



T.C.

SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ

ŞİŞLİ HAMİDİYE ETFAL

SAĞLIK UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ

ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ KLİNİĞİ

**OMURGADA FÜZYON UYGULANMAYAN, KISA SEGMENT
VEYA UZUN SEGMENT FÜZYON UYGULANAN HASTALARDA
SPİNAL FÜZYONUN KALÇA VE DİZ EKLEMİNDE
OSTEOARTRİTE ETKİSİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Dr. Yusuf Sülek

(TIPTA UZMANLIK TEZİ)

İSTANBUL/2024



T.C.

SAğLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
şİşLİ HAMİDİYE ETFAL
SAğLIK UYGULAMA VE ARAşTIRMA MERKEZİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOğİ KLİNİğİ

OMURGADA FÜZYON UYGULANMAYAN, KISA SEGMENT
VEYA UZUN SEGMENT FÜZYON UYGULANAN HASTALARDA
SPİNAL FÜZYONUN KALÇA VE DİZ EKLEMİNDE
OSTEOARTRİTE ETKİSİNİN KARşILAşTIRILMASI

Dr. Yusuf Sülek

Tez Danışmanı: Prof. Dr. İsmail Demirkale

(TIPTA UZMANLIK TEZİ)

İSTANBUL/2024

TEŞEKKÜRLER

Uzmanlık eğitimim ve tez çalışma sürecimin tüm aşamalarında yardımını esirgemeyen, bilgi ve deneyimlerini bizlerle paylaşarak, eğitimimize emek veren, tez danışmanım ve değerli hocam Prof. Dr. İsmail Demirkale'ye;

Uzmanlık eğitim süresince değerli bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen, eğitimimize emek ve katkı sunan, bugünlere gelmemde büyük emeği olan, geleceğim ile ilgili bana yol gösteren değerli hocalarım Prof. Dr. Hacı Mustafa Özdemir ve Prof.Dr. Osman Tuğrul Eren'e sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Eğitimim sırasında bana her türlü konuda yardımcı olan, bilgi ve deneyimlerini sabırla aktaran değerli ağabeylerim, Uzm. Dr. Raffi Armağan, Doç. Dr. Mehmet Ali Talmaç, Doç. Dr. Necmi Cam, Uzm. Dr. Ömer Faruk Kümbüloğlu, Uzm. Dr. Muharrem Kanar, Uzm. Dr. Yılmaz Eren, Uzm. Dr. Enver İpek, Uzm. Dr. Bahadır Balkanlı' ya;

Geçmişte birlikte çalışma fırsatı bulduğum ağabeylerim, Uzm. Dr. İsmail Tugay Yağcı, Uzm. Dr. Rodi Ertoğrul, Doç. Dr. Samet Erinç, Uzm. Dr. Muhammed Sefa Özcan, Uzm. Dr. Fatih Canşah Barışhan, Uzm. Dr. Muhammed Mert,'a;

Asistanlık sürecim boyunca birlikte çalışmaktan keyif aldığım servis ameliyathane, acil servis, poliklinik ve idari kısımdaki tüm hemşire, sekreter, teknisyen ve personel arkadaşlarıma;

Asistanlık eğitimim sürecinde her anımızı paylaştığımız birlikte çalışmaktan gurur duyduğum asistan arkadaşlarım; Dr. Serdar Turgut, Dr. Tural Asadov, Dr. M. Metin Boyacıoğlu, Dr. Güngör Alibakan, Dr. İsam Safi, Dr. Yusuf Yahşi, Dr. A. Hamdi Olçar, Dr. Süleyman Çakırtürk, Dr. Farid Samadov, Dr. Şervin Rafi, Dr. Yusuf Altuntaş, Dr. İsmail Tüter, Dr. Aydın Yapar, Dr. Oğuzhan Nayman, Dr. Işın Kızıllan, Dr. T. Hayrettin Seymenoğlu, Dr. Abdurrahman Demirhan, Dr. Harun Akbaş, Dr. G. Berk Onur, Dr. Onur Hamza, Dr. H. Utku Şahin, Dr. Muhammed Mansuroğlu, Dr. H. İbrahim Kurgan, Dr. B. Kaan Erkan, Dr. Can Altuntaş, Dr. A. Onur Kabacan, Dr. Hüseyin Unutmaz, Dr. M. Alp Yüksel, Dr. Ercan Karahan, Dr. Ahmet Ersoy, Dr. Göktuğ Gökçe, Dr. Ferhat Akbaş, Dr. A. Emre Öge, Dr. Babek Guliyev, Dr. M. Uğur Özel, Dr. M. Atilla Kalmaz, Dr. E. Kutay Şahin, Dr. Burakhan Meral'e;

Hayatım boyunca desteklerini esirgemeyen ve bugünlere gelmemde yaşadığım süre boyunca en büyük emeğe sahip, tüm eğitim hayatım boyunca her zaman yanımda olan, beni her koşulda destekleyen kıymetli ailem babam Tayfun Sülek, annem Fatma Sülek, kardeşim Emrehan Sülek' e ve tüm geniş aileme sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tıp fakültesi eğitimimden bugüne, hayatın her basamağında yanımda olan, sevgisiyle bana daima güç veren, en büyük destekçim ve hayat arkadaşım sevgili eşim Aylin Sülek' e sonsuz sevgi ve şükranlarımı sunarım.

Dr. Yusuf Sülek

İstanbul - 2024

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜRLER	i
KISALTMALAR	iv
TABLO LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
GRAFİ LİSTESİ	viii
ÖZET	x
ABSTRACT	xi
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. SPİNAL FÜZYON	3
2.1.1. Tarihçe	3
2.1.2. Omurga Embriyolojisi	4
2.1.3. Omurganın Genel Anatomisi	6
2.1.4. Lomber Omurga Anatomisi	10
2.1.5. Omurga Biyomekaniği	21
2.1.6. Spinal Füzyon Endikasyonları	23
2.1.7. Spinal Füzyon Teknikleri	23
2.1.8. Spinopelvik parametreler	24
3. GEREÇ VE YÖNTEM	27
3.1. HASTALAR	27
3.2. CERRAHİ ENDİKASYON	28
3.3. HASTA GRUPLARI	28
3.4. DEĞERLENDİRME PARAMETRELERİ	28
4. BULGULAR	36
5. TARTIŞMA	62
6. SONUÇ	69
7. KAYNAKLAR	70

KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ALIF	: Anterior Lomber İnterbody Füzyon
ALL	: Anterior Longitudinal Ligament
ARK	: Arkadaşları
C	: Servikal
CEA	: Merkez kenar açısı
D	: Femur Başı Çapı
DDH	: Dejeneratif Disk Hastalığı
DH	: Disk Hastalığı
HHS	: Harris Kalça Skoru
ICC	: İnterclass Correlation Coefficient
KMJS	: Diz medial eklem aralığı
KL	: Kellgren-Lawrence sınıflama sistemi
KLJS	: Diz lateral eklem aralığı
L	: Lomber
LL	: Lomber Lordoz
LSS	: Lomber spinal stenoz
MJS	: Minimum Eklem Genişliği
M.Ö.	: Milattan Önce
N	: Hasta Sayısı
ODI	: Oswestry Disability Index Harris Kalça Skoru
ORT	: Ortalama
PI	: Pelvik İnsidans
PI-LL	: Lumbopelvik Uyumsuzluk
PLIF	: Posterior Lomber İnterbody Füzyon
PLL	: Posterior Longitudinal Ligament
PSF	: Posterior Spinal Füzyon
PT	: Pelvik Eğim Açısı (Pelvik Tilt)
S	: Sakral
SC	: Erişkin Spinal Deformite

SL	: Spondilolistezis
sMJS	: Standartize Minimum Eklem Genişliği
sSJS	: Standartize Superointermediate Eklem Genişliği
SJS	: Superointermediate Eklem Genişliği
SD	: Standart Sapma
SPSS	: Statistical Package for Social Science
SS	: Sakral Eğim Açısı (Sakral Slop)
SVA	: Sagittal Vertikal Aks
T	: Torakal
TLIF	: Transforaminal Lomber İnterbody Füzyon
VKİ	: Vücut Kitle İndeksi
XLIF	: Extreme Lateral Lomber İnterbody Füzyon

TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Kellgren-Lawrence sınıflama sistemi	33
Tablo 2: Hastaların demografik verileri ile ameliyat endikasyonları, füzyon uygulanan seviye sayıları, lumbosakral füzyon, takip süreleri, ameliyat öncesi CEA ve SA ölçümleri	39
Tablo 3: Hasta gruplarına göre ameliyat sonrası ve öncesi KL farkı ile MJS, SJS için yıllık daralma oranları ve standardize (sMJS, sSJS) yıllık daralma oranları	44
Tablo 4: Hasta gruplarına göre ameliyat sonrası ve öncesi diz KL farkı ile KMJS, KLJS yıllık daralma oranları	46
Tablo 5: Hasta gruplarına göre ameliyat öncesi ve sonrası spinopelvik parametre ölçümleri	47
Tablo 6: Hasta gruplarına göre ameliyat öncesi ve sonrası spinopelvik parametre ölçümleri arasındaki fark	48
Tablo 7: Ameliyat sonrası ve öncesi KL farkı ölçümünün bağımlı değişken, diğer değişkenlerin bağımsız değişken olarak alındığı regresyon modeli	50
Tablo 8: MJS için yıllık daralma bağımlı değişken, diğer değişkenlerin ise bağımsız değişken olarak alındığı regresyon modeli	51
Tablo 9: SJS için yıllık daralma bağımlı değişken, diğer değişkenlerin ise bağımsız değişken olarak alındığı regresyon modeli	52
Tablo 10: sMJS yıllık daralma oranının bağımlı değişken, diğer değişkenlerin ise bağımsız değişken olarak alındığı regresyon modeli	53
Tablo 11: sSJS yıllık daralma oranının bağımlı değişken, diğer değişkenlerin bağımsız değişken olarak alındığı regresyon modeli	54
Tablo 12: Hasta gruplarına göre ameliyat sonrası ve öncesi ODI, HHS değerleri arasındaki fark	57
Tablo 13: Hasta gruplarına göre ameliyat sonrası ve öncesi ODI, HHS değerleri ...	59
Tablo 14: Ameliyat sonrası MJS değerinin kategorik değişikliklere ayrılarak bağımlı değişken olarak alındığı ve diğer tüm değişkenlerin ise bağımsız değişken olarak alınarak test edildiği lojistik regresyon modeli	60

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Nöral tüp oluşumunun erken evreleri	5
Şekil 2: Dördüncü haftada somitlerin bölünmesi	5
Şekil 3: Vertebraların anterior, lateral ve posterior görünümü	7
Şekil 4: Omurganın sağ lateral görünümünde dönemlere göre eğrilikler	9
Şekil 5: Bir vertebranın şematik tasviri, sol dorsolateral görünüm	10
Şekil 6: Lomber vertebraların superior, posterior ve lateral görünümü	11
Şekil 7: T3 (A), T8 (B), L4 (C) pedikül morfolojisi	12
Şekil 8: a ve b intervertebral disk sol yandan görünümü, a istirahat halinde görünümü, b aksiyel yük altında görünümü	13
Şekil 9: Lomber intervertebral disk, aksiyel görünüm	14
Şekil 10: Lomber omurganın ligamantöz yapısı.....	15
Şekil 11: Torakolomber ligamentler.....	16
Şekil 12: a ve b derin sırt kasları aksiyel görünüm.....	17
Şekil 13: Yüzeyel ve derin sırt kasları aksiyel.....	18
Şekil 14: Vertebra kanlanması.....	19
Şekil 15: Vertebraların drenajı, internal ve eksternal venöz pleksus	19
Şekil 16: Vertebral kanal L3 vertebra seviyesi aksiyel kesit	20
Şekil 17: Omurganın sinirleri	21
Şekil 18: Omurga stabilite sisteminde alt sistemler.....	22
Şekil 19: Anterior, orta ve posterior kolonların gösterildiği şematik çizim	22
Şekil 20: Spinopelvik parametreler	26
Şekil 21: Spinopelvik parametre ölçümlerinin lateral ayakta tam omurga radyografisinde gösterilmesi.....	29
Şekil 22: Kalça ve diz ekleminde parametrelerin ölçümlerinin anteroposterior ayakta kalça ve diz radyografilerinde gösterilmesi.....	30
Şekil 23: Çalışmaya dahil edilen ve çalışmadan dışlanan hastaların gösterildiği akışı şeması	37
Şekil 24: Tüm hastaların füzyon gruplarına göre gruplandırılması	38

GRAFİK LİSTESİ

Grafik 1: Hasta gruplarına göre yaş dağılımını gösteren kutu grafiği	39
Grafik 2: Hasta gruplarına göre cinsiyet dağılımını gösteren pasta grafikleri.....	40
Grafik 3: Hasta gruplarına göre VKİ dağılımını gösteren kutu grafiği	40
Grafik 4: Hasta gruplarına göre ameliyat endikasyonu dağılımını gösteren sütun grafiği	41
Grafik 5: Hasta gruplarına göre füzyon uygulanan seviye sayısını gösteren sütun grafiği	42
Grafik 6: Hasta gruplarına göre lumbosakral füzyon uygulanan hasta sayısını gösteren sütun grafiği	42
Grafik 7: Hasta gruplarına göre takip süresi dağılımını gösteren kutu grafiği	43
Grafik 8: Hasta gruplarına göre CEA ve SA ölçümlerinin dağılımını gösteren kutu grafiği	43
Grafik 9: Hasta gruplarına göre MJS, SJS için yıllık daralma oranlarını gösteren kutu grafiği	45
Grafik 10: Hasta gruplarına göre standardize (sMJS, sSJS) yıllık daralma oranlarını gösteren kutu grafiği	45
Grafik 11: Hasta gruplarına göre ameliyat sonrası ve öncesi KL farkını gösteren çubuk grafiği	45
Grafik 12: Hasta gruplarına göre KMJS, KLJS yıllık daralma oranlarını gösteren kutu grafiği	46
Grafik 13: Hasta gruplarına göre ameliyat sonrası ve öncesi diz KL farkını gösteren çubuk grafiği	47
Grafik 14: Hasta gruplarına göre ameliyat öncesi ve sonrası spinopelvik parametre ölçümleri	49
Grafik 15: Füzyon uygulanan seviye sayısı ile ameliyat sonrası ve öncesi kalça Kellgren-Lawrence (KL) farkı arasındaki ilişkiyi gösteren dağılım grafiği.....	55
Grafik 16: Füzyon uygulanan seviye sayısı ile MJS yıllık daralma oranı arasındaki ilişkiyi gösteren dağılım grafiği	55

Grafik 17: Füzyon uygulanan seviye sayısı ile SJS yıllık daralma oranı arasındaki ilişkiyi gösteren dağılım grafiği	56
Grafik 18: Füzyon uygulanan seviye sayısı ile sMJS yıllık daralma oranı arasındaki ilişkiyi gösteren dağılım grafiği	56
Grafik 19: Füzyon uygulanan seviye sayısı ile sSJS yıllık daralma oranı arasındaki ilişkiyi gösteren dağılım grafiği	57
Grafik 20: Hasta gruplarına göre ameliyat öncesi ve sonrası Oswestry Disability Index (ODI) skorlarının ortalamalarını gösteren çizgi grafiği.....	58
Grafik 21: Hasta gruplarına göre ameliyat öncesi ve sonrası Harris Hip Score (HHS) ortalamalarını gösteren çizgi grafiği	58
Grafik 22: Son ölçümdeki eklem aralığına göre füzyon uygulanan seviye sayısını gösteren kutu grafiği.....	61
Grafik 23: Son ölçümdeki eklem aralığına göre CEA (Merkez Kenar Açısı) değerlerini gösteren kutu grafiği.....	61

ÖZET

Amaç: Spinal füzyon cerrahisinin, omurga ile pelvis ve alt ekstremitte biyomekaniği üzerindeki etkileri, önemli bir araştırma konusu olmuştur. Bu çalışmada, kalça ve diz eklemlerinde osteoartrit gelişimi için risk faktörü olabilecek demografik, radyolojik ve fonksiyonel parametrelerin karşılaştırılması ve spinal füzyon uygulanan seviye sayısının kalça ve diz eklemlerinde osteoartrit üzerine olan etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: 2010-2021 yılları arasında Sağlık Bilimleri Üniversitesi Şişli Hamidiye Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği'nde lomber omurga cerrahisi yapılan hastalar retrospektif olarak değerlendirilmiştir. Hastalar füzyon yapılmayan grup (N grubu), üç seviye ve daha az füzyon uygulanan grup (S grubu), dört seviye ve daha fazla füzyon yapılan grup (L grubu) olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Hastaların demografik verileri, ameliyat öncesi ve sonrası çekilen tam omurga, kalça ve diz radyografileri incelenmiş ve spinopelvik parametreler ölçülmüştür. Fonksiyonel değerlendirilme için Oswestry Disability Index (ODI) ve Harris Kalça Skoru (HHS) kullanılmıştır. Kalça ve diz eklem aralıklarındaki daralma oranları ölçülmüş ve gruplar arasındaki farklar analiz edilmiştir. Osteoartrit riskini etkileyen faktörler, çoklu regresyon analizleri ile değerlendirilmiştir.

Bulgular: Uzun seviye spinal füzyon uygulanan hastalarda kalça eklem aralığında belirgin bir daralma tespit edilmiştir. MJS (minimum eklem genişliği) ve SJS (superointermediate eklem genişliği) yıllık daralma oranları L grubunda diğer gruplara göre, S grubunda ise N grubuna göre daha yüksek bulunmuştur. Özellikle ameliyat sonrası MJS'nin ≤ 2 mm olma olasılığı L grubunda daha yüksek olduğu ve bu nedenle osteoartrit riskinin anlamlı şekilde arttığı tespit edilmiştir.

Sonuç: Çalışmamız, spinal füzyon uygulanmayan gruba kıyasla spinal füzyon uygulandığında ve uygulanan seviye sayısı arttıkça kalçada eklem aralığında daralma ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Kalçada eklem daralmasına etki eden faktörler

arasında en etkili olanı, spinal füzyon uygulanan seviye sayısına göre oluşturulan hasta gruplarıdır. Spinal füzyon uygulanan seviye sayısının artması, kalça ekleminde daralmayı ve koksartroz riskini arttırdığından, bu hasta grubunun yakın takip edilmesi gerekmektedir. Cerrahlar, bu riskin farkında olmalı ve hastaların izleminde bu faktörü göz önünde bulundurmalıdırlar.

Anahtar Kelimeler: Spinal füzyon, kalça osteoartriti, diz osteoartriti, spinopelvik parametreler, kalça kırıkları, sakral slop, pelvik tilt.



ABSTRACT

Objective: The effects of spinal fusion surgery on the biomechanics of the spine, pelvis, and lower extremities have been a significant topic of research. This study aimed to compare the demographic, radiological, and functional parameters that may serve as risk factors for the development of osteoarthritis in the hip and knee joints, and to investigate the effect of the number of levels fused on osteoarthritis in these joints.

Materials and Methods: Patients who underwent lumbar spine surgery at the Orthopedics and Traumatology Clinic of Şişli Hamidiye Etfal Training and Research Hospital, University of Health Sciences, between 2010 and 2021, were retrospectively evaluated. Patients were divided into three groups: those without fusion (Group N), those who underwent fusion of three levels or less (Group S), and those who underwent fusion of four or more levels (Group L). The demographic data of the patients and preoperative and postoperative full-spine, hip, and knee radiographs were examined, and spinopelvic parameters were measured. The Oswestry Disability Index (ODI) and Harris Hip Score (HHS) were used for functional evaluation. The rates of joint space narrowing in the hip and knee joints were measured, and the differences between the groups were analyzed. Factors affecting the risk of osteoarthritis were assessed using multiple regression analyses.

Results: Significant narrowing in the hip joint space was detected in patients who underwent long-level spinal fusion. The annual narrowing rates of the minimum joint space (MJS) and superointermediate joint space (SJS) were higher in Group L compared to the other groups, and higher in Group S compared to Group N. The likelihood of $MJS \leq 2$ mm, particularly postoperatively, was found to be higher in Group L, significantly increasing the risk of osteoarthritis.

Conclusion: Our study demonstrated that, compared to the non-fusion group, spinal fusion and the number of levels fused were associated with narrowing of the hip joint space. The most influential factor affecting hip joint narrowing was the patient

groups formed based on the number of levels fused. As the number of levels fused increases, narrowing of the hip joint and the risk of coxarthrosis also increase, suggesting that this patient group requires close follow-up. Surgeons should be aware of this risk and consider it during patient monitoring.

