜCEER, Evaluation Of The Olfactory Function With The ?sniffin? Sticks? Test After Endoscopic Transsphenoidal Pituitary Surgery, JOURNAL OF CRANIOFACIAL SURGERY, 2018, 1049-2275, 29, 4, 1002-1005.

H. E. AYDIN, İ. KAYA, N. AYDIN, C. KIZMAZOĞLU, O. KALEMCİ & T. AYDIN, Intraoperative ultrasound use in intracranial lesion surgery: An initial institution experience, Journal of Clinical and Analytical Medicine, 2018, 1309-0720, 9, 2, 121-124.

İ. UZUNOĞLU, C. KIZMAZOĞLU, T. ATASEVER REZANKO & N. YÜCEER, Intraparenchymal Supratentorial Papillary Meningioma:a Case Report, BRITISH JOURNAL OF NEUROSURGERY, 2018, 0268-8697.

K. UR, C. KIZMAZOĞLU, S. DEMİRÖZ, A. Ş. BENGÜ, A. ULUCAN, Ö. Ö. GERGİN & E. ÖZER, Serum Endocan Level And The Severity Of Spinal Cord Injury. An Experimental Study In Rats, BRATISLAVA MEDICAL JOURNAL-BRATISLAVSKE LEKARSKE LISTY, 2018, 0006-9248, 119, 5, 298-301.

C. KIZMAZOĞLU, L. FİRAT, Ş. ÖZYÖRÜK, O. KALEMCİ, N. KARABAY & E. ÖZER, Success Rate And Complications Of Cerebrospinal Fluid Rhinorrhea Treated With A Transcranial Approach, JOURNAL OF CRANIOFACIAL SURGERY, 2018, 1049-2275, 29, 1.

G. GÜVENÇ, C. KIZMAZOĞLU, M. SAYIN & H. S. TÜRE, Surgically Treated Status Epilepticus Due To Large Corticaltuber And Long-term Follow-up Results, TURKISH NEUROSURGERY, 2018, 1019-5149.

C. KIZMAZOĞLU, H. E. AYDIN, İ. KAYA, R. B. HÜSEMOĞLU, O. KALEMCİ & E. ÖZER, Üç Boyutlu Yazıcı Yardımı ile Kişiye Özel C1-C2 Füzyon Yapılan Hastaların Klinik Sonuçları, OSMANGAZİ JOURNAL OF MEDICINE, 2018, 1305-4953, 41, 4, 413-420.

C. KIZMAZOĞLU, H. E. AYDIN, O. KALEMCİ, İ. KAYA, H. ÖZEN & M. N. ARDA, Effects Of Quercetin And Mannitol On Erythropoietin Levels In Rats Following Acute Severe Traumatic Brain Injury, JOURNAL OF KOREAN NEUROSURGICAL SOCIETY, 2017, 2005-3711, 60, 3, 355-361.

İ. E. SEVİN, C. KIZMAZOĞLU, G. GÖNÜL, E. MURAT & N. YÜCEER, Neurocysticercosis As A Single Lesion Mimicking Glial Tumor, JOURNAL OF NEUROLOGICAL SCIENCES-TURKISH, 2017, 1302-1664, 34, 2, 189-193.

A. KARAKAŞLI, C. KIZMAZOĞLU, E. SEKİK, A. KARAASLAN & H. HAVITÇIOĞLU, Are Pedicular Screws And Lateral Hook Screws More Resistant Against Pullout Than Conventional Spinal Hooks And Screws In Terminal Vertebral Segment Fixation, EKLEM HASTALIKLARI VE CERRAHISI-JOINT DISEASES AND RELATED SURGERY, 2016, 1305-8282, 27, 1, 22-28.

C. KIZMAZOĞLU, J. H LEE & B. SADE, Dominant Occipital Sinus Complicating Surgery Of A Fourth Ventricular Mass, WORLD NEUROSURGERY, 2016, 1878-8750, 20, 3, 409-412.

G. GÜVENÇ, C. KIZMAZOĞLU, H. E. AYDIN, M. SAYIN & N. YÜCEER, Orbıta İçine Uzanan Dumbbell (Halter) Dermoıd Kist Ve Cerrahi Tedavisi: Olgu Sunumu /Surgıcal Treatment Of Dumbbell Dermoıd Cyst Extendıng Into Orbıta: A Case Report, OSMANGAZİ JOURNAL OF MEDICINE, 2016, 1305-4953, 38, 1, 59-63.