Keywords: Spinal fusion, hip osteoarthritis, knee osteoarthritis, spinopelvic parameters, hip fractures, sacral slope, pelvic tilt.



1. GİRİŞ VE AMAÇ

Sağlık alanındaki bilimsel gelişmeler sonucunda artan yaş oranıyla birlikte, omurganın doğal dejeneratif süreci ile, yaşlanan popülasyon spinal füzyon cerrahisi için aday haline gelmektedir. Spinal füzyon cerrahisi, uygun hasta seçimi ve doğru endikasyonla uygulandığında, semptomlarda azalma sağlamak ve hastaların yaşam kalitesine olumlu katkılar sunabilmektedir. Bu nedenle, cerrahlar arasında bu yöntemin tercih edilme sıklığı artmaktadır. (1) Spinal füzyon cerrahisindeki artış, dikkat çekici bir konu haline gelmiş ve bu alanda yapılan epidemiyolojik çalışmaların sayısı da artmıştır. (2–6) Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) yapılan bir çalışmada, 10 yıllık süreçte torakolomber ve lomber spinal füzyon uygulamaların sırasıyla %31 ve %134 oranlarında arttığı bildirilmiştir. (2) Füzyon seviyesini araştıran başka epidemiyolojik çalışmada ise, dokuz veya daha fazla seviyeyi içeren füzyon sayısının 10 yıllık süreçte %141 oranında, 65 ile 85 yaş arası hastalarda %460 oranında bir artışı kapsamakta olduğu belirtilmiştir. (7) ABD'deki ulusal hasta kayıt sistemine göre, dejeneratif omurga hastalıkları için uygulanan lomber spinal füzyon cerrahisinde 12 yıl boyunca %62,3 oranında bir artış yaşanmış ve maliyetlerde %177 oranında bir artış görülmüş; 2015 yılında bu maliyetlerin 10 milyar doları aştığı rapor edilmiştir. (6)

Lomber spinal füzyon ile omurga, pelvis ve alt ekstremitte biyomekaniğinde önemli değişikliklere yol meydana gelmektedir. Omurganın doğal eğrilikleri olan kifoz ve lordoz arasındaki karşılıklı uyumun, pelvis ve alt ekstremitelerle birlikte devam etmesi, sagittal dengenin korunması açısından büyük önem taşır. Bu karşılıklı kinematik uyum, literatürde spinopelvik denge olarak tanımlanmış olup, bu dengenin bozulması, ilk olarak “kalça-omurga sendromu” olarak adlandırılmıştır. (8)

Kalça-omurga sendromunun tanımlanmasından bu yana, spinopelvik denge ve kalça arasındaki ilişki dikkat çekmiş ve koksartroz ile ilişkisi açıklanmaya çalışılmıştır. Koksartroz ile bel ağrısı olan hastalarda spinopelvik hizalamayı inceleyen bir çalışmada, gruplar arası belirgin farklılıklar tespit edilmiş ve genç bireylerde yüksek pelvik insidansın asetabulumun anteriora dönmesi ile ileri yaşlarda koksartroz gelişimine etkisi olabileceği belirtilmiştir. (9) Asetabular displaziye bağlı koksartrozu olan hastalarda pelvik tilt ve kalçaya ait faktörlerin araştırıldığı başka bir çalışmada

ise, lomber omurganın düzeltilmesinin, asetabulumun anterior örtümünü azaltarak koksartrozu indükleyebileceği öne sürülmüştür. (10) Koksartroz hastalarında total kalça artroplastisi sonrası hem bel ağrısı hem de omurga fonksiyonlarında iyileşme gözlemlenmiş olsa da daha uzun lomber spinal füzyon uygulanan hastaların ileri yaşlarda total kalça artroplastisi cerrahisi geçirme riskinin önemli ölçüde arttığı rapor edilmiştir. (11,12) Lomber spinal füzyon sonrası komşu segment dejenerasyonuna bağlı olarak sakrum hareketlerindeki kısıtlanmanın, femur üzerindeki mekanik yüklerin ve vektörlerin potansiyel olarak artmasına yol açabileceği ve bu durumun dejeneratif süreci hızlandırarak koksartroza neden olabileceği belirtilmiştir. (13,14)

Omurga ve kalça arasındaki ilişki, alt ekstremitenin tamamının değerlendirilmesi ile daha iyi anlaşılabilir. Sagital dizilimi ilgilendiren bozuklukların, spinopelvik denge, kalça ve diz eklemi arasındaki adaptif değişiklikler sonucunda dengelendiği bilinmektedir. (15,16) Total diz artroplastisi uygulanan hastalarda, pelvik tilt ve sakral eğimde değişikliklere yol açtığı, bu nedenle lomber spinal füzyonlu hastalarda spinopelvik dengenin dikkate alınması gerektiği vurgulanmıştır. (17) Fleksiyon kontraktürü mevcut gonartrozlu hastalarda, total diz artroplastisi sonrası fleksiyon kontraktürlerindeki düzelmenin sakral eğimde değişikliğe neden olduğu gözlemlenmiştir. (18)

Kalça-omurga sendromu ve komşu eklem dejenerasyonu, ilk kez tanımlandığı günden bu yana büyük ilgi görmüş ve lomber spinal füzyonun spinopelvik denge, kalça ve alt ekstremitelerle olan ilişkisi birçok çalışmada incelenmiştir. Lomber spinal füzyon sonucunda, pelvisin sagital düzlemdeki konumunda meydana gelen değişikliklerin, koksartroz patolojisinin nihai bir sonucu olarak veya komşu eklem dejenerasyonuna bağlı olarak, sakrum ve pelvis arasındaki dejeneratif süreçlerle bağlantılı olduğu ve pelvisin hareketliliğinin azalmasıyla birlikte kalça eklemine binen kuvvetlerde potansiyel bir artışa yol açtığı düşünülmektedir. Bu çalışmada, lomber spinal füzyon uygulanmamış, kısa veya uzun segment füzyon yapılmış hastalarda, koksartroz ve gonartroz için risk faktörü olabilecek demografik, radyolojik ve fonksiyonel parametreleri karşılaştırmayı, kalça ve diz eklem aralıklarındaki daralma oranları üzerinde füzyon seviyesinin etkisini açıklamayı amaçladık.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. SPİNAL FÜZYON

2.1.1. Tarihçe

Spinal füzyon omurgadaki iki veya daha fazla vertebranın kalıcı olarak birleştirilmesini amaçlayan bir cerrahi prosedür olup, geçmişten günümüze teknik, kullanılan malzeme ve ameliyat sonuçları açısından önemli evrimler geçirmiştir.

Omurga hastalıklarının tedavisi için uygulanan cerrahi girişimlerin ilk bulguları, Antik Yunan ve Roma dönemine kadar dayanmaktadır. (19,20) M.Ö. 460-370 yılları arasında Antik Yunan döneminde Hipokrat, omurga yaralanmaları ve deformiteleri üzerinde çalışmalar yapmış, omurga anatomisinden bahsederek bazı tedavi yöntemleri geliştirmiştir. (19,21) Ancak bu dönemde basit ve temel düzeyde olan bu cerrahi girişimler, steril tekniklerin ve gelişmiş cerrahi malzemelerin yokluğu nedeniyle genellikle başarısız olmuştur.

Claudius Galen, Hipokrat'ın çalışmalarını önemseyerek anatomik ve fizyolojik incelemeler yapmış ve terminolojik tanımlamaları ilk kez kullanmaya başlamıştır. (22) Orta Çağ'da ise Leonardo da Vinci, Andreas Vesalius, Giovanni Alfonso Borelli gibi bilim insanları, biyoloji ve metamatik ile biyomekanik arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır ve Borelli'nin tarafından modern deneysel hesaplamalara yakın biyomekanik sonuçlar bulunmuştur. (23)

19. yüzyıl sonlarında omurga füzyonuna yönelik ilk cerrahi girişimler başladı. 1891 yılında Dr. Fred Albee, modern teknikler ve kemik grefti kullanarak omurga füzyonunu gerçekleştirdi ve bu cerrahi girişim, modern spinal füzyon cerrahisinin başlangıcı olarak kabul edilmektedir. (24).

20. yüzyıl başlarında, cerrahi teknik ve sterilizasyon yöntemlerindeki ilerlemeler spinal füzyon cerrahisinin gelişmesine ve yaygınlaşmasına olanak sağladı. Dr. Russell Hibbs, 1911'de skolyoz tedavisinde kemik grefti kullanarak ilk başarılı omurga füzyon cerrahisini gerçekleştirdi. (25) Dr. Jules Roy-Camille ise 1930'da omurga kırıklarında ve instabilitesinde pedikül vidaları ve rodlar kullanarak cerrahi teknikleri daha da geliştirdi. (26)

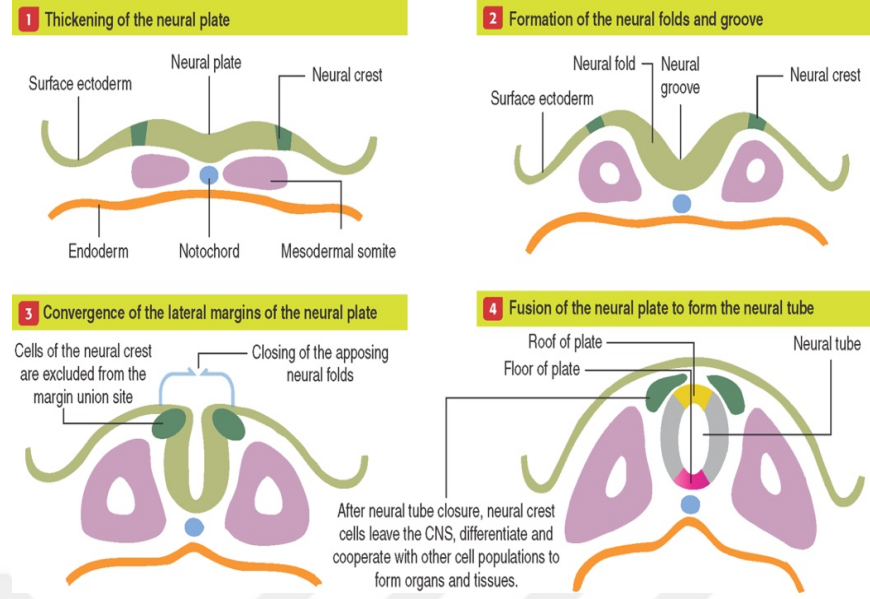
Dr. Paul Harrington, 1950’de skolyoz tedavisinde deformiteyi düzeltmek ve stabilize etmek için geliştirdiği Harrington rod sistemini geliştirdi. Bu sistem, modern spinal füzyon cerrahisinde önemli bir dönüm noktası oldu. (27) 1940 ve 1970 yılları arasında cerrahi malzeme ve görüntüleme teknolojilerindeki ilerlemelerle omurgada füzyon cerrahisinin başarı oranı önemli ölçüde arttı. 20. yüzyılın sonlarına doğru titanyum ve paslanmaz çelik pedikül vidalarının kullanımı yaygınlaştı ve titanyum vidaların paslanmaz çeliğe göre daha iyi sonuçlar verdiği gösterildi. (28) Ayrıca, 1993 ve 2003 yılları arasında servikal, torakolomber ve lomber spinal füzyon cerrahisinde sırasıyla %89, %31 ve %134 oranlarında artış bildirilmiştir. (2)

21. yüzyıl başlangıcından günümüze kadar spinal füzyon cerrahisi, minimal invaziv cerrahi ve endoskopik yöntemler gibi yeniliklerle gelişmeye devam etmiştir. Yeni biyomateryaller kullanımında artış gözlenmiş ve hastaların iyileşme süresini ve komplikasyonları azaltmayı amaçlayan çalışmalar artmıştır.

Sonuç olarak, spinal füzyon cerrahisinin tarihçesi, tıp biliminin genel gelişimi ile paralel seyretmiştir ve bu alandaki yenilikçi gelişmeler, cerrahi sonuçların iyileştirilmesine ve komplikasyonların azaltılmasına önemli katkılarda bulunmuştur.

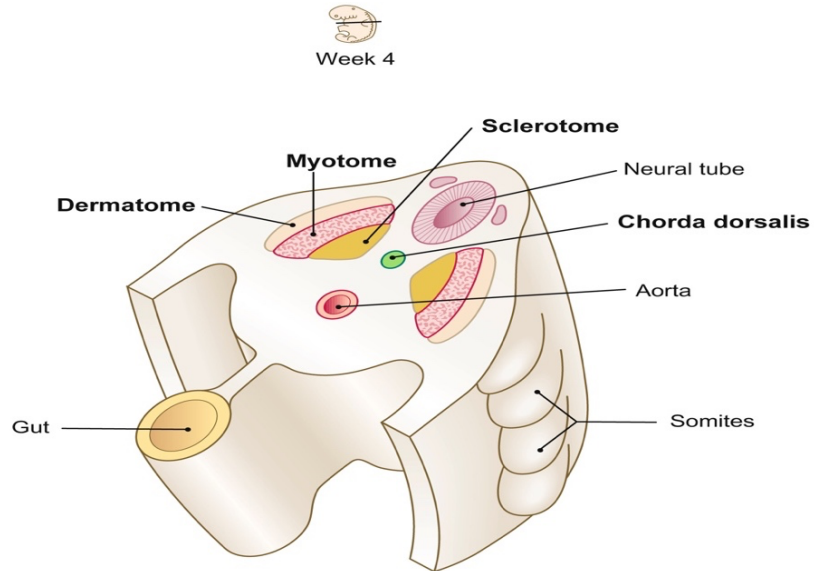
2.1.2. Omurga Embriyolojisi

Omurga embriyolojisi, embriyolojik yaşamın erken dönemlerinde başlayıp doğum sonrası süreçlerde bile devam eden karmaşık bir gelişim sürecidir. Embriyolojik dönemin üçüncü haftasında ektoderm, mezoderm ve endoderm olmak üzere üç germ tabakası oluşur. Mezoderm tabakasından köken alan notokord birincil aksenal desteği oluşturur.



Şekil 3: Nöral tüp oluşumunun erken evreleri (Histology and Cell Biology: An Introduction to Pathology, 5th ed., 2019, English)

Üçüncü ve dördüncü haftalarda, Notokord üzerinde bulunan ektodermi indükleyerek kalınlaştırır ve nöral plak meydana gelir. Nöral plak kıvrılarak nöral tüpü oluşturur ve spinal kord de dahil olmak üzere merkezi sinir sistemi oluşumu başlamış olur. (29) (Şekil 1)



Şekil 4: Dördüncü haftada somitlerin bölünmesi (Sobotta Atlas of Anatomy, Vol.1, 17th ed., 2023, English)

Dördüncü ve beşinci haftalarda, paraksiyal mezodermin segmentasyonla oluşan çift bloklar halinde somit adı verilen yapılar gelişir. Bu somitlerin ventral bölgesinden, omurga kolonunun temeli olan skleretom hücreleri ortaya çıkmaya başlar. Aynı zamanda somitlerin dorsal ektoderme komşu bölgesinden dermatom, medial bölgesinden ise sklerotom yapıları gelişir. Nöral tüpün kapanması ile notokord gelişimi tamamlanır ve vertebra korpusunun olduğu bölgede geriler. Ancak disklerde nükleus pulposus olarak varlığını devam ettirir. (30) (Şekil 2)

Beşinci ve altıncı haftalarda, sklerotom hücreleri vertebra primordiumları oluşturur ve bu vertebra primordium gelecekte vertebra korpusu ve arkusunu meydana getirecek şekilde farklılaşır. Bu aşamada, sklerotomdaki mezenkimal hücreler kıkırdak matriksi salgılayan kondrositlere farklılaşarak omurganın kıkırdak taslağını oluştururlar. (30)

Yedinci ve sekizinci haftalarda, kondrosifikasyon süreci başlar ve kemikleşme için temeller oluşur. Vertebra primordiumlar, kıkırdak doku ile kaplanır ve bu süreçte içerisinde intervertebral disklerin anulus fibrosus yapıları da oluşmaya başlar.

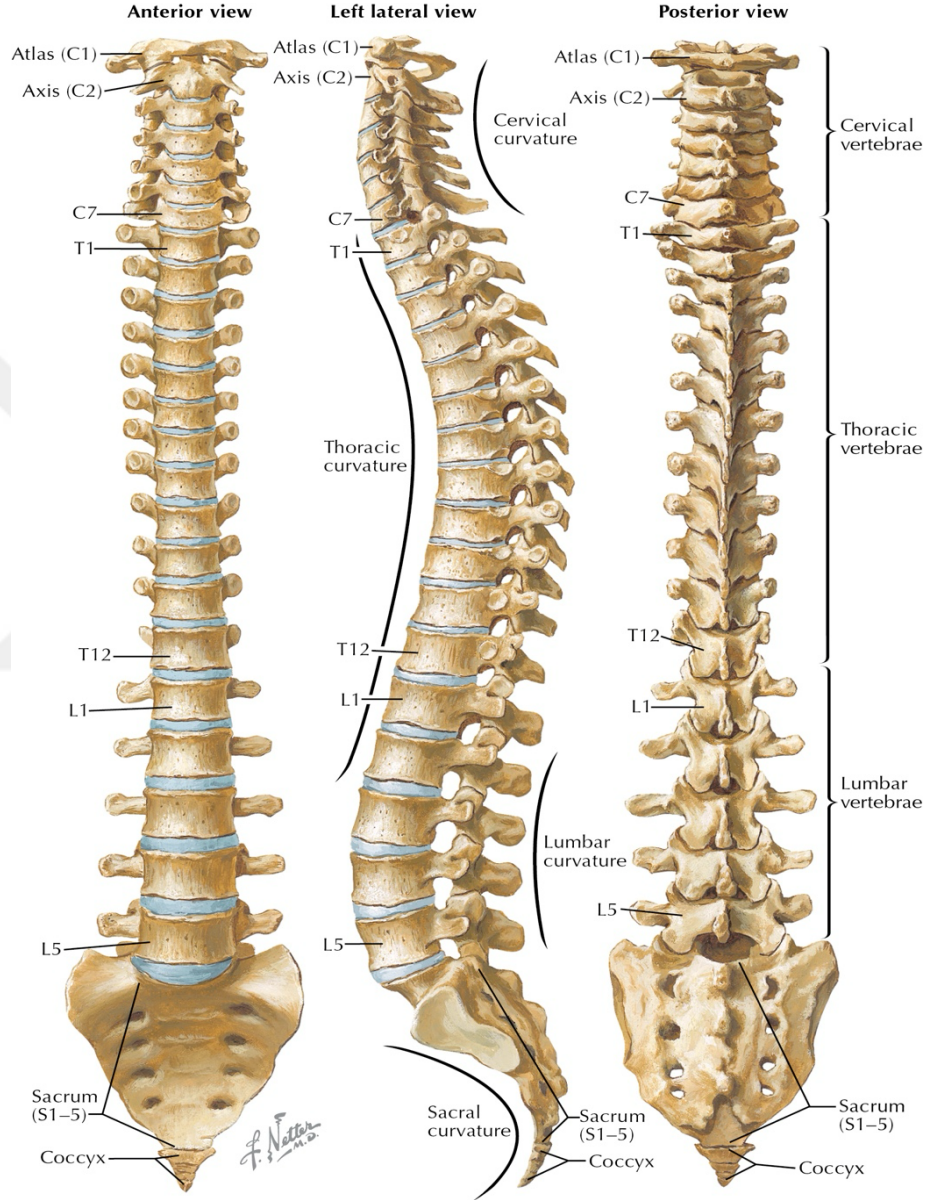
Dokuzuncu hafta ve doğumla beraber kıkırdaklı vertebraların vertebra korpus ve arkuslarında primer ossifikasyon merkezleri ortaya çıkar. Ardından vertebraların spinöz ve transvers processlerinin uçlarında, ark şeklinde epifizlerinde sekonder ossifikasyon merkezleri gelişir. Ossifikasyon merkezlerinin birleşmesiyle kemikleşme süreci tamamlanır ve bu süreç çocuklukta ve adolesan dönemde de devam eder.

2.1.3. Omurganın Genel Anatomisi

Omurga, insan vücuduna destek ve esneklik sağlayan merkezi bir yapı olup hem iskelet sistemi hem de sinir sisteminin önemli bir parçasıdır. Kas iskelet sistemi ile olan kompleks yapısıyla birlikte vücudun dik durmasını ve postürün korunmasını sağlar. Aynı zamanda omurilik ve sinir köklerini koruyarak merkezi sinir sistemi ile periferik sinir sistemi arasındaki iletişimi sağlayan bir kavşak konumundadır.

Omurga, 33-34 vertebradan oluşmakta olup ve servikal, torakal, lomber, sakral ve koksigeal olmak üzere beş bölümde incelenir. Servikal omurga 7, torakal omurga 12, lomber omurga 5, sakral omurga 5 ve koksigeal omurga 4 vertebradan oluşmaktadır. Servikal, torakal, lomber omurgalarında bulunan vertebra sayısı yaşam

boyu değişmezken sakral ve koksigeal omurgalar vertebraların birbirleri ile füzyonu sonucu sakrum ve koksiks olarak adlandırılan tek bir kemiği oluşturur. Omurganın her bir bölümü kendine özgü fonksiyonuna katkı sağlayan benzersiz anatomik özelliklere sahiptir. (Şekil 3)



Şekil 3: Vertebraların anterior, lateral ve posterior görünümü (Netter Collection of Medical Illustrations: Musculoskeletal System, Part 2 – Spine and Lower Limb, 3th ed., 2024, English)

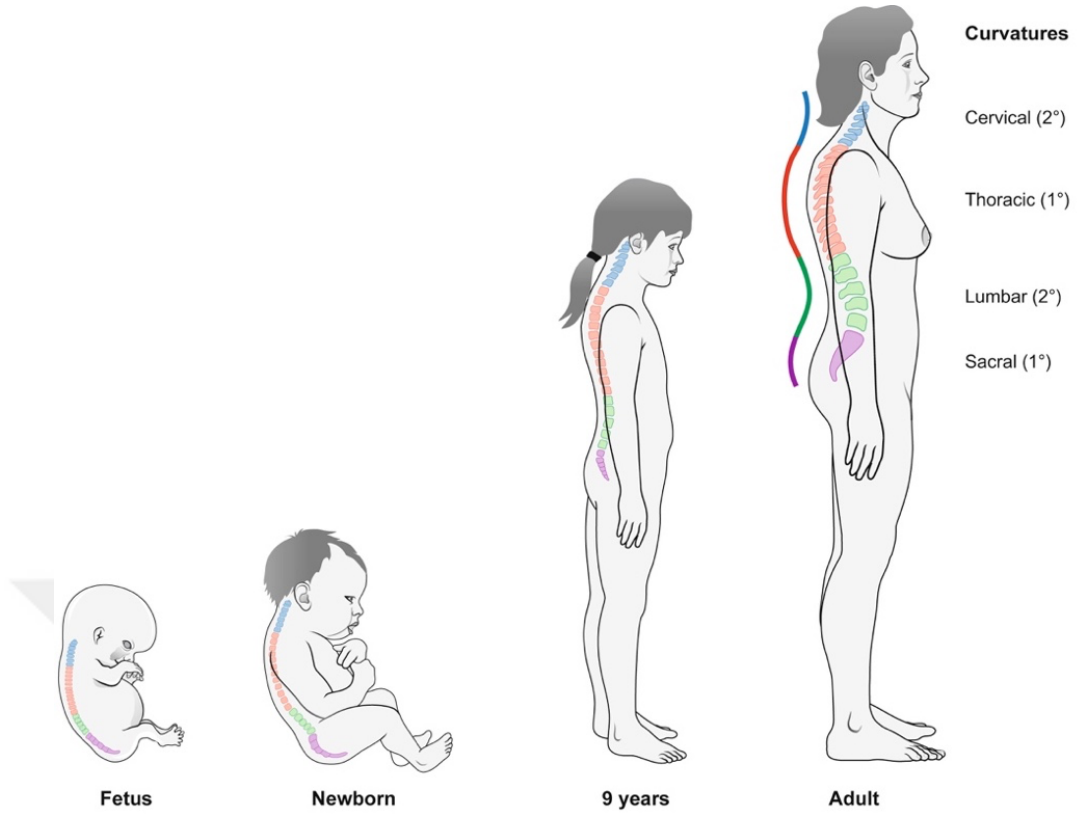
Servikal vertebralar (C1-7), boyun bölgesinde başı destekleyen ve geniş hareket aralığına olanak sağlamak için özelleşmiş bölümdür. C1 vertebra Atlas olarak adlandırılır ve kafatasını destekleyen korpusa sahip olmayan özel bir yapıdır. C2 vertebra Axis olarak adlandırılır başın atlas üzerinde dönmesini sağlayan kendine özgü odontoid processe (dens) sahiptir, böylece başın sağa ve sola dönmesine olanak sağlar. Küçük boyut ve geniş hareket aralığı, servikal omurgaya baş ve boyun hareketine olanak sağlar.

Torakal vertebralar (T1-T12), kaburga kemikleri ile eklemleşerek göğüs kafesini oluşturur. Torasik vertebralardaki bu özel yapı ve eklemleşme özellikleri ile toraksa esneklik ve sağlamlık sağlar, bu özellikler iç organlarda korunmasını ve solunum fonksiyonlarının desteklemesini sağlar.

Lomber omurgalar (L1-5), büyük ve güçlü olacak şekilde özelleşmiş olup üst vücut ağırlığını taşımaktadırlar. Lomber vertebralar geniş hareket aralığı ile bel bölgesine esneklik sağlamaktadırlar.

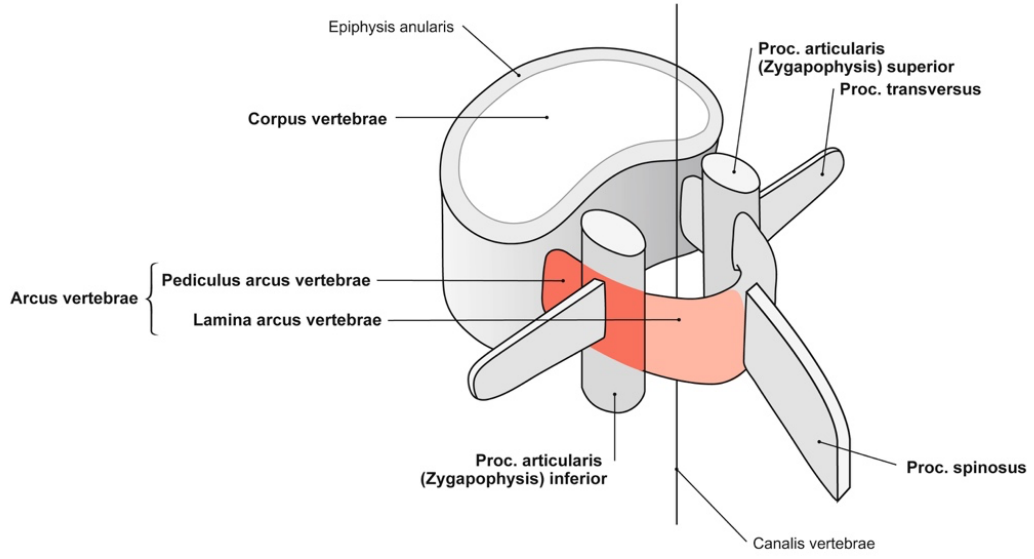
Sakrum (S1-S5), omurganın pelvis ile bağlantısı konumundadır, oturma ve ayakta durma sırasında üst vücutun yükünü desteklerken alt ekstremitenin yükünün dağıtılmasını sağlar. Koksiks (Co1-Co4), küçük vertebraların füzyonu sonucu oluşan bir yapı olup, çok az bir hareket kabiliyetine sahiptir ancak kas ve bağlar için önemli bir bağlantı noktasıdır.

İntrauterin dönemde fetüsün rahimdeki kıvrılmış pozisyonuna bağlı olarak tüm omurga boyunca uzanan tek kifotik eğriliğe sahiptir. Torakal ve sakral kifoz bundan dolayı primer eğrilikler olarak adlandırılırken intrauterin dönemde fonksiyonel kas gelişimi ile başlayıp postnatal dönemde şekillenmeye başlayan servikal ve lomber lordoz sekonder eğrilikler olarak adlandırılır. Bebek 3-4 aylıkken, büyüme ve gelişim sürecinde kafasını dik tutmaya başladıkça servikal lordoz gelişimi başlar. Bebek dik oturmaya başladığında ise, yaklaşık 6-9 aylıkken lomber lordoz gelişmeye başlar. Ayakta durma ve yürümeyle beraber lomber lordoz belirginleşir. Çocukluk dönemi ve adolesan dönemde ise omurganın doğal eğrilikleri nihai şeklini almaya başlar. Doğal eğrilikler hareket esnasında birbirlerini kompanse edecek şekilde yapılanmış olup, bu eğrilikler vertebralar ve intervertebral diskler kuvvetlerin absorbe edilmesine katkı sağlamaktadır. (Şekil 4)



Şekil 4: Omurganın sağ lateral görünümünde dönemlere göre eğrilikler (Sobotta Atlas of Anatomy, Vol.1, 17th ed., 2023, English)

Vertebralar temel olarak ilk iki servikal vertebra haricinde anatomik olarak farklılıklar mevcut olsa da önde spongios kemik yapısında bir korpus vertebra ile arkada pedikül, lamina ve processleri arkus vertebra olmak üzere iki ana yapıdan oluşmaktadır. Bu iki yapı birleşerek ortalarında spinal kordu sınırlandıran foramen vertebrayı oluşturur. Foramen vertebranın çevresini korpus vertebra, korpus vertebranın arkus vertebra ile birleşen bölgeleri olan iki pedikül ve pediküllerin arkaya doğru yassılaşp birleşmesiyle oluşan laminalar çevrelemektedir. (30) (Şekil 5) Foramen vertebraya ait çapın yapılan morfolojik çalışmalarda kaudale doğru azaldığı gösterilmiştir. (31)



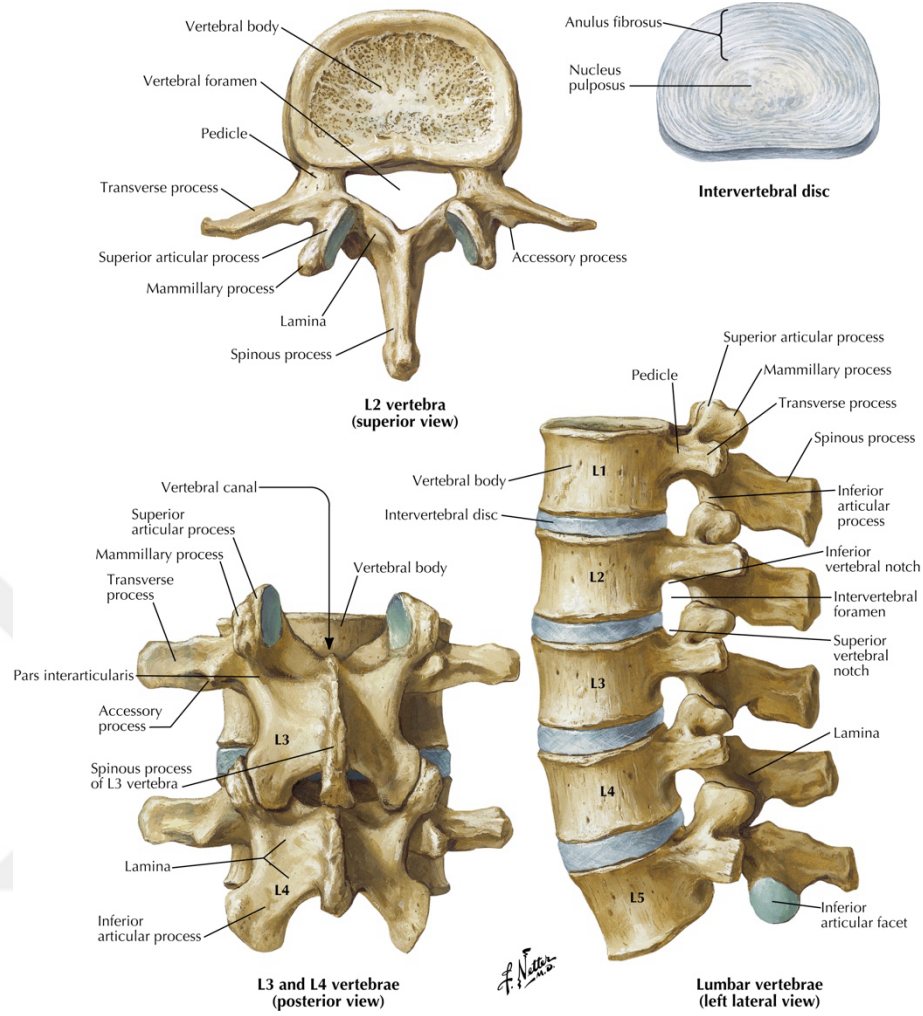
Şekil 5: Bir vertebranın şematik tasviri, sol dorsolateral görünüm (Sobotta Atlas of Anatomy, Vol.1, 17th ed., 2023, English)

2.1.4. Lomber Omurga Anatomisi

Lomber vertebraların her biri üzerine düşen yük yerçekimine karşı vücudun daha fazla ağırlığını desteklediği için daha fazla olup aynı zamanda stabilitenin sağlanmasının gerekliliğinden büyük ve sağlam yapıdadırlar. Bu durum aksiyel yüklenmeleri taşıyacak en önemli bölümü olan korpus vertebraları servikalden lombere doğru korpus vertebralardaki boyut artışının temel nedendir.

2.1.4.1. Lomber vertebra:

Lomber omurga, her biri korpus vertebra, iki pedikül, bir spinöz process, iki transvers process içeren 5 adet vertebra ve korpus vertebraları birleştiren 5 adet intervertebral diskten oluşmaktadır. Lomber vertebralar büyük korpus vertebraya sahip olmaları, torakal vertebralar gibi kostal eklem yüzü içermemeleri, foramen trasnversiumlarının olması, trasvers processlerde ikinci bir process olan mamillar process varlığı ile diğer vertebralardan farklıdır. (Şekil 6) Korpus vertebra içte kompresyon kuvvetlerine karşı koyan trabeküler yapıya, dışta torsiyonel kuvvetlere karşı koyan kompakt bir yapıya sahiptir. Korpus vertebralar frontal planda sagittal plana göre daha uzun ve anterior yüksekliği posterior yüksekliğine göre daha yüksektir. Korpus vertebranın bu yapısı lomber lordozun oluşumuna katkıda bulunur. Aynı zamanda korpus vertebralar frontal planda sagittal plana göre daha geniştir. (32)

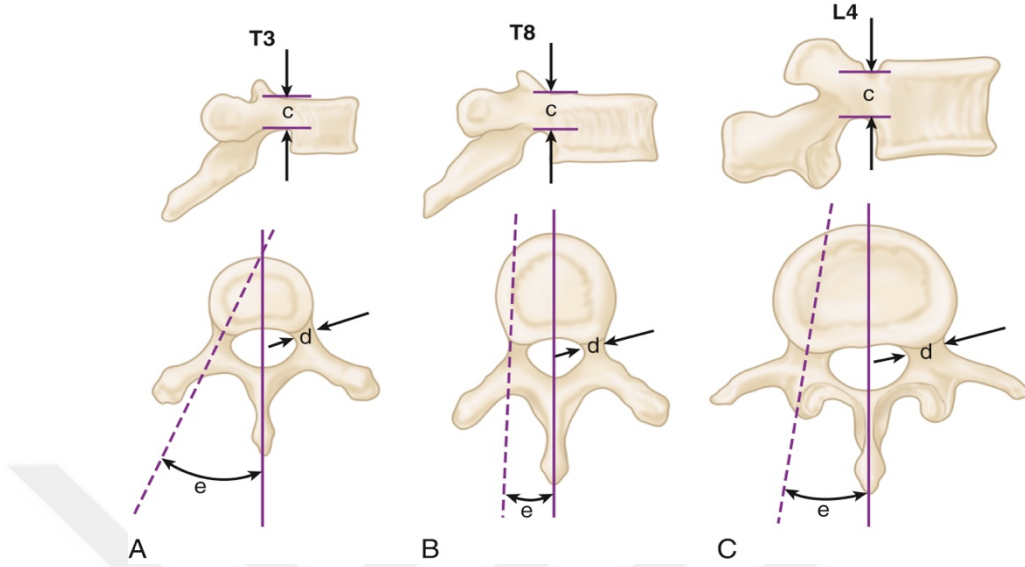


Şekil 6: Lomber vertebraların superior, posterior ve lateral görünümü (Netter Atlas of Human Anatomy: Classic Regional Anatomy Approach, 8th ed., 2023, English)

Korpus vertebra ile arkus vertebranın birleştiği bölge olan pediküllerin superior ve inferior köşelerinde birer incisura vertebra adı verilen çentiğe sahiptir. İki komşu vertebranın incisura vertebraları birleşerek içlerinden sinir kökleri çıkan intervertebral forameni oluşturmaktadırlar bu yapı servikal ve lomber omurgalardan daha büyüktür. (32)

Pediküller vertebranın kuvvetlere karşı en sağlam yapılarındandır. Pedikül morfolojisi toplumlara göre farklılık gösterse de yüksekliği servikal vertebralarda yaklaşık 6-7 mm olup lombere doğru giderek artmakta ve lomber vertebralarda yaklaşık 15-16 mm yüksekliğe ulaşmaktadır. (31) (Şekil 7) Pedikülün medial ve inferiorundaki korteksi, lateral ve superiordaki korteksinden daha kalındır. Servikal ve

lomber vertebralar gibi hareketin nispeten fazla olduğu bölgelerde pedikül korteksi kalın iken torakal vertebralarda bu durum tam tersidir.