G. GÜVENÇ, C. KIZMAZOĞLU, E. PINAR, A. İMRE, İ. KAYA, H. BEZİRCİOĞLU & N. YÜCEER, Outcomes And Complications Of Endoscopic Versus Microscopic Transsphenoidal Surgery In Pituitary Adenoma, JOURNAL OF CRANIOFACIAL SURGERY, 2016, 1049-2275, 27, 4, 1015-1020.

M. YILMAZ, A. KARAKAŞLI, O. KALEMCİ, C. KIZMAZOĞLU, Z. K YUKSEL, M. N. ARDA & K. YUCESOY, Asymmetric Posterior Thoracolumbar Fixation following a Posterolateral Transpedicular Approach for Unilateral Vertebral Disease, NEUROLOGIA MEDICO-CHIRURGICA, 2015, 0470-8105, 55, 7, 564-569.

A. KARAKAŞLI, İ. S. SATOĞLU, C. KIZMAZOĞLU, E. SEKİK, D. V. YILDIZ & E. KUMTEPE, Biomechenical comparison of intact versus hemilaminectomy and discectomy performed spine, Journal of Turkish Spinal Surgery, 2015, 2147-5903, 26, 2, 91-96.

C. KIZMAZOĞLU, İ. E. SEVİN, O. KALEMCİ, İ. KAYA, T. ATASEVER REZANKO & N. YÜCEER, Brown Tumor Mimicking Bone Metastases in Patients with Chronic Renal Failure: Case Report, Sinir Sistemi Cerrahisi Dergisi, 2015, 13064126, 4, 3, 138-142.

C. KIZMAZOĞLU, H. E. AYDIN, İ. E. SEVİN, O. KALEMCİ, N. YÜCEER & A. M. ATASOY, Neuroprotectiveeffect Of Resveratrol On Acute Brain Ischemia Reperfusion Injury By Measuring Annexin V, P53, Bcl-2 Levels In Rats, JOURNAL OF KOREAN NEUROSURGICAL SOCIETY, 2015, 2005-3711, 58, 6, 508-512.

G. GÜVENÇ, C. KIZMAZOĞLU, İ. E. SEVİN, M. F. GELAL & H. BEZİRCİOĞLU, Opticochiasmatic Hemangioblastomas Without von Hippel-Lindau Syndrome: A Case Report, JOURNAL OF NEUROLOGICAL SCIENCES-TURKISH, 2015, 1302-1664, 32, 2, 442-449.

O. KALEMCİ, M. YILMAZ, C. KIZMAZOĞLU, G. AKYOLDAŞ, E. ÖZER & K. YÜCESOY, Schizencephaly Associated with Chronic Subdural Fluid Collection: Case Report, Sinir Sistemi Cerrahisi Dergisi, 2015, 13064126, 4, 3, 107-110.

A. KARAKAŞLI, C. KIZMAZOĞLU, D. V. YILDIZ, E. KUMTEPE & H. HAVITÇIOĞLU, Biomechanical Comparison Of Intact Lumbar Lamb Spine Andendoscopic Discectomized Lamb Spine, EKLEM HASTALIKLARI VE CERRAHISI-JOINT DISEASES AND RELATED SURGERY, 2013, 1305-8282, 24, 1, 33-38.

C. KIZMAZOĞLU, O. KALEMCİ, E. ÖZER & M. N. ARDA, Lumbar Disc Herniation Associated With Contralateral Neurological Deficit: Can Venous Congestion Be The Cause?, Asian Spine Journal, 2013, 1976-1902, 7, 1, 60.

O. KALEMCİ, K. YÜCESOY, K. Z. YÜKSEL, C. KIZMAZOĞLU, E. M. GÜNER & Ü. ACAR, TİP II Odontoid Kırıklarının Odontoid Vidası İle Tamiri, JOURNAL OF NEUROLOGICAL SCIENCES-TURKISH, 2011, 1302-1664, 28, 3, 355-361.

S. SAYHAN, C. KIZMAZOĞLU, D. ALTINEL, C. ERGÜDEN, M. GÜRAY DURAK & Ü. ACAR, Langerhans Cell Histiocytosis Of The Cervical Spine In An Adult A Case Report, TURKISH NEUROSURGERY, 2010, 1019-5149.

TÜBİTAK Burs ve Destekleri

Panelistlik/İzleyicilik/Raportörlük Sayısı

Hakemlik/Panelistlik/Dış Danışmanlık Sayısı	ARDEB/BİDEB 0	TEYDEB 0	Toplam 0
İzleyicilik/Danışmanlık Sayısı	ARDEB/BİDEB 0	TEYDEB 0	Toplam 0
Raportörlük Sayısı	ARDEB/BİDEB 0	TEYDEB 0	Toplam 0