Şekil 7: T3 (A), T8 (B), L4 (C) pedikül morfolojisi (Campbell's Operative Orthopaedics, 14th ed., 2020, English)

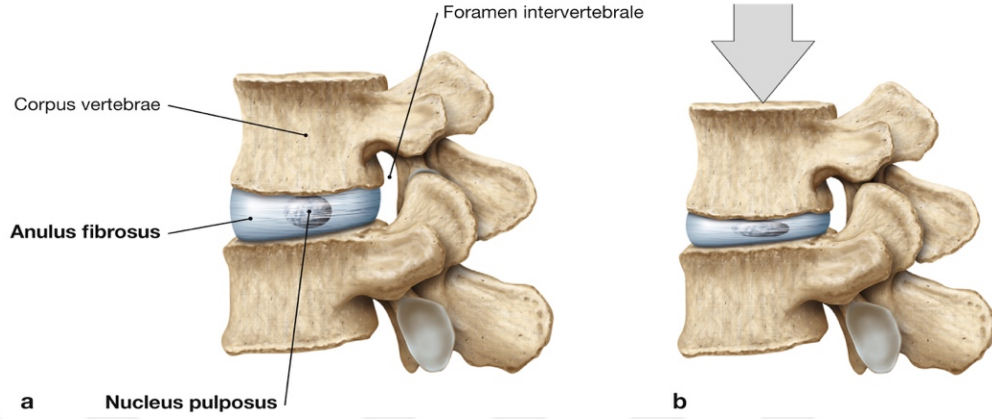
Pedikül bölgelerinden superior artikular process, inferior artikular processler çıkar ve komşu iki vertebranın artikular processleri birleşerek faset eklemi oluştururlar. Faset eklemler sinovyal membran ve eklem kapsülünden oluşan gerçek bir eklemdir. Faset eklemler omurgada arka kolonda yük taşıma, fleksiyon ve ekstansiyona izin vermek ve rotasyonu kısıtlamak gibi görevleri vardır. Pediküllerin lateral kısmından ise transvers processler bulunmaktadır. Artikular process ile transvers process arasında aksesuar process bulunurken superior artikular process posterolateralinde lomber vertebralarda bulunan mamiller process bulunmaktadır. (Şekil 6)

Morfolojik çalışmalarda L1 vertebradan L5 vertebraya doğru gidildikçe lomber vertebralarda interpediküler mesafenin artmakta olduğu görülmüştür. (31) Lamina yüksekliği ve genişliğinin ise yine lomber vertebralarda daha yüksek değere sahip olduğu gösterilmiştir. (31)

2.1.4.2. İntervertebral disk:

Birinci ve ikinci servikal vertebralar haricinde korpus vertebralar arasında bulunan intervertebral diskler, güçlü ancak deforme kuvvetlere uyum sağlayabilme özelliği ile aksiyel yüke, harekete ve şoka uyum sağlamak üzere özelleşmiştir. Her

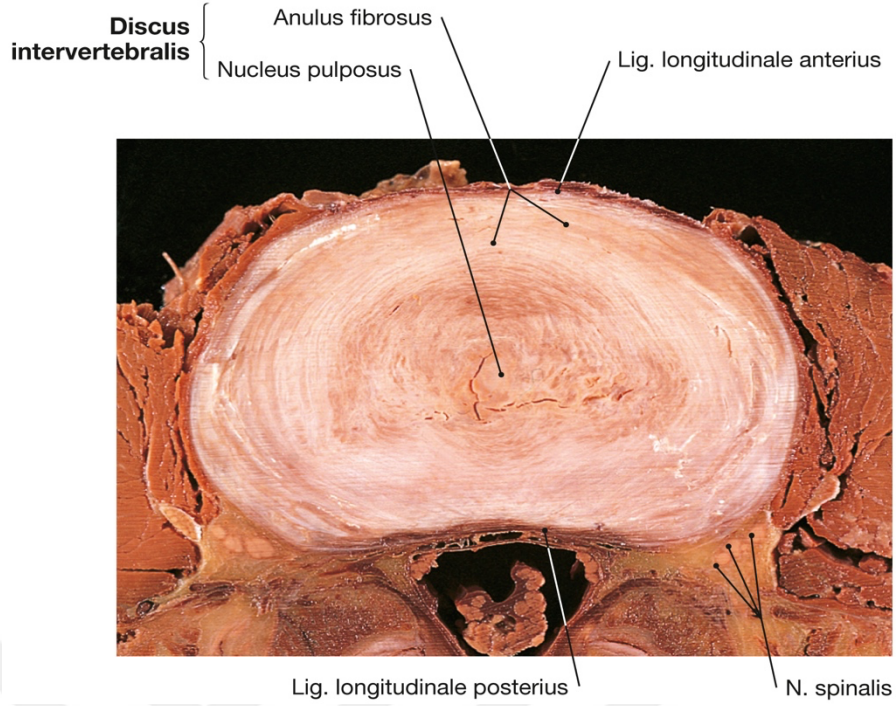
intervertebral disk, santral bir nükleus pulposus çevresinde annulus fibrosus ile superior ve inferior kıkırdak son plak tarafından sınırlandırılmaktadır. (Şekil 8)



Şekil 8: a ve b intervertebral disk sol yandan görünümü, a istirahat halinde görünümü, b aksiyel yük altında görünümü (Sobotta Atlas of Anatomy, Vol.1, 17th ed., 2023, English)

Nükleus pulposus, notokord kalıntısı olup %79 ila %90'ı su olan jel benzeri bir yapıdır ve bu yapı şoka uyum sağlamasını sağlar. Kuru ağırlığının %50 ile %60'ını agregan yapıdaki proteoglikanlar oluşturmakta ve hidrofilik glikozaminoglikan yan zincirlerine su molekülleri sıkıca bağlıdır. (33) Tip 2 kolajen, nükleus pulposusun %25'ini oluşturan önemli yapısal bileşeni olup, daha az miktarda da olsa Tip 3,5,6,9 ve 11 kolajen de bulundurmaktadır. (34) Nükleus pulposus difüzyon ile oksijen ve besin ihtiyacını karşılayan avasküler bir doku olup aynı zamanda da innervasyondan yoksundur. Bu özellikleri ile eklem hyalin kıkırdağına benzemektedir.

Nükleus pulposusun tersine, annulus fibrosus %66 oranında kolajen içermekte olup Tip 1 kollajen ağırlıklı daha sert yapıdadır. (34) Annulus fibrosus, kolajen liflerinin omurga aksına 60° açı ile ayrı ayrı lamellerin içerisinde paralel olarak organize olması ve bitişik lamellerin zıt yönde yönelimini içeren bir yapıya sahiptir. (Şekil 9) (35)



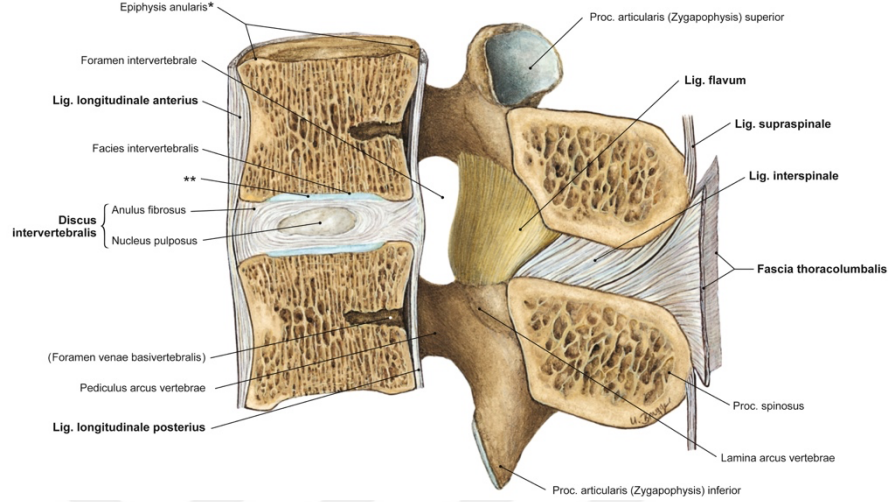
Şekil 9: Lomber intervertebral disk, aksiyel görünüm (Sobotta Atlas of Anatomy, Vol.1, 17th ed., 2023, English)

Kıkırdak son plaklar, intervertebral diski üstte ve altta korpus vertebralara bağlayan hiyalin ve fibrokartilajinöz diskoid yapılardır. Yaş ilerledikçe fibrokartilajinöz oranı artmaktadır. (36) İntervertebral disklerin besin gereksinimini korpus vertebranın kansellöz kemik yapısında bulunan kapillerinden difüzyon yoluyla sağlamaktadır. Difüzyon ile beslenen disk hasara açık olup hasar sonrası disk yüksekliğinde ve volümünde azalma, rüptür ve herniasyon görülebilir.

2.1.4.3. Ligamentler:

Omurganın yapısına katılan bağları, intervertebral diski, vertebra korpusu, vertebra processleri, faset eklemi ve diğer anatomik yapıları dahil olmak üzere omurganın bütünlüğünü korumada önemli bir rol alır. Bağların birinci işlevi hareketi fizyolojik sınırlarda tutarak stabiliteyi sağlamaktır. Omurganın ligamanları temel olarak segmental ve intersegmental olarak gruplandırılmaktadır. Segmental bağlar bitişik omurgaları birbirine bağlarken, intersegmental bağlar birden fazla vertebrayı kapsamaktadır. Segmental bağları ligamentum flavum, interspinöz ve intertransvers

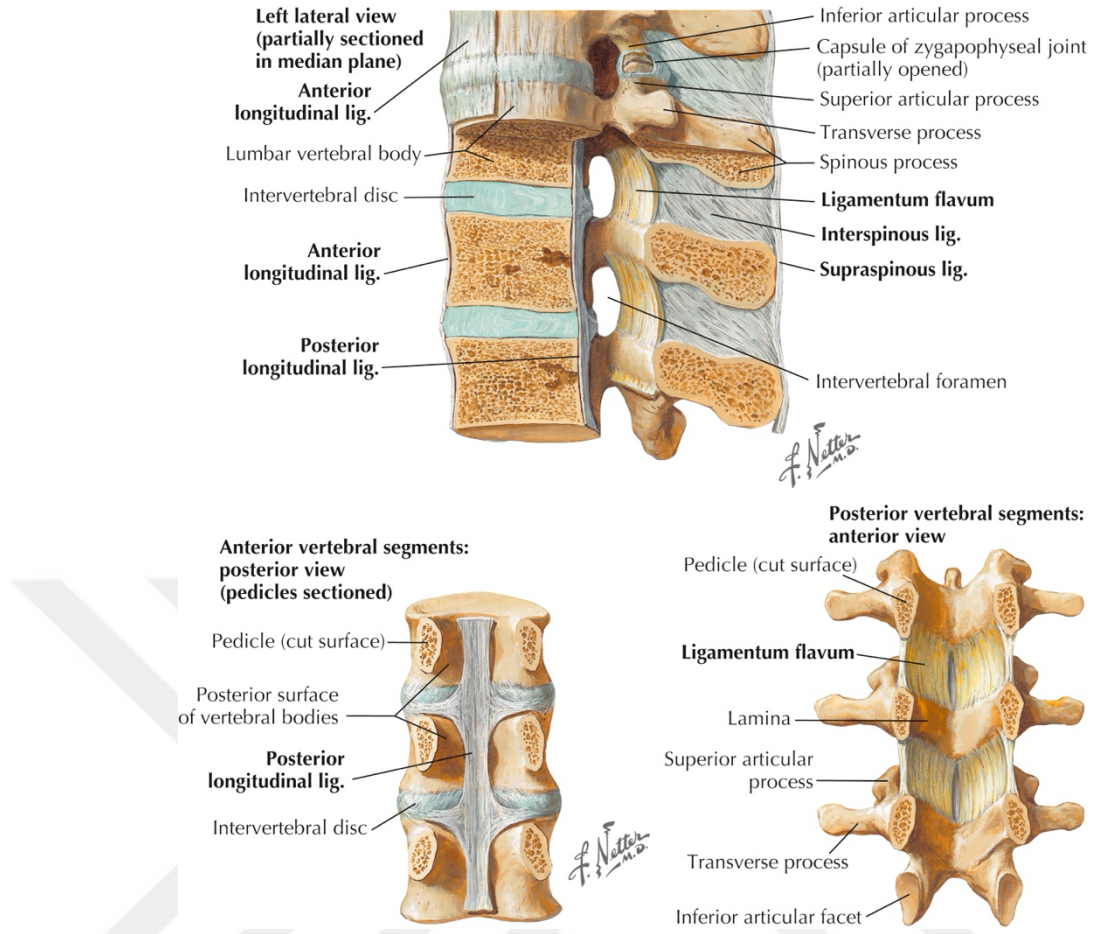
ligamentler iken, intersegmental bağlar anterior longitudinal ligament, posterior longitudinal ligament, supraspinöz ligamentlerdir. (Şekil 10)



Şekil 10: Lomber omurganın ligamantöz yapısı (Sobotta Atlas of Anatomy, Vol.1, 17th ed., 2023, English)

Anterior longitudinal ligament (ALL), sakrumun anterior tüberkülünden C1 vertebraanın tuberkulum anteriorioruna tutunarak sonlanır. Omurgada seyri boyunca korpus vertebraların ve intervertebral disklerin anteriorunda seyretmekte olup intervertebral disklerin superior ve inferiorunda kemik çıkıntılara tutunmaktadır. Omurganın en güçlü stabilizatörü olan ALL'nin asıl görevi hiperekstansiyonu önlemektir. Kaudale gidildikçe kalınlaşır ve genişler, geniş alana yayılmasından dolayı posterior longitudinal ligamente göre iki kat daha güçlüdür. Torokalomber ve lomber omurga seviyeleri en güçlü olduğu bölgelerdir.

Posterior longitudinal ligament (PLL), ALL'nin aksine C2 vertebradan başlamakta ve korpus vertebra posterior yüzünden devam ederek sakruma uzanmaktadır. Foramen vertebralis içerisinde, medulla spinalisin anteriorunda bulunur ve yukarıda membrana tectoria olarak kraniale uzanır. Konumu nedeniyle klinik açıdan önem arz etmekte olup asıl görevi omurga hiperfleksiyonunu önlemektir. Korpus vertebraya daha gevşek intervertebral disklere daha sıkı tutunur. ALL'nin tersine torakal ve servikalde daha geniş iken lomberde iyice daralır. Lomberdeki bu yapısı lomber disk hernisi için yeterli koruma sağlayamamasına neden olur. (Şekil 10)



Şekil 11: Torakolomber ligamentler (Netter's Orthopaedic Clinical Examination, 4th ed., 2021, English)

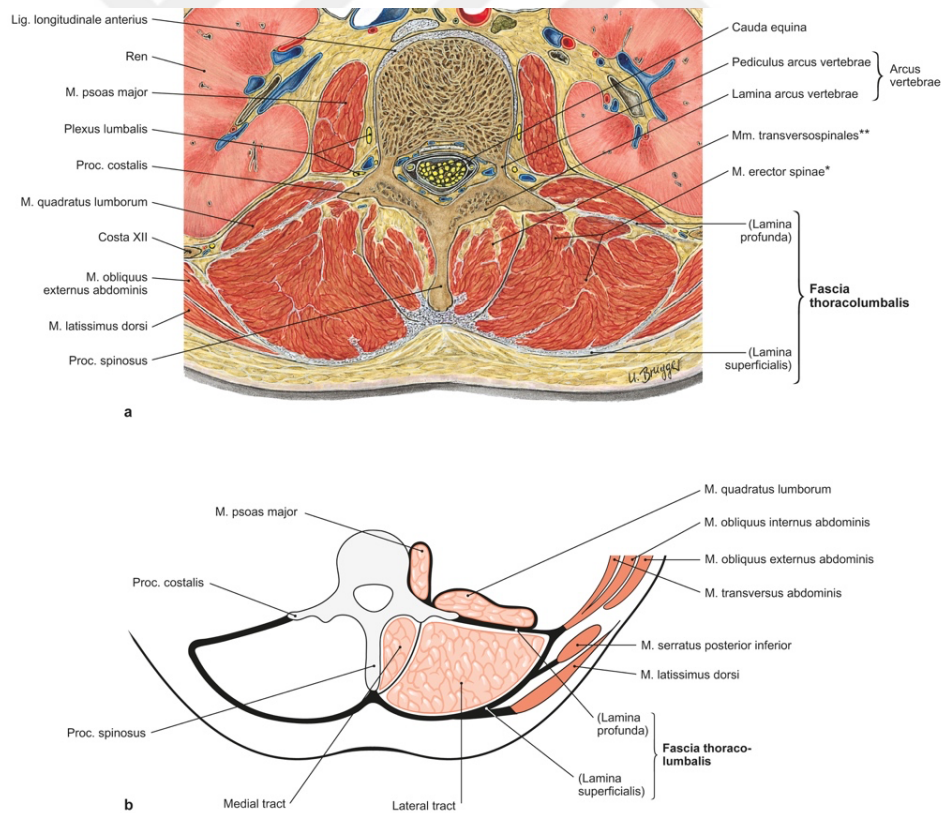
Ligamentum flavum, komşu laminalar arasında konumlanır ve üst laminanın anterior-inferior yüzüne alt laminanın posterior-superior yüzüne yapışmaktadır. Ligamentum flavum geniş ve sarımsı görünümde ve içerdiği elastin miktarı ile vücutta en fazla elastin (%60-70) bulunduran yapıdır. Yapısındaki elastin omurga fleksiyonu ile uzunluğunun %35'i kadar artmasını olanak sağlar.(37) Vücudun dik durmasına karkıda bulunur. Ligamentum flavum hipertrofisi, lomber spinal stenoz gelişiminde önemli bir faktördür.

Supraspinöz ligament, C7 vertebra spinöz process posteriorundan başlayan ve sakruma uzanan, C7 vertebra ve oksipitale arasında ligmanetum nukleayı oluşturur. Asıl görevi spinöz process apekslerini birbirine bağlayarak omurganın hiperfleksiyonunu önlemektir. Interspinöz ligament, spinöz processler arasında uzanarak supraspinöz ligamentle beraber hiperfleksiyonun engellenmesinde rol alır.

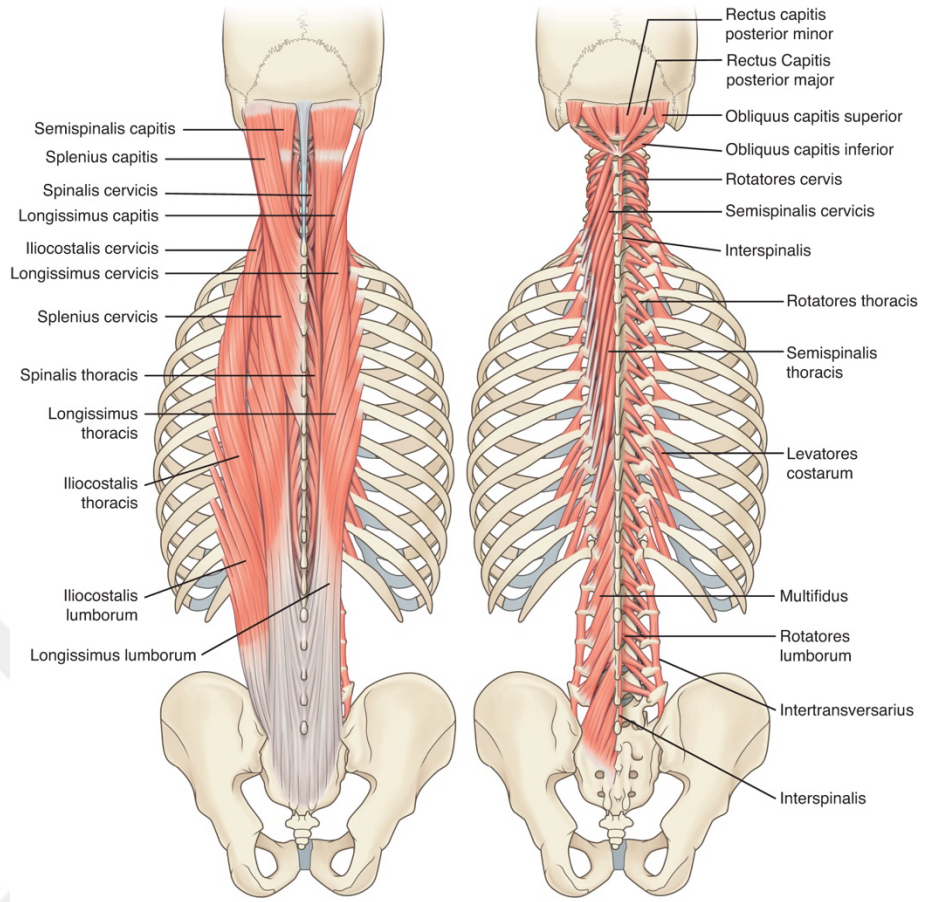
Lomber omurga en güçlü olduğu bölgedir. İntertransvers ligament, bilateral transvers process aralarında uzanır ve lateral fleksiyonu kısıtlamada rol alır. (Şekil 11)

2.1.4.4. Kaslar:

Lomber vertebra kasları derin ve yüzeysel kaslar ile karın kasları olarak gruplandırılabilir. En yüzeysel lastismus dorsi, serratus posterior inferior, oblikus eksternus abdominis, oblikus internus abdominis, transvers abdominis bulunurken lateralde erektor spina (iliocostalis lumborum, longissimus torasikus, spinalis torasikus), medialde multifidus, quadratus lumborum, psoas majör, intertransversii, insterspinales, rotatorlar kasları bulunmaktadır. (Şekil 12,13) Lomber kaslar aktiviteler esnasında stabilizasyon, gövdenin hareketi, postürün sağlanması için gerekli olan vertebralar arası hareket, dik duruş için yerçekimine karşı direnç, yükleri omurga boyunca dağıtarak hasarı azaltmak gibi fonksiyonlar için önemlidir.



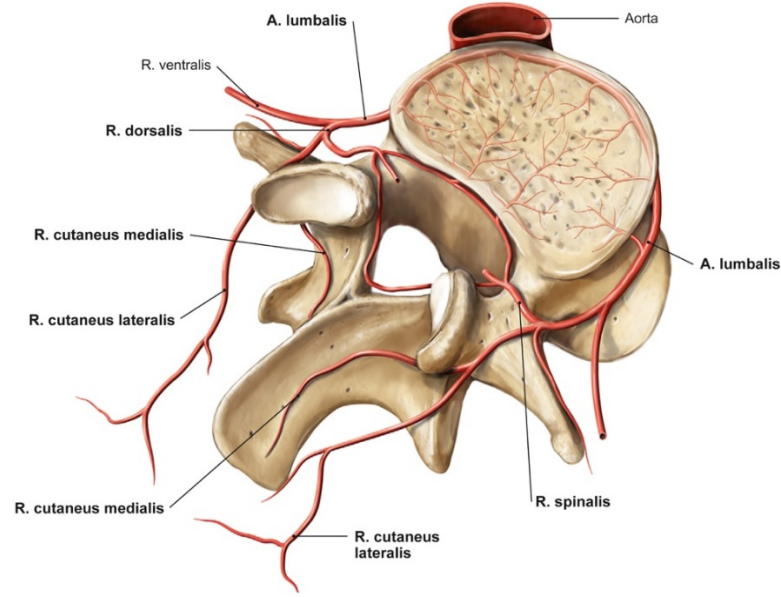
Şekil 12: a ve b derin sırt kasları aksiyel görünüm (Sobotta Atlas of Anatomy, Vol.1, 17th ed., 2023, English)



Şekil 13: Yüzeysel ve derin sırt kasları aksiyel görünüm (Spinal Fusion Techniques Vol.1, 1th ed., 2024, English)

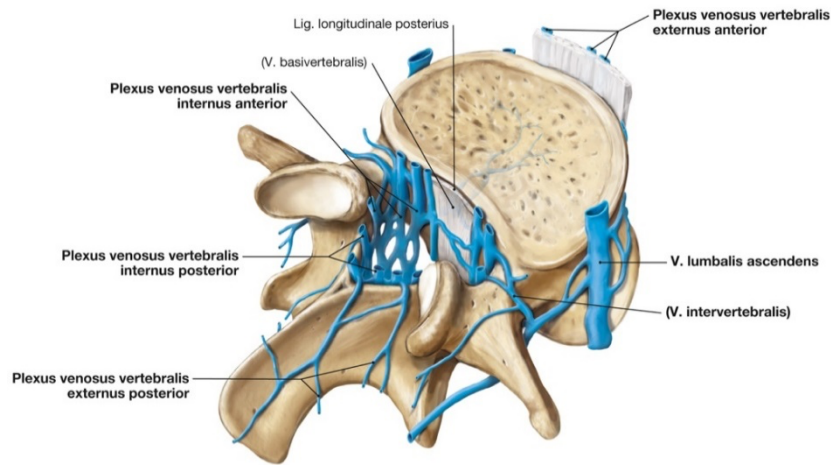
2.1.4.5. Vasküler anatomi:

Lomber omurgada, aort hemen korpus vertebraların önünde bulunmakta olup birincil arterlerini oluşturmaktadır. Aynı zamanda aortun L4 vertebra seviyesinde ayrılan dalı olan ortak iliak arter lomber vertebraların yanları boyunca uzanmaktadır. Lomber omurgada, aort posteriorundan iki tarafa lumbar arter olarak segmental arter olarak ayrılmakta ve segmental arterler korpusun posterioruna ilerleyerek intervertebral foramene ulaşarak anterior ve posterior segmental arterleri oluşturur. (Şekil 14)



Şekil 14: Vertebra kanlanması (Sobotta Atlas of Anatomy, Vol.1, 17th ed., 2023, English)

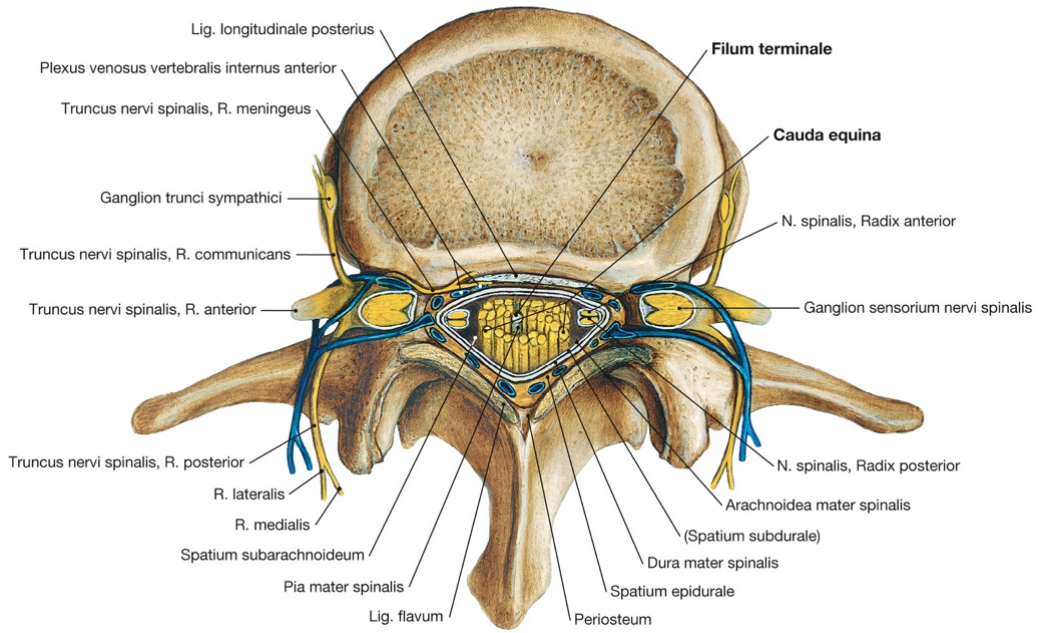
Lomber vertebraların venöz drenajı, oldukça değişken bir yapıya sahip olup lomber arterlere eşlik eden ve vena cava inferiora boşalan lomber venler aracılığıyla gerçekleşir. Vertebraların etrafındaki eksternal venöz pleksus, korpus vertebra ve çevre yapılarından kanın drenajında önemli rol oynamaktadır. Foramen vertebrada bulunan internal venöz pleksus, Batson pleksusu olarak adlandırılan karmaşık venöz yapıyla ilişkili olup üst ve alt vena kava sistemi ile azigos sistemi ile ilişki halindedir. (Şekil 15)



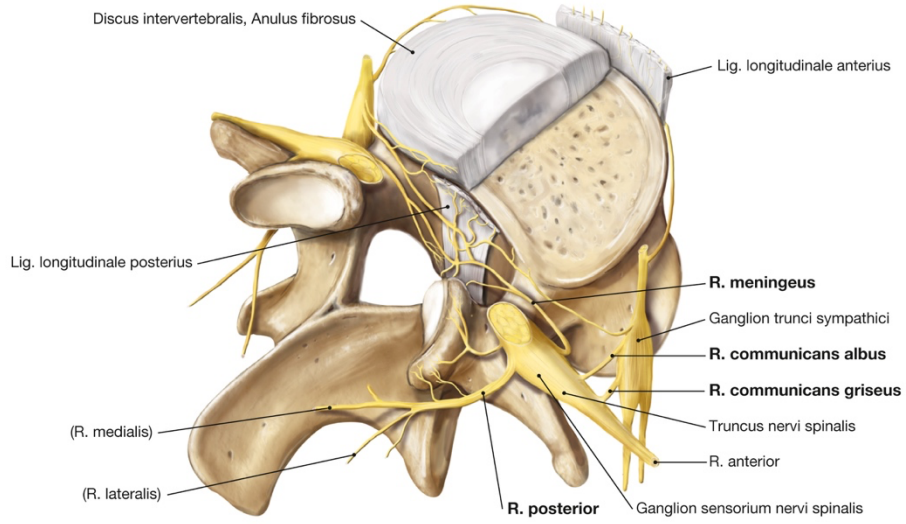
Şekil 15: Vertebraların drenajı, internal ve eksternal venöz pleksus (Sobotta Atlas of Anatomy, Vol.1, 17th ed., 2023, English)

2.1.4.6. İnnervasyon:

Medulla spinalis, vertebral kolon kıyasla daha kısa olup yetişkinlerde L2 vertebra seviyesinde, yenidoğanlarda ise L3 vertebra seviyesinde konus medullaris olarak sonlanmaktadır. Konus medullaristen, filum terminale olarak devam eder ve S2 vertebra seviyelerinde sonlanır. Medulla spinalisin ön ve arka boynuzundan nervus spinalisler birleşerek intervertebral foramenlerde ganglion nervi spinalisi oluşturur. Foramenden çıkan spinal sinirler anterior ve posterior ramus olarak ayrılır ve ardından posterior ramus medial ve lateral dallara ayrılır. Ramus anteriorlar lomber ve sakral plexus oluşuma katılır. Ramus medialisin, posterior dalları birleşerek anastomoz yaparken faset eklemden ağrı ve propriosepsiyon duyusunu alır. Spinal sinir posterior ve anterior dallarını vermeden önce ramus kommunikans olarak ayrılmakta ve bu dallar intervertebral foramende birleşerek sinuvertebral siniri oluşturmaktadır. Sinuvertebral sinirler komşu vertebralara dallar vererek PLL, anulus fibrozusun posterior duyusunu almaktadır. (Şekil 16,17)



Şekil 16: Vertebral kanal L3 vertebra seviyesi aksiyel kesit (Sobotta Atlas of Anatomy, Vol.1, 17th ed., 2023, English)

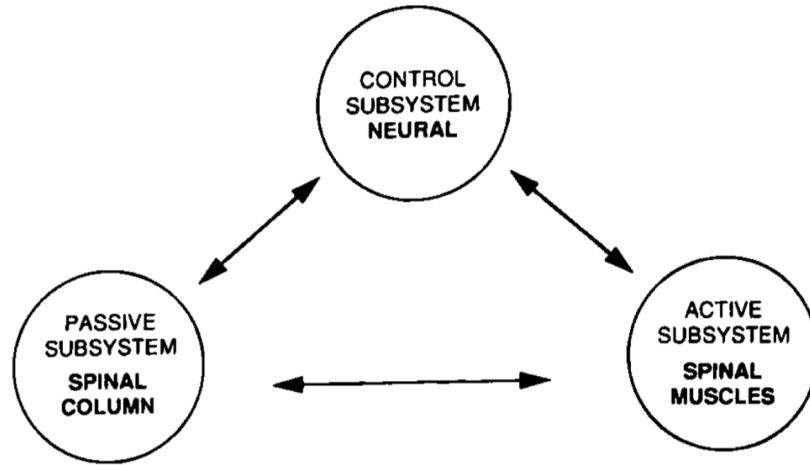


Şekil 17: Omurganın sinirleri (Sobotta Atlas of Anatomy, Vol.1, 17th ed., 2023, English)

2.1.5. Omurga Biyomekaniği

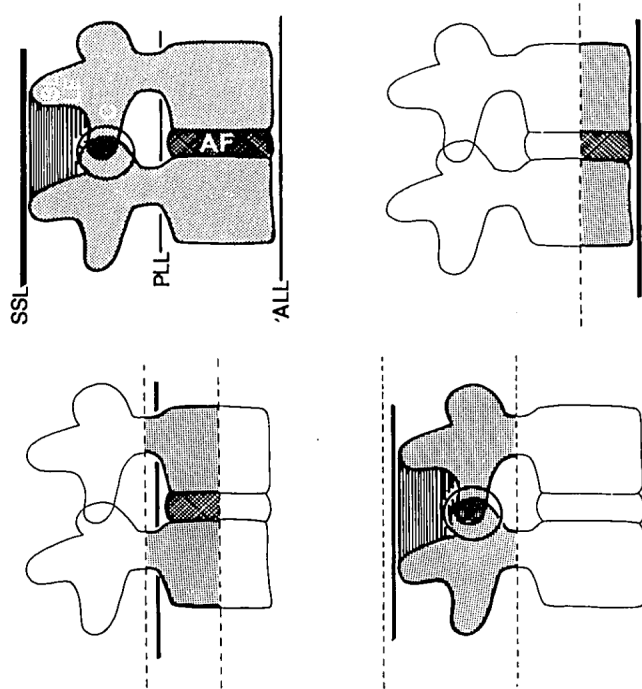
Omurgada nöral yapıların korunması ve omurga bileşenlerinin statik ve dinamik sistem içerisinde uyum ile ve sağlam bir biçimde kalması omurga stabilitesinin temelidir. Omurganın mekanik davranışı anlamak omurganın stabilitesini açıklamaya yardımcı olmaktadır. Panjabi (38), omurganın stabilizasyonunu üç alt sistemle açıklamaya çalışmıştır. (Şekil 18) Bu sisteme göre vertebra, intervertebral sistem ve ligamentler pasif alt sistemi oluşturmakta omurga çevresinde omurgaya kuvvet uygulayabilen tüm kaslar alt aktif sistemi oluşturmaktadır. Sinir yapıları ve omurilik, aldığı uyarılar ile aktif alt sistemin omurga stabilizasyonun için gereken dengeyi tespit ederek aktif alt sistemin uygulaması gereken komutları oluşturan alt sistem olarak işlev yapmaktadır.

Alt sistemlerden herhangi birinde meydana gelen bozukluk diğer alt sistemlerin düzeltici yanıtı ya da diğer bir sistemin ilerleyen zaman içerisinde adaptasyonu ile sonuçlanır. İki ya da daha fazla alt sistemde bozukluk genel olarak sistemin işlev bozukluğuyla sonuçlanmaktadır.



Şekil 18: Omurga stabilite sisteminde alt sistemler (38)

Yaralanma modellerini sınıflandırmada ve tedavisini planlamada rehberlik etmek için uzun yıllardır kabul gören Denis'in üç kolonlu modeli (39) omurga stabilitesini anlamak için yardımcıdır. Bu modelleme torakolomber yaralanmalar incelenerek daha önce tanımlanmış olan iki kolonlu kavram üzerine gözlem ve deneyime dayanarak geliştirilen yaygın olarak kabul edilen ve uygulanan morfolojik bir sınıflandırma sistemi olmuştur. (40-42)



Şekil 19: Anterior, orta ve posterior kolonların gösterildiği şematik çizim (39)

Üç kolonlu teoriye göre ALL ve korpus vertebranın 2/3 anterioru ön kolonu, korpus vertebranın 1/3 posterioru ve PLL orta kolonu, PLL'nin posteriorunda kalan tüm yapılar (pedikül, faset eklem, lamina, spinöz process, transvers processler, interspinöz ligament, ligamentum flavum, supraspinöz ligament ve geriye kalan tüm ligamentler) arka kolonu oluşturmaktadır. (Şekil 19)

2.1.6. Spinal Füzyon Endikasyonları

Spinal füzyon, çeşitli omurga patolojilerinin tedavisinde stabilite sağlanması, ağrıyı azaltmak ve nörolojik fonksiyonların korunması amacıyla uygulanmaktadır. Spinal füzyon dejeneratif omurga hastalıkları, travma, konjenital ve gelişimsel omurga hastalıkları, neoplastik hastalıklar, enfeksiyon, nüks eden disk hernisi sonrası instabilite nedenli uygulanabilmekte olup temel endikasyonunu aslında instabilite oluşturmaktadır. (43–46)

Konservatif tedaviye yanıt vermeyen şiddetli dejeneratif disk hastalığı (DDH), dejeneratif spondilolistezis, instabilite ile ilişkili spinal stenoz, dekompresyonun tek başına semptomları hafifletmek için yeterli olamadığı omurganın dejeneratif hastalıklarında spinal füzyon yapılabilir. (44–46) Ayrıca stabilizasyon amacıyla instabil vertebra kırıkları endikasyonları arasındadır. (43) Konjenital ve idiopatik skolyoz vakalarında deformiteyi düzeltmek ve ilerlemesini önlemek amacıyla da sıklıkla uygulanmaktadır. (47) Omurga tümörleri ve enfeksiyonu tedavisinde rezeksiyon sonrası instabilite oluşabilecek instabiliteyi engellemek için spinal füzyon uygulamak gerekli olabilir. (48,49) Konservatif tedaviye dirençli tekrarlayan disk hernilerinde veya spinal stenozda dekompresyon sonrası instabilite mevcut olduğunda uygulanabilmektedir. (50)

2.1.7. Spinal Füzyon Teknikleri

Spinal füzyon için temel olarak posterior, anterior, lateral, kombine yaklaşımlar olmak üzere çeşitli teknikler tanımlanmıştır. Her tekniğin avantajı ve dezavantajı bulunmakta olup altın standart bir yöntem yoktur. Genel olarak füzyon başarısı kanlanmanın iyi olduğu ve kompresif güçlerin bulunduğu konuma, greft sahasında stabilizasyonun sağlanarak hareket engellenmesine bağlıdır.

2.1.7.1. Posterior spinal füzyon (PSF):

Posterior yaklaşımla faset eklemlerin ve interlaminar alanın dekompresyonu sonrası pedikül vidaları ve rod sistemleri (enstrümantasyon) kullanılarak stabilizasyon ve kemik grefti ya da materyallerinin yerleştirilmesini içerir.

2.1.7.2. Anterior lomber interbody füzyon (ALIF):

Omurgaya anterior yaklaşımla, intervertebral diskin eksizyonu sonrası oluşan alana kemik grefti ya da cage (kafes) yerleştirilmesini içeren yöntemdir. Stabilizasyon amacıyla plak ya da vidalar kullanılabilir.

2.1.7.3. Transforaminal lomber interbody füzyon (TLIF):

PLIF (Posterior lomber interbody füzyon) yönteminin geliştirilmesi ile daha az travmatik ve sinir manipülasyonunun daha az olduğu yöntem olarak tanımlanmıştır. PLIF ile benzer füzyon oranları olsa da fonksiyonel skorlar açısından daha iyi sonuçlara sahiptir. (51)

2.1.7.4. Posterior lomber interbody füzyon (PLIF):

Omurgaya posterior yaklaşım kullanarak uygulanan laminektomi sonrası sinir köklerinin ekartasyonu ile intervertebral disk eksizyonu yapılarak disk boşluğu hazırlanır. Hazırlanan boşluğa kemik grefti, allotransplant veya cage yerleştirilir. Stabilizasyon için ek olarak enstrümantasyon uygulanır.

2.1.7.3. Extreme lateral lomber interbody füzyon (XLIF):

Bu füzyon tekniği minimal invaziv bir cerrahi teknik olup omurgaya lateralden küçük bir insizyon açılarak retroperitona ulaşılarak uygulanmaktadır.

Füzyon başarısı kanlanmanın iyi olduğu ve kompresif güçlerin bulunduğu konumda, greft sahasında stabilizasyonun sağlanarak hareket engellenerek artırılabilir.

2.1.8. Spinopelvik parametreler

PI (Pelvik İnsidans Açısı), PT (Pelvic Eğim Açısı, Pelvik Tilt), SS (Sacral Eğim Açısı, Sakral Slop), LL (Lumbar Lordoz Açısı), ve PI-LL (Lumbopelvik Uyumsuzluk) omurga ve pelvis arasındaki ilişkiyi ve hizalamayı tanımlamak için kullanılan anatomik

parametrelerdir. Her biri, omurga ve pelvik hizalanmanın farklı bir yönünü ifade eder ve klinik değerlendirmede önemlidir. (Şekil 20)

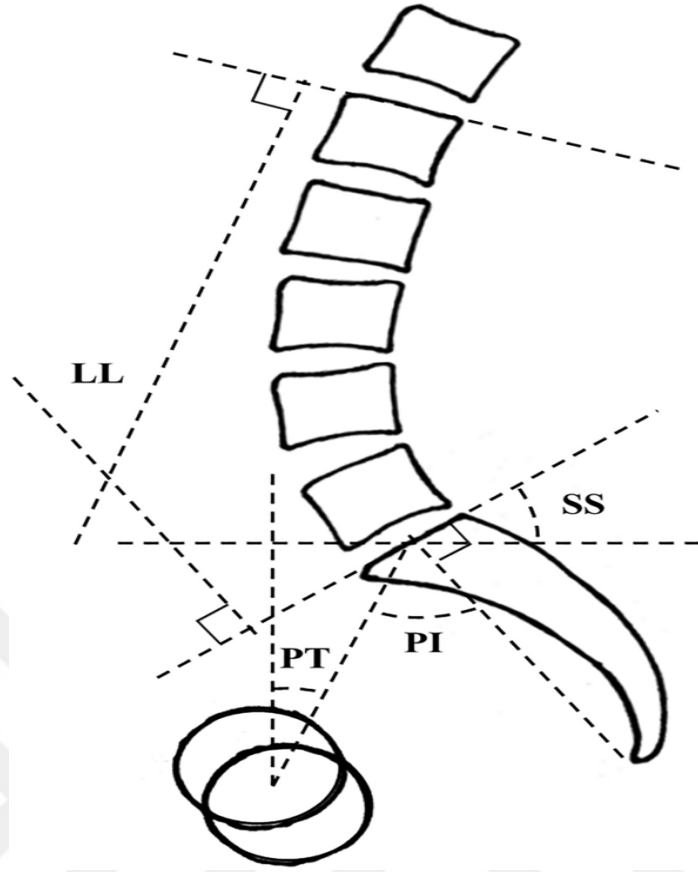
Pelvik İnsidans Açısı (PI): Lateral grafide bikoksofemoral aksın merkezinden sakrum üst plak orta noktasına çizilen çizgi ile sakrum üst plak orta noktasını dik kesen çizgi arasında ölçülen açıdır. Pelvisinin konumundan bağımsız olarak pelvik morfolojiyi tanımlar ve tüm bireyler için 10 yaşından sonra değişmediği kabul edilir. (52,53) PT ve SS toplamı ile de hesaplanabilir. Yüksek PI, genellikle daha derin LL ile ilişkili olup daha büyük bir SS anlamına gelir. (54)

Pelvik Eğim Açısı (Pelvik Tilt, PT): Lateral grafide bikoksofemoral aksın merkezinden geçen vertikal çizgi ile bikoksofemoral aksın merkezinden sakrum üst plak orta noktasına çizilen çizgi arasındaki açıdır. Pelvik öne ve arkaya rotasyonunu göstergesidir.

Sakral Eğim Açısı (Sakral Slop, SS): Lateral grafide vertikal eksene paralel olarak çizilen çizgi ile sakrum üst plaktan çizilen çizgi arasındaki açıdır. Omurga ile pelvis uyumunu ve lumbopelvik bölgedeki yük dağılımını değerlendirilir. Pozisyonla etkilenir ve yüksek SS, genellikle artmış LL ile ilişkilidir.

Lomber Lordoz Açısı (LL): Lateral grafide birinci lomber vertebra üst plağı ile sakrum üst son plağından çekilen çizgilerin arasındaki açıdır. Omurganın doğal eğriliğini ve esnekliğini gösterir.

Lumbopelvik uyumsuzluk (PI-LL): Pelvis ve omurga uyumunun değerlendirilmesinde kullanılır. Genellikle bu farkın 10 derece ve daha az olması beklenir. 10 dereceden fazla fark, potansiyel bir postürel dengesizliği anlatır. Özellikle lomber hiperlordoz veya posterior pelvik tilt ile ilişkili olabilir.



Şekil 20: Spinopelvik parametreler (55)

3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

3.1. HASTALAR

Tez çalışmasına, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Şişli Hamidiye Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi (SUAM) Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 10/10/2023 tarihinde 4117 sayılı onay alındıktan sonra başlanılmıştır. Araştırma, Dünya Tıp Birliği Helsinki Deklarasyonu ve İyi Klinik Uygulamaları İlkeleri'ne uyularak yürütülmüştür. (Ek-1)

Bu çalışma, tek merkezli ve retrospektif kohort gözlemsel bir tasarımla gerçekleştirildi. Ocak 2010 ve Ocak 2021 tarihleri arasında, hastanemiz Sağlık Bilimleri Üniversitesi Şişli Hamidiye Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği'ne lomber omurga problemleri nedeniyle başvuran ve cerrahi yöntemlerle tedavi edilen hastalar, hastane veri tabanından taranmıştır.

Çalışmaya, 40-65 yaş arası; lomber ve/veya lumbosakral omurgada füzyonlu veya füzyonsuz cerrahi geçirmiş olan; ameliyat sonrası en az 2 yıllık takibi bulunan; ameliyat öncesi ve en az 1 yıllık takip süresi sonrasında çekilmiş posterior-anterior ve lateral ayakta tam omurga, kalça radyografileri mevcut olan; radyografik çekimleri pozisyonlandırma, ışın yönlendirmesi ve görüntü kalitesi gibi kriterlerin uygun olduğu, her çekimde anatomik yapılar arasındaki karşılaştırılabilirliğin ve ölçülebilirliğin sağlandığı standardizasyon ilkelerine uygun ve değerlendirilmeye elverişli hastalar dahil edilmiştir.

Hariç tutulma kriterleri şu şekildedir:

- Ameliyat öncesi ve/veya sonrası takiplerinde radyografik çekimleri standardizasyona ve değerlendirilmeye uygun olmayan,
- Kalça ve diz ekleminde orta ve ileri osteoartrit bulguları olan (Kellgren-Lawrence grade (KL) ≥ 2) (56),
- Kalça displazisi mevcut olan (asetabular çatı morfolojisinde bozulma ve/veya merkez kenar açısı $<15^\circ$),
- Kalça ve diz ekleminde ameliyat öyküsü bulunan ve omurga ameliyatı sonrası 2 yıllık takip süresince kalça ve diz ameliyatı geçiren,
- Omurgada tümör ve/veya kırık öyküsü olan ve bunlara bağlı ameliyat öyküsü bulunan,

- Romatizmal veya otoimmün hastalıkları olan,
- Omurilik yaralanması öyküsü olan hastalar.

3.2. CERRAHİ ENDİKASYON

Hastalar lomber spinal stenoz (LSS), lomber dejeneratif disk hastalığı (DDH), spondilolistezis (SL) veya erişkin spinal deformite (SC) endikasyonları ile opere edildi. Cerrahi işlemler sırasında posterolateral füzyon, posterior lomber vertebralar arası füzyon (PLİF), transforaminal lomber vertebralar arası füzyon (TLİF) anterior lomber vertebralar arası füzyon (ALİF) veya kombine füzyon teknikleri kullanılarak iki lomber omurganın füzyonu gerçekleştirildi.

3.3. HASTA GRUPLARI

Hastalar, füzyon yapılmayan grup (N grubu), üç seviye ve daha az omurlar arası füzyon uygulanan grup (S grubu), dört seviye ve daha fazla omurlar arası füzyon uygulanan grup (L grubu) olmak üzere üç gruba ayrıldı. S1, S2 ve ilium tespiti, pelvik halka tespiti olarak değerlendirildi ve bu bölgelerde yapılan işlemler tek seviye füzyon olarak kabul edildi.

3.4. DEĞERLENDİRME PARAMETRELERİ

3.4.1 Demografik Değerlendirme

Hastaların yaş, cinsiyet, boy, kilo, vücut kitle indeksleri (VKİ) gibi demografik bilgileri; spinal füzyon endikasyonları, füzyon yapılan seviye sayısı ve takip süreleri (yıl olarak) not edildi.

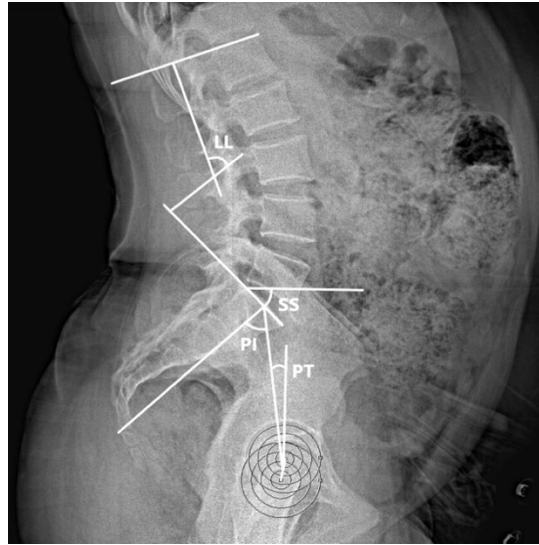
3.4.2 Radyografik Değerlendirme Parametreleri

Hastalar ameliyat öncesinde ve sonrasında 1. gün, 1. ay, 3. ay, 6. ay, 1. yıl ve sonrasında yıllık olarak, rutin posterior-anterior ve lateral ayakta tam omurga, kalça radyografilerine sahipti. Ameliyat öncesi ve en az iki yıllık takip süresi sonunda, ışın pozisyonu ve radyografik penetrasyona göre standardizasyonu sağlanmış anteroposterior ve lateral ayakta tam omurga, kalça ve diz radyografileri değerlendirildi. Sagittal omurga radyografileri, ayakta duran hastaların ileriye

bakmaları ve ellerini her iki klavikulaya yerleştirmeleri istenerek çekildi (57,58). Her radyografi için kalibrasyon cetveli kullanıldı ve dijital ortamda Extreme PACS (ExtremePACS Co, Ankara, Türkiye) programı ile kalibrasyon kontrol edildi. Tüm radyografik ölçümler, hastanemiz görüntüleme sistemi tarafından sağlanan Extreme PACS dijital ölçüm aracı kullanılarak gerçekleştirildi.

Hastaların ameliyat öncesi ve sonrası 6. aydaki radyografilerinde spinopelvik parametrelerin ölçümleri yapıldı. Ayrıca, ameliyat öncesi ve en az iki yıllık takip süresi sonrasında, her iki kalça radyografisinde minimum eklem genişliği (MJS), superointermediate eklem genişliği (SJS), femur başı çapları (D) ve ameliyat öncesi her iki kalça radyografisinde merkez kenar açısı (CEA), Sharp açısı (SA) ölçüldü. Her iki kalça, Kellgren-Lawrence sınıflama sistemine göre değerlendirildi (56). Her iki diz radyografisine sahip olan hastalarda, ameliyat öncesi ve en az iki yıllık takip süresi sonrasında çekilen radyografilerde diz medial eklem aralığı (KMJS) ve diz lateral eklem aralığı (KLJS) ölçüldü ve Kellgren-Lawrence sınıflama sistemine göre değerlendirildi.

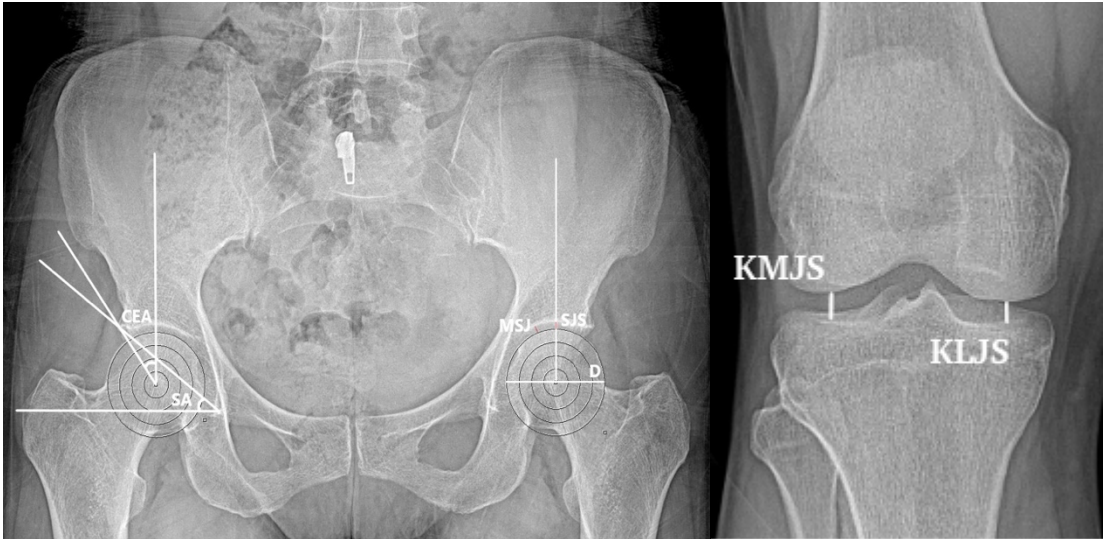
Gözlemciler içi ve gözlemciler arası uyumu değerlendirmek amacıyla hastaların radyografileri, hasta bilgilerine kör ancak lomber vertebrada implantları görebilen bir kıdemli asistan ve omurga cerrahisinde deneyimli uzman tarafından bir ay ara ile iki kere ölçüldü.



Şekil 21: Spinopelvik parametre ölçümlerinin lateral ayakta tam omurga radyografisinde gösterilmesi

3.4.2.1. Spinopelvik parametrelerin ölçülmesi:

Spinopelvik parametrelerin ölçümü, lateral ayakta çekilen tam omurga radyografileri üzerinden gerçekleştirildi. Bu ölçümler, lomber lordoz açısı (LL), pelvik insidans açısı (PI), pelvik eğim açısı (pelvik tilt, PT), sakral eğim açısını (sakral slop, SS) içeriyordu. LL, birinci lomber vertebra üst plağı ile sakrum üst son plağı arasındaki açının Cobb metodu kullanılarak ölçülmesiyle hesaplandı. PI ve PT, bikoksofemoral aksın merkezi ile sakrum üst son plağının orta noktası bulunarak ölçüldü. Bikoksofemoral aksın merkezi, daha önce açıklanan metodolojiye benzer şekilde, femur başları üst üste binen hastalarda femur başlarının merkezi olarak, femur başları sapmış olan hastalarda ise femur başlarının merkezlerini birleştiren çizginin orta noktası olarak belirlendi (58–60). Femur başlarının merkezlerinin tespiti için Mose halkaları kullanıldı. Sakrum üst son plağının anterior ve posterior son noktalarını birleştiren çizginin orta noktası, sakrum üst son plağının orta noktası olarak belirlendi. PI, bikoksofemoral aksın merkezinden sakrum üst plak orta noktasına çizilen çizgi ile sakrum üst plak orta noktasını dik kesen çizgi arasındaki açı ölçülerek belirlendi. PT, bikoksofemoral aksın merkezinden geçen vertikal çizgi ile bikoksofemoral aksın merkezinden sakrum üst plak orta noktasına çizilen çizgi arasındaki açının ölçülmesiyle hesaplandı. SS ise yere paralel olarak çizilen çizgi ile sakrum üst plaktan çizilen çizgi arasındaki açının ölçülmesi ile bulundu. (Şekil 21)



Şekil 22: Kalça ve diz ekleminde parametrelerin ölçümlerinin anteroposterior ayakta kalça ve diz radyografilerinde gösterilmesi

3.4.2.2. Kalça ve diz ekleminde parametrelerin ölçülmesi:

Her iki kalçada, Wiberg (61) metodu ile Mose halkaları ile tespit edilen femur başının merkezi ile asetabular çatının lateral kenarını birleştiren çizgi ve femur başlarının merkezlerini birleştiren çizgiye dik olacak şekilde femur başından çizilen yatay çizgi arasındaki açı ile CEA ölçüldü. Her iki kalçada gözyaşı damları arasında çizilen yatay çizgi ile gözyaşı damlarından asetabular çatının lateral kenarına çizilen çizgi arasındaki açı ile SA ölçüldü (61). (Şekil 22)

Kalça ve diz ekleminde MJS ve SJS ölçümü için daha önce metodolojisi açıklanmış ve valide edilmiş yöntemler kullanıldı (62–67). Kullanılan PACS programının ölçüm hassasiyeti 0,1 mm olarak belirlendi. MJS, asetabular çatı ile femur başı arasında kalan en dar mesafe olarak tanımlandı ve ameliyat öncesi ile sonrası ölçümlerde aynı noktadan ölçüldü. SJS ise femur başı merkezlerini birleştiren yatay çizgiye, femur başı merkezinde çizilen dik çizgi üzerinde bulunan asetabular çatı ile femur başı arasındaki mesafe olarak tanımlandı ve ameliyat öncesi ile sonrası ölçümlerde aynı noktadan ölçüldü. Femur başı çapı (D) Mose halkaları kullanılarak ölçüldü. Diz ekleminde, KMJS ve KLJS ölçümleri için femur medial ve lateral kondil ile tibia medial ve lateral plato kenarları arasında kalan en dar mesafe olarak belirlendi ve ölçüldü. (Şekil 22)

Kalça ve diz eklem mesafesinin daralma oranı, daha önce tanımlanmış iki farklı metodoloji kullanılarak ölçüldü (Formül 1-6) (14,68). Eklem aralığı mesafesinin, femur başı çapına oranlanması yöntemi, radyografinin büyütme etkisinin kalibrasyonu ve vücut büyüklüğü etkilerinin standardizasyonu amacıyla uygulanmıştır.

$$\text{Formül 1} = \frac{[\text{ameliyat öncesi MJS (mm)}] - [\text{ameliyat sonrası MJS (mm)}]}{\text{takip süresi (yıl)}}$$

$$\text{Formül 2} = \frac{\frac{[\text{ameliyat öncesi MJS (mm)}]}{[\text{ameliyat öncesi D (mm)}]} - \frac{[\text{ameliyat sonrası MJS (mm)}]}{[\text{ameliyat sonrası D(mm)}]}}{\text{takip süresi (yıl)}} \times 1000$$

$$\text{Formül 3} = \frac{[\text{ameliyat öncesi SJS (mm)}] - [\text{ameliyat sonrası SJS (mm)}]}{\text{takip süresi (yıl)}}$$

$$\text{Formül 4} = \frac{\frac{[\text{ameliyat öncesi SJS (mm)}]}{[\text{ameliyat öncesi D (mm)}]} - \frac{[\text{ameliyat sonrası SJS (mm)}]}{[\text{ameliyat sonrası D(mm)}]}}{\text{takip süresi (yıl)}} \times 1000$$

$$\text{Formül 5} = \frac{[\text{ameliyat öncesi KMJS (mm)}] - [\text{ameliyat sonrası KMJS (mm)}]}{\text{takip süresi (yıl)}}$$

$$\text{Formül 6} = \frac{[\text{ameliyat öncesi LMJS (mm)}] - [\text{ameliyat sonrası LMJS (mm)}]}{\text{takip süresi (yıl)}}$$

Formül 1: MJS yıllık daralma (mm/y)

Formül 2: sMJS (standartize MJS) yıllık daralma oranı (/y)

Formül 3: SJS yıllık daralma (mm/y)

Formül 4: sSJS (standartize SJS) yıllık daralma oranı (/y)

Formül 5: KMJS yıllık daralma oranı (mm/y)

Formül 6: KLJS yıllık daralma oranı (mm/y)

Ayrıca, her iki kalçada MJS değeri ≤ 2 mm ve > 2 mm olmak üzere iki kategorik değişkene ayrıldı. Bu ayrım, literatürde belirtilen 2 mm ve altındaki kalça eklem aralığının osteoartrit riskini arttırdığına dair bulgulara dayandırılmıştır. (69–71)

3.4.1.2. Kalça ve diz ekleminde radyografik artroz sınıflandırılması:

Kalça ve diz eklemlerinde radyografik olarak en sık kullanılan yarı kantitatif ölçüm tekniği, artroz sınıflandırılması için Kellgren-Lawrence sınıflama sistemidir (56). (Tablo 1) Kellgren-Lawrence sınıflama sistemi, ayakta çekilen her iki kalça ve diz eklem grafisi kullanılarak değerlendirilmekte ve 0. dereceden 4. dereceye kadar 5 evrede değerlendirilmektedir. Bu sınıflama sistemine göre; Evre 0'da osteoartrit ile uyumlu radyolojik gösterge yok, Evre 1'de osteofit için şüpheli görünüm mevcut, Evre 2'de belirgin osteofit mevcut iken eklem aralığında daralma yok, Evre 3'te çok sayıda osteofit ile hafif subkondral skleroz ve eklem aralığında orta derecede daralma mevcut, Evre 4 ise büyük osteofitler ile subkondral sklerozun ve eklem aralığında ileri derecede daralma mevcut olarak değerlendirildi ve radyografik olarak osteoartrit için derecelendirildi.

Tablo 1: Kellgren-Lawrence sınıflama sistemi

Derece	Sınıflandırma	Tanım
0	Normal	Osteoartritle uyumlu bulgu yok
1	Şüpheli	Osteofit için şüpheli görünüm
2	Minimal	Eklem aralığı normal, belirgin osteofit
3	Orta	Eklem aralığında orta derecede daralma, çok sayıda osteofit, hafif subkondral skleroz
4	Şiddetli	Eklem aralığında ileri derecede daralma, büyük osteofitler, subkondral skleroz belirgin

3.4.2. Fonksiyonel Değerlendirme Parametreleri

Hastaların fonksiyonel değerlendirilmeleri kapsamında, bel için Oswestry Disability Index (ODI) ve kalça için Harris Kalça Skoru kullanıldı.

3.4.2.1. Oswestry Disability Index (ODI):

ODI, bel ağrısının hastaların günlük yaşam aktiviteleri üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla kullanılan, geniş çapta kabul görmüş ve valide edilmiş bir ölçektir (72). ODI, bel ağrısı nedeniyle oluşan fonksiyonel yetersizlikleri ve hastanın yaşam kalitesini ne kadar etkilediğini belirlemek amacıyla geliştirilmiştir. ODI, hastaların bel ağrılarının çeşitli aktiviteler üzerindeki etkisinin derecelendirildiği bir anket formatında sunulmaktadır. Sonuçlar 0 ile 100 arasında bir puanla ifade edilir; yüksek puanlar daha fazla sakatlık düzeyine işaret etmektedir.

3.4.2.2. Harris Kalça Skoru (HHS):

Kalça fonksiyonlarını değerlendirmek için Harris Kalça Skoru (HHS) kullanıldı. HHS, kalça ağrısını, fonksiyonel kapasiteyi, hareket aralığını ve yürüme kabiliyetini değerlendiren kapsamlı bir skarlama sistemidir. 100 puan üzerinden değerlendirilen bu skorda, 90-100 arası “mükemmel,” 80-89 arası “iyi,” 70-79 arası “orta” ve 70’in altı “zayıf” olarak sınıflandırılır.

Her iki skarlama sistemi de hastaların genel fonksiyonel durumlarının yanı sıra, ameliyat sonrası iyileşme sürecinin değerlendirilmesi için kullanılmış olup, ameliyat öncesi ve sonrası değerlendirmeler kaydedilmiştir.

3.5. İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME

Analizler, SPSS (Statistical Package for Social Science) for Windows 27.0 yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tüm analizlerde, Tip-1 hata (α) %5 ve p değeri $<0,05$ istatistiksel anlamlılık sınırı olarak kabul edilmiştir.

Çalışmada tanımlayıcı değişkenler; sayı, yüzde, ortalama değer (aralık; minimum-maksimum) ve ortalama $\pm$ standart sapma şeklinde belirtilmiştir.

Verilerin normal dağılıma uyup uymadığını değerlendirmek için Kolmogorov-Smirnov, Shapiro-Wilk testleri ve basıklık (kurtosis), çarpıklık (skewness) katsayıları kullanılmıştır. Grup varyansların homojenliği Levene testi ile incelenmiştir. Normal değer aralığı dağılımı gösteren verilerin ölçümleri gruplara göre ortalamaları arasındaki farkların anlamlılığı One Way ANOVA testi ile değerlendirilmiştir. Gruplar arasındaki farklılıkların kaynağı ise post-hoc testlerle incelenmiştir. Normal değer aralığı dağılımı göstermeyen verilerin ölçümleri ise Kruskal-Wallis H testi ile değerlendirilmiş ve post-hoc testlerle gruplar arasındaki farklılıklar araştırılmıştır. Ameliyat öncesi ve sonrası spinopelvik parametreler ile ODI ve HHS gibi fonksiyonel değerlendirmedeki değişiklikler Paired Samples t-Test ile analiz edilmiştir.

Eklem aralığı ölçümleri tanımlanan formüller ile hesaplandığında elde edilen yıllık daralma oranlarının bağımsız belirleyicilerini belirlemek için lineer çoklu regresyon analizleri yapılmıştır. Ameliyat sonrası MJS değerinin ≤ 2 mm ve > 2 mm olarak kategorik değişikliklere ayrılarak elde edilen verilerin bağımsız belirleyicilerini belirlemek için ise lojistik regresyon analizi uygulanmıştır. Değerlendiriciler arası uyumu incelemek amacıyla Kappa ve Intraclass korelasyon katsayıları kullanılmıştır.

Çalışmaya katılan gönüllü hastalardan aydınlatılmış onam formu alınmıştır. Çalışmamızın, 4117 sayılı etik kurul onayı, 09/07/2024 tarihli Sağlık Bilimleri Üniversitesi Şişli Hamidiye Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi (SUAM) Eğitim Planlama Kurulu onayı ve E-48865165-302.14.01-293438 sayılı Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tez Onamı Ek-1, Ek-2 ve Ek-3'te sunulmuştur. Helsinki Bildirgesi ve İyi Klinik Uygulama (Good Clinical Practice) ilkelerine ve denek araştırma etik kurallarına uygun olarak yürütülmüştür.

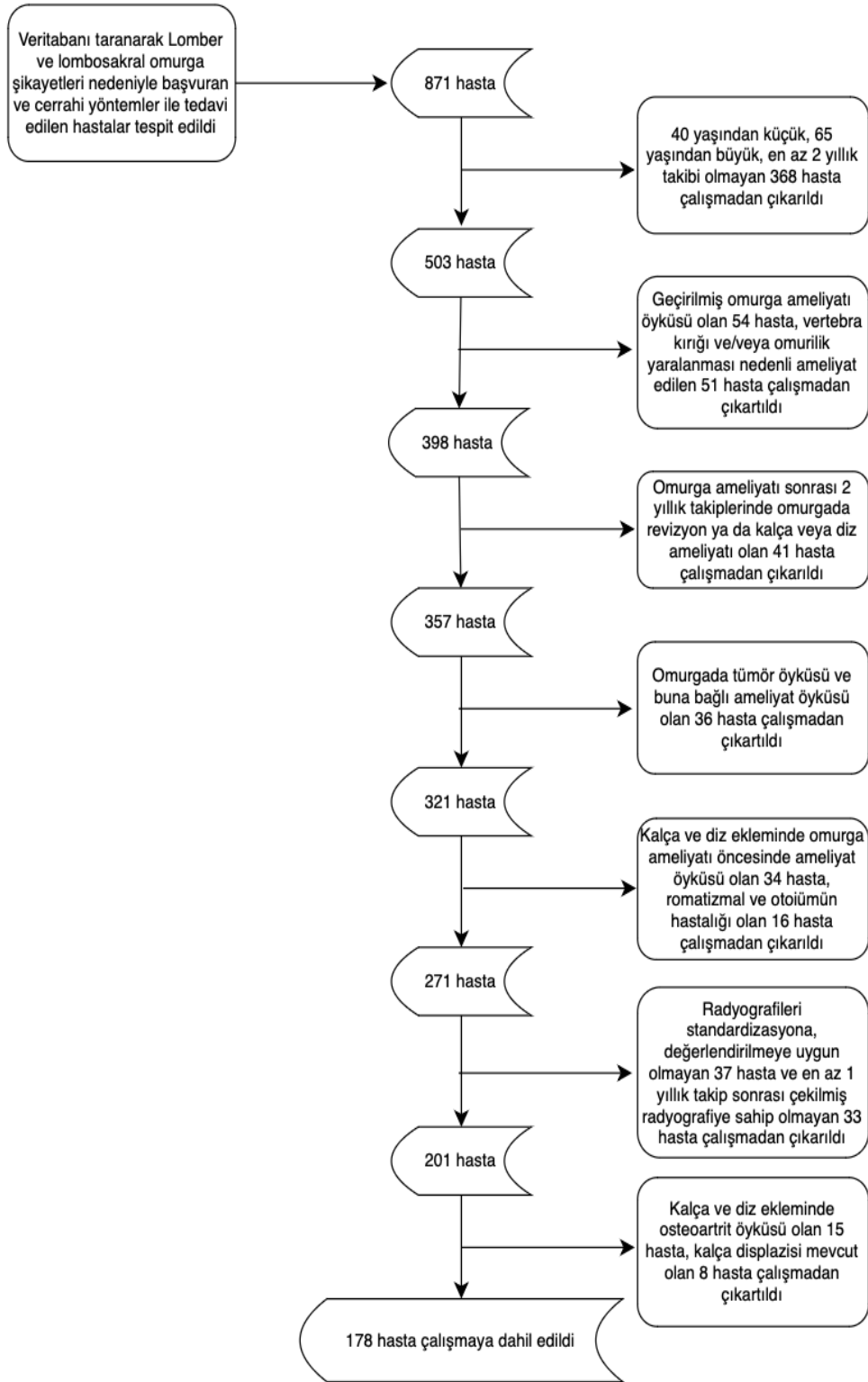
Çalışmamızda herhangi bir menfaat çatışması bulunmamaktadır.

4. BULGULAR

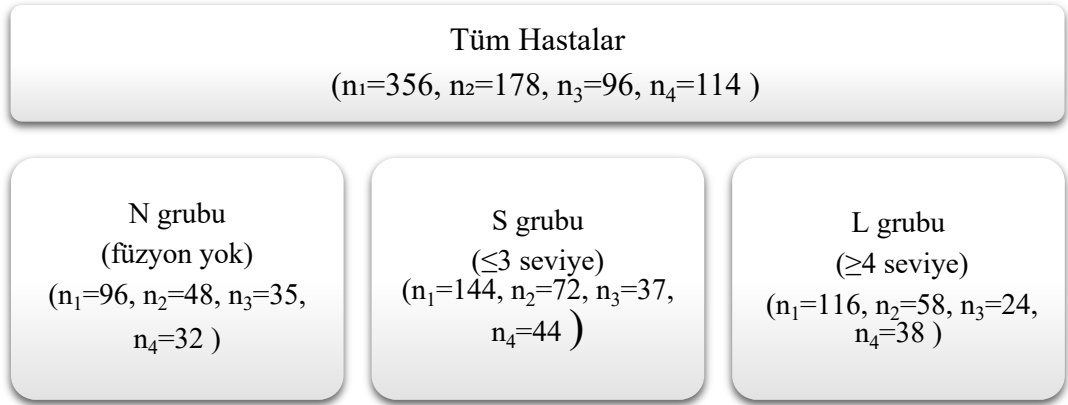
Çalışma grubunda, Ocak 2010 ve Ocak 2021 tarihleri arasında Sağlık Bilimleri Üniversitesi Şişli Hamidiye Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği polikliniğine lomber ve lumbosakral omurga şikayetleri nedeniyle başvuran ve cerrahi yöntemlerle tedavi edilen toplam **871** hasta tespit edilmiştir.

Hastaların demografik verileri incelendiğinde, 40 yaşından küçük veya 65 yaşından büyük olan ya da en az 2 yıllık takibi olmayan **368** hasta, daha önce geçirilmiş omurga ameliyatı öyküsü olan **54** hasta, vertebra kırığı ve/veya omurilik yaralanması nedeniyle ameliyat edilen **51** hasta, omurga ameliyatı sonrası 2 yıllık takiplerinde omurgada revizyon ameliyatı veya kalça ya da diz ekleminde ameliyat öyküsü olan **41** hasta, omurgada tümör öyküsü bulunan ve buna bağlı ameliyat geçiren **36** hasta, kalça veya diz ekleminde omurga ameliyatı öncesinde ameliyat öyküsü olan **34** hasta, romatizmal veya otoimmün hastalığı olan **16** hasta çalışmaya dahil edilmemiştir.

Hastaların ameliyat öncesi ve sonrası radyografik çekimleri incelendiğinde, standardizasyona ve/veya değerlendirilmeye uygun olmayan **37** hasta, ameliyat sonrası en az 1 yıllık takip süresi sonunda çekilmiş anteroposterior ve lateral ayakta tam omurga ile kalça radyografileri mevcut olmayan **33** hasta, kalça ve diz eklemi osteoartriti hikayesi bulunan **15** hasta ve kalça displazisi mevcut olan **8** hasta da çalışmaya dahil edilmemiştir. (Şekil 23)



Şekil 23: Çalışmaya dahil edilen ve çalışmadan dışlanan hastaların gösterildiği akış şeması



Şekil 24: Tüm hastaların füzyon gruplarına göre gruplandırılması, n₁: ölçüm yapılan kalça sayısı, n₂: ölçüm yapılan hasta sayısı, n₃: ölçüm yapılan diz sayısı, n₄: fonksiyonel değerlendirme yapılan hasta sayısı

Çalışmaya toplamda **178** hasta dahil edilmiştir. Omurga ameliyatlarında spinal füzyon yapılmayan (N grubu) **48 hasta**, kısa seviye spinal füzyon uygulanan (3 seviye ve altı, S grubu) **72 hasta** ve uzun seviye spinal füzyon uygulanan (4 seviye ve üstü, L grubu) **58 hasta** bulunmaktadır. (Şekil 24)

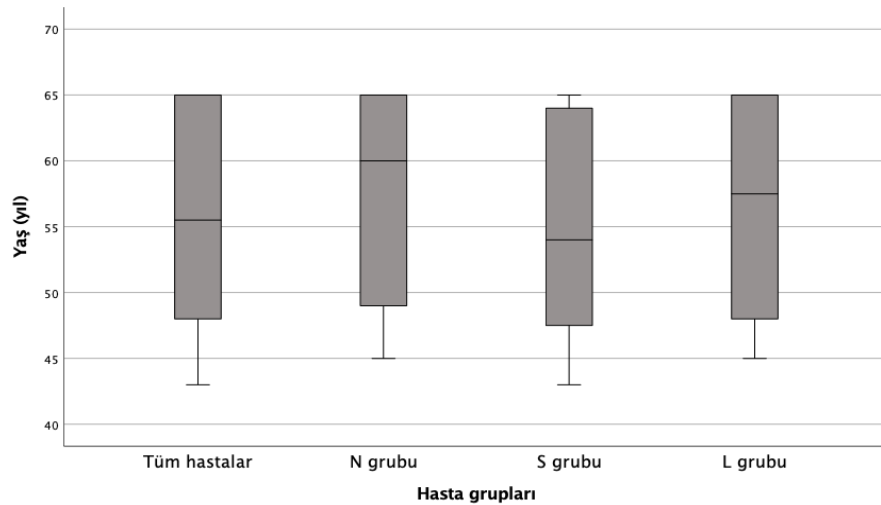
Tüm radyografiler, iki bağımsız gözlemci tarafından ayrı ayrı değerlendirildi. Gözlemciler arası ölçüm uyumunu değerlendirmek amacıyla, sınıf içi korelasyon katsayıları (İnterclass Correlation Coefficient (ICC)) hesaplandı. MJS ve SJS ölçümleri için ICC değerleri sırasıyla 0,96 ve 0,99 olarak bulunurken, KMJS ve KLJS ölçümleri için her iki ICC değeri de 0,99 olarak tespit edildi. CEA ve SA ölçümleri için ICC değerleri sırasıyla 0,99 ve 0,98 idi. Spinopelvik parametre ölçümlerinde de ICC değerleri yüksek olup, ameliyat öncesi ve sonrası LL, SS, PT ve PI için 0,99 olarak saptandı.

Hastaların ve hasta gruplarının demografik verileri, ameliyat endikasyonları, füzyon uygulanan seviye sayıları, lumbosakral füzyon, takip süreleri, ameliyat öncesi CEA ve SA ölçümleri tablo 2’ de sunulmuştur.

Tablo 2: Hastaların demografik verileri ile ameliyat endikasyonları, füzyon uygulanan seviye sayıları, lumbosakral füzyon, takip süreleri, ameliyat öncesi CEA ve SA ölçümleri, n₁: ölçüm yapılan kalça sayısı, n₂: ölçüm yapılan hasta sayısı

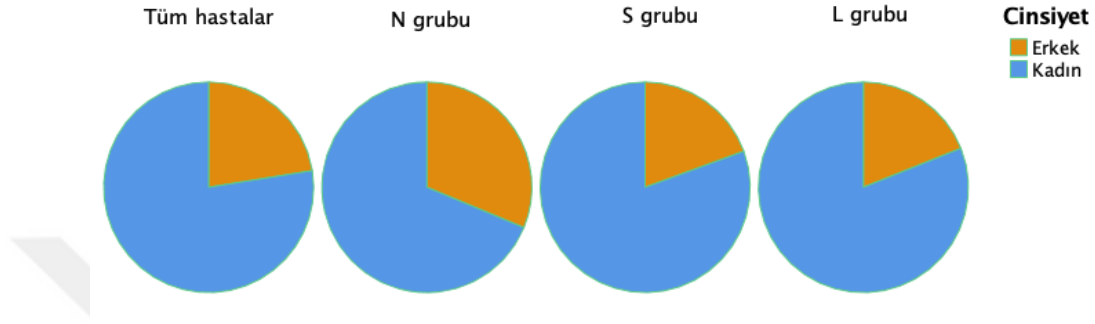
	Total (n ₁ =356, n ₂ =178)	N grubu (füzyon yok) (n ₁ =96, n ₂ =48)	S grubu (≤3 seviye) (n ₁ =144, n ₂ =72)	L grubu (≥4 seviye) (n ₁ =116, n ₂ =58)	p değeri
Yaş (yıl)	55,9 ± 7,8	57,3 ± 7,8	54,7 ± 7,9	56,1 ± 7,5	0,3
Cinsiyet (erkek:kadın)	40:138	15:33	14:58	11:47	0,121
VKİ (kg/m ²)	26,3 ± 1,2	26,5 ± 1,3	26,2 ± 1,1	26,2 ± 1,3	0,406
Ameliyat endikasyonu					
LSS	33,1%	4,2%	45,8%	41,3%	<0,001
DH	25,8%	93,8%	1,4%	0,0%	
SL	20,2%	2,1%	47,2%	1,7%	
DDH	10,7%	0,0%	47,2%	25,9%	
SC	10,1%	0,0%	0,0%	31,0%	
Füzyon uygulanan seviye sayısı	3,5 ± 4,1	0	1,8 ± 0,6	8,6 ± 3,5	
Lumbosakral füzyon	22,50%	0	37,50%	22,40%	
Takip süresi (yıl)	4,4 ± 1,7	5 ± 1,9	4,1 ± 1,6	4,2 ± 1,5	<0,001
Ameliyat öncesi CEA (derece)	35,8 ± 7,6	37,7 ± 7,9	35,1 ± 7,3	35,1 ± 7,6	0,014
Ameliyat öncesi SA (derece)	36,5 ± 4,6	35,9 ± 4,1	37,2 ± 4,6	36,2 ± 4,9	0,075

Hastaların demografik verilerine göre, tüm hastaların yaş ortalaması **55,9 (aralık; 40-65)** iken, N grubunda **57,3 (aralık; 45-65)**, S grubunda **54,7 (aralık; 43-65)** ve L grubunda **56,1 (aralık; 45-65)** olarak tespit edilmiştir. Yaşlar açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. (p>0,05) (Grafik 1)



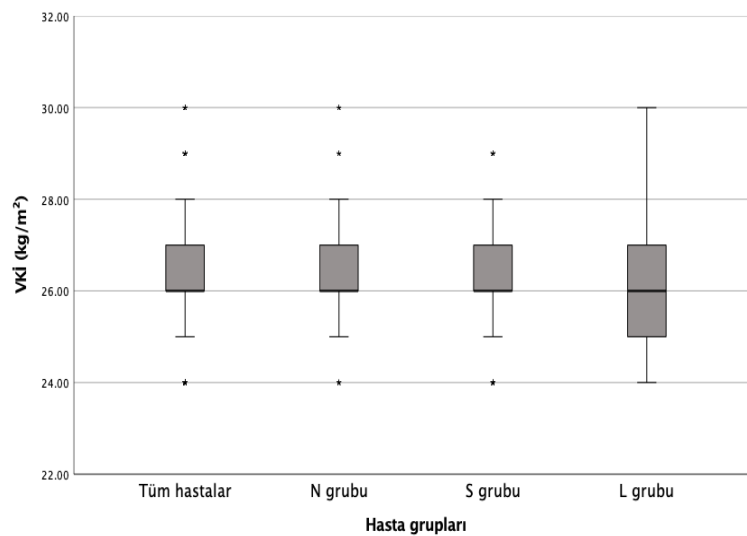
Grafik 1: Hasta gruplarına göre yaş dağılımını gösteren grafik

Cinsiyet dağılımına bakıldığında, tüm hastaların %77,5'i kadın, %22,5'i ise erkek idi. N grubunda hastaların %68,8'i kadın, %31,3'ü erkek; S grubunda %80,6'sında kadın, %19,4'ü erkek; L grubunda ise %81'i kadın, %19'u erkek idi. Gruplar arasında cinsiyet dağılımında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. ($p>0,05$) (Grafik 2)



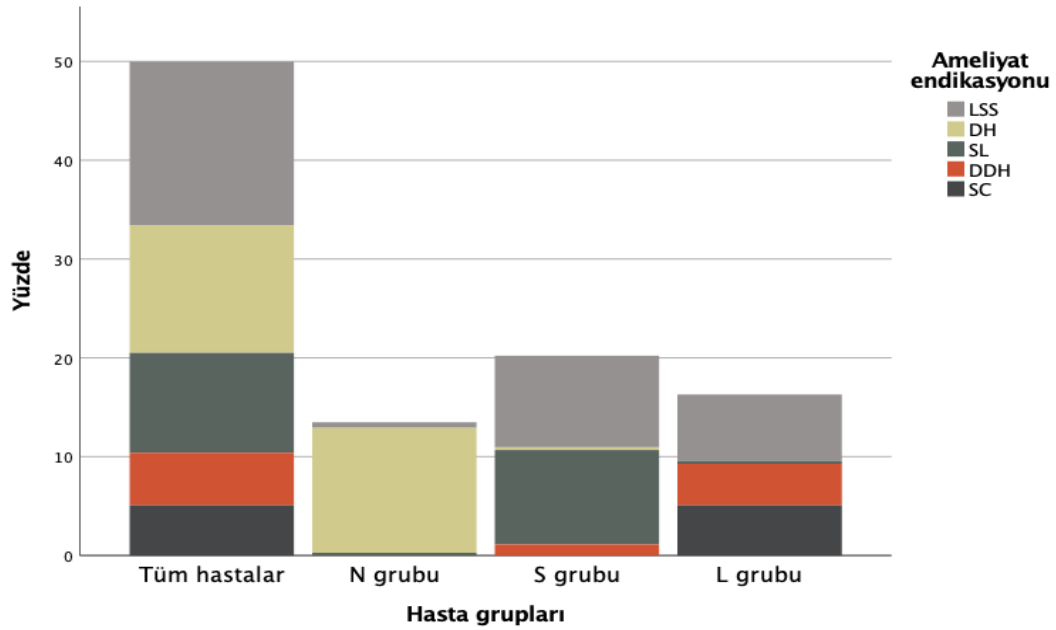
Grafik 2: Hasta gruplarına göre cinsiyet dağılımını gösteren grafikler

VKİ ortalamaları tüm hastalar için **26,3 (aralık; 24-30)** iken, N grubunda **26,5 (aralık; 24-30)**, S grubunda **26,2 (aralık; 24-29)** ve L grubunda **26,2 (aralık; 24-30)** olarak tespi edilmiştir. Hastaların ameliyat endikasyonları ise **59** hastada lomber spinal stenoz, **46** hastada lomber disk hernisi, **38** hastada spondilolistezis ve **34** hastada skolyoz olarak belirlenmiştir. VKİ açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. ($p>0,05$) (Grafik 3)



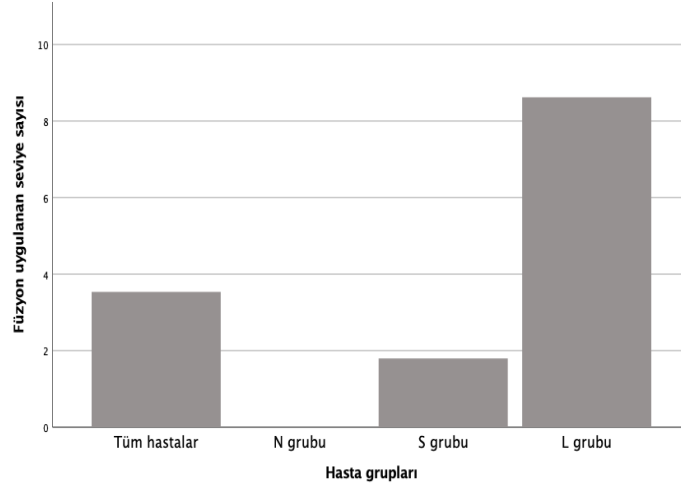
Grafik 3: Hasta gruplarına göre VKİ dağılımını gösteren grafik

Ameliyat endikasyonları hastaların **%33,1**'inde lomber spinal stenoz (LSS), **%25,8**'inde disk hastalığı (DH), **%20,2**'sinde spondilolistezis (SL), **%10,7**'sinde lomber dejeneratif disk hastalığı (DDH), **%10,1**'inde erişkin spinal deformite (SC) olarak belirlenmiştir. En sık ameliyat endikasyonu, N grubunda DH (**%93,8**), S grubunda SL ve DDH (**%47,2**) ve L grubunda LSS (**%41,3**) olarak tespit edilmiştir. Gruplar arası ameliyat endikasyonlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. ($p<0,001$) (Grafik 4)



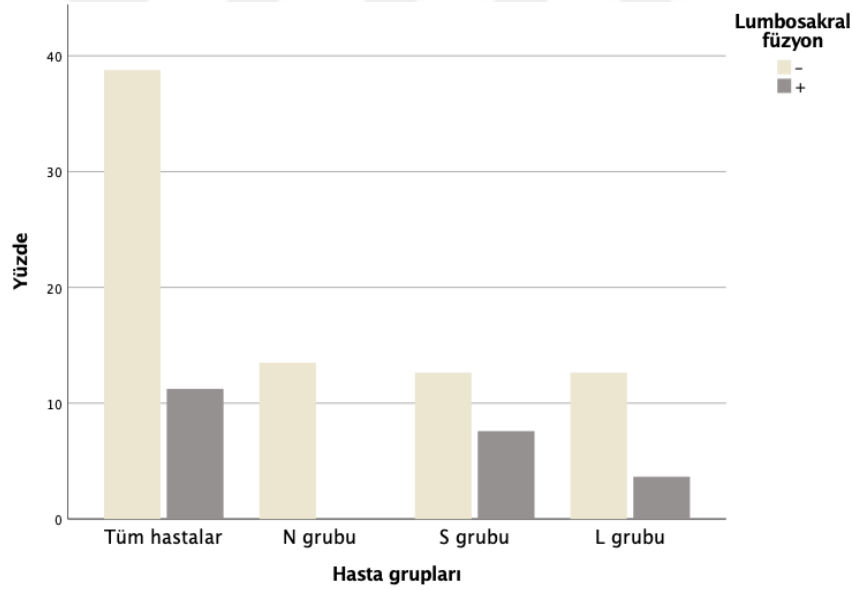
Grafik 4: Hasta gruplarına göre ameliyat endikasyonu dağılımını gösteren grafik

Spinal füzyon uygulanan hastalarda, füzyon uygulanan seviye ortalaması **3,5 (aralık; 1-15)** olarak tespit edilirken, S grubunda bu ortalama **1,8 (aralık; 1-3)** ve L grubunda **8,6 (aralık;4-15)** idi. (Grafik 5)



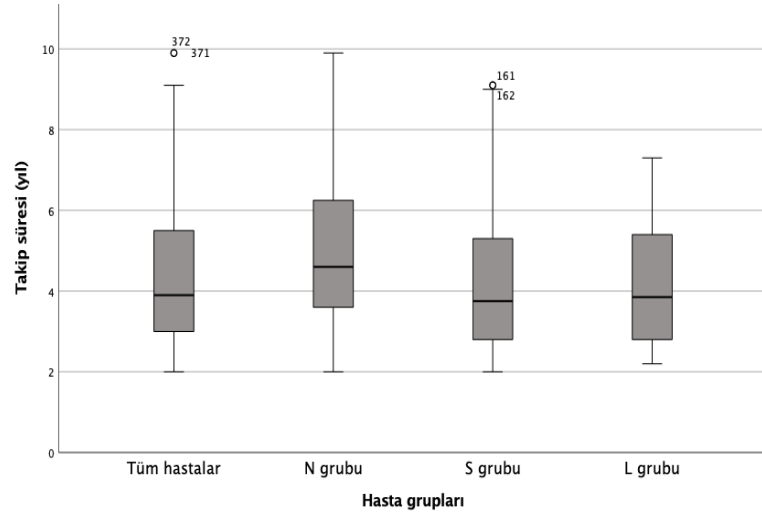
Grafik 5: Hasta gruplarına göre füzyon uygulanan seviye sayısını gösteren grafik

Spinal füzyon uygulanan hastaların %22,5'ine lumbosakral füzyon da uygulanmıştır. S grubunda hastaların %37,5'inde ve L grubunda %22,4'ünde lumbosakral füzyon uygulandığı görülmüştür. (Grafik 6)



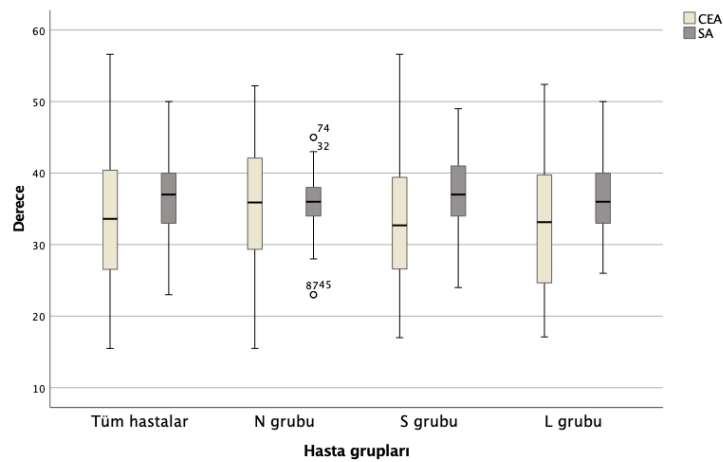
Grafik 6: Hasta gruplarına göre lumbosakral füzyon uygulanan hasta sayısını gösteren grafik

Hastaların ortalama takip süresi $4,4 \pm 1,7$ yıl iken N grubunda $5 \pm 1,9$ yıl, S grubunda $4,1 \pm 1,6$ yıl ve L grubunda $4,2 \pm 1,5$ yıl idi. Takip süreleri arasında anlamlı fark vardı. ($p < 0,001$) (Grafik 7)



Grafik 7: Hasta gruplarına göre takip süresi dağılımını gösteren grafik

Hastaların ameliyat öncesi radyografileri incelendiğinde, CEA ve SA ölçümlerinin ortalamaları sırasıyla **33,32 (aralık; 15,5-56,6)** ve **36,52 (aralık; 23-50)** olarak tespit edilmiştir. CEA ölçüm ortalamaları, N grubunda **34,99 (aralık; 15,5-52,2)**, S grubunda **32,93 (aralık; 17-56,6)** ve L grubunda ise **32,43 (aralık; 17,1-52,4)** olarak belirlenmiştir. SA ölçüm ortalamaları ise N grubunda **35,88 (aralık; 23-45)**, S grubunda **37,18 (aralık; 24-49)** ve L grubunda ise **36,24 (aralık; 26-50)** olarak tespit edilmiştir. CEA ölçümlerinde gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($p < 0,05$), ancak SA ölçümlerinde anlamlı bir fark bulunmamıştır. ($p > 0,05$) (Grafik 8)

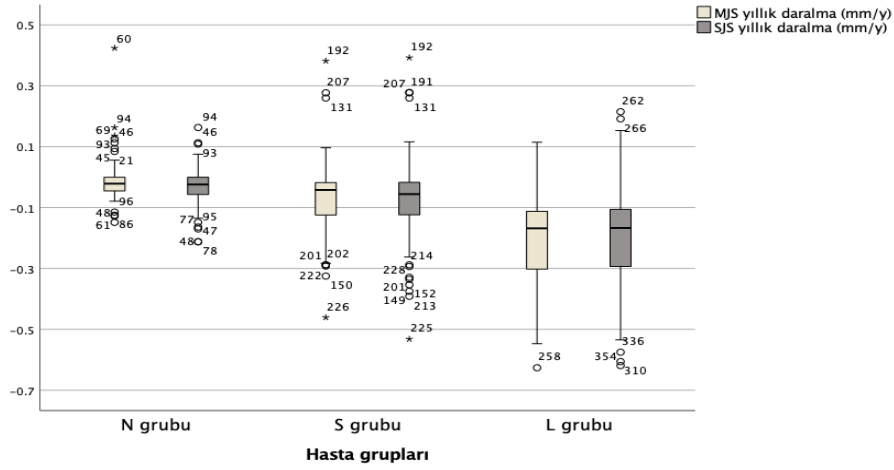


Grafik 8: Hasta gruplarına göre CEA ve SA ölçümlerinin dağılımını gösteren grafik

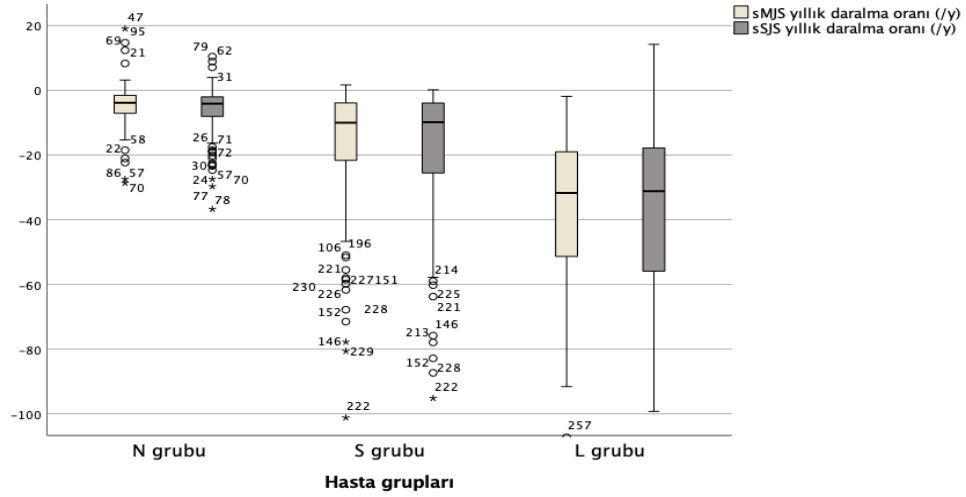
Tablo 3: Hasta gruplarına göre ameliyat sonrası ve öncesi KL farkı ile MJS, SJS için yıllık daralma oranları ve standardize (sMJS, sSJS) yıllık daralma oranları, n₁: ölçüm yapılan kalça sayısı, n₂: ölçüm yapılan hasta sayısı,

	Total (n ₁ =356, n ₂ =178)	N grubu (füzyon yok) (n ₁ =96, n ₂ =48)	S grubu (≤3 seviye) (n ₁ =144, n ₂ =72)	L grubu (≥4 seviye) (n ₁ =116, n ₂ =58)	p değeri
Ameliyat sonrası ve öncesi kalça KL farkı	0,315 ± 0,5	0	0,25 ± 0,45	0,65 ± 0,56	<0,001
MJS yıllık daralma (mm/y)	-0,095 ± 0,154	-0,008 ± 0,098	-0,065 ± 0,135	-0,0204 ± 0,152	<0,001
SJS yıllık daralma (mm/y)	-0,105 ± 0,142	-0,032 ± 0,062	-0,073 ± 0,204	-0,204 ± 0,159	<0,001
sMJS yıllık daralma oranı (/y)	-19,299 ± 28,193	-2,192 ± 20,293	-15,311 ± 24,613	-38,407 ± 26,976	<0,001
sSJS yıllık daralma oranı (/y)	-21,140 ± 24,081	-6,591 ± 8,069	-16,987 ± 21,656	-38,334 ± 25,624	<0,001

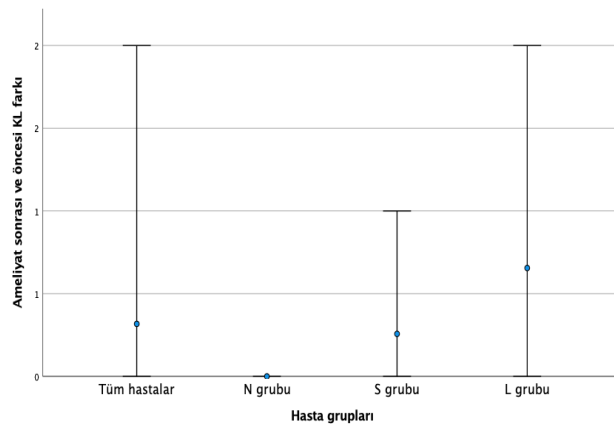
Hastaların ameliyat sonrası ve öncesi KL farkı ile MJS, SJS için yıllık daralma oranları ve standardize (sMJS, sSJS) yıllık daralma oranları incelendiğinde, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur (p<0,001). Farkın hangi gruptan kaynaklandığını değerlendirmek amacıyla ortalama Rank değerleri incelendiğinde, MJS, SJS, sMJs ve SJS ölçümlerinde N grubu ortalamalarının diğer gruplardan, S grubu ortalamalarının ise L grubu ortalamalarından anlamlı derecede daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (p<0,001). (Grafik 9,10) Ayrıca, kalça KL farkı ölçümünde N grubu ortalamalarının diğer gruplardan, S grubu ortalamalarının ise L grubu ortalamalarından anlamlı derecede daha düşük olduğu belirlenmiştir. (Tablo 3) (Grafik 11)



Grafik 9: Hasta gruplarına göre MJS, SJS için yıllık daralma oranlarını gösteren grafik



Grafik 10: Hasta gruplarına göre standardize (sMJS, sSJS) yıllık daralma oranlarını gösteren grafik

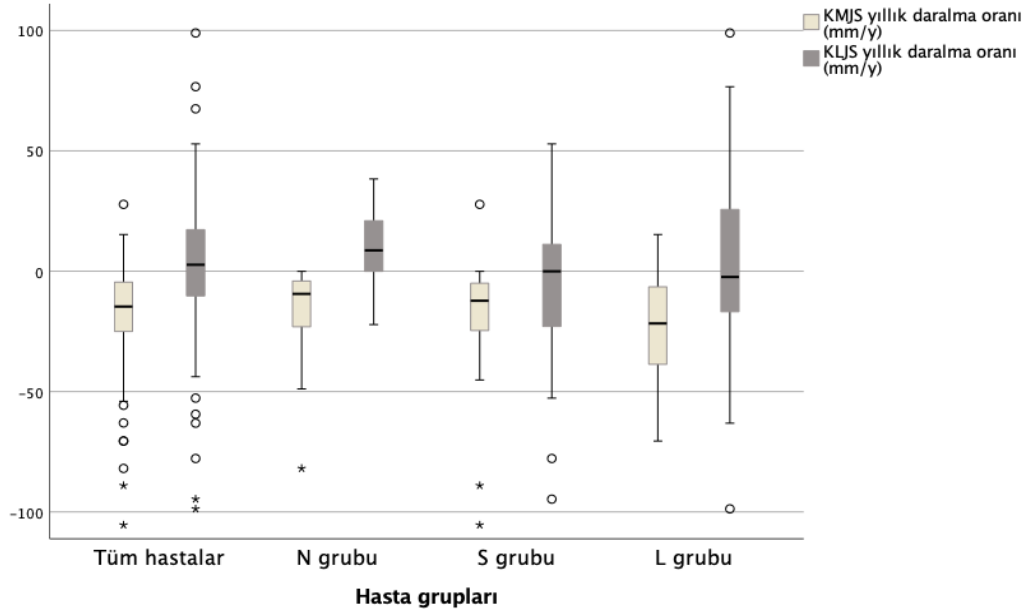


Grafik 11: Hasta gruplarına göre ameliyat sonrası ve öncesi KL farkını gösteren grafik

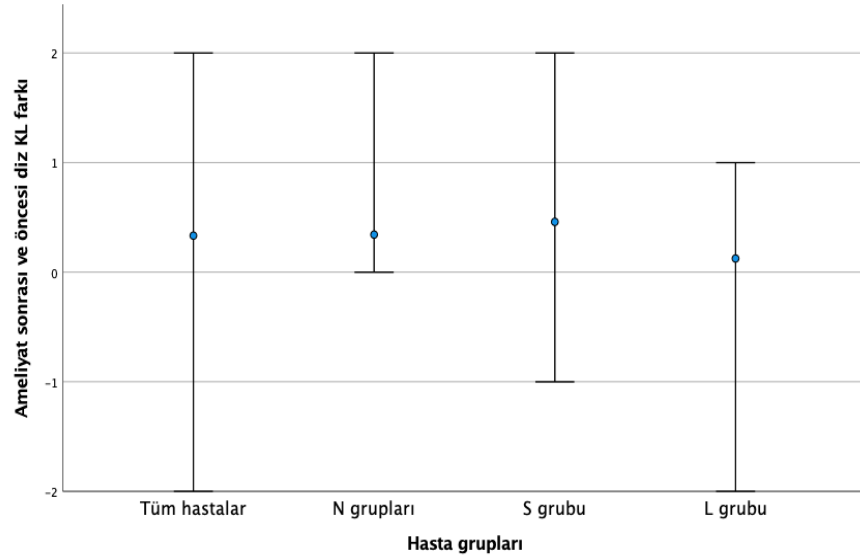
Tablo 4: Hasta gruplarına göre ameliyat sonrası ve öncesi diz KL farkı ile KMJS, KLJS yıllık daralma oranları, n₃: ölçüm yapılan diz sayısı

	Total (n ₃ =96)	N grubu (n ₃ =35)	S grubu (n ₃ =37)	L grubu (n ₃ =24)	p değeri
Ameliyat sonrası ve öncesi diz KL farkı	0,333 ± 0,763	0,343 ± 0,684	0,459 ± 0,803	0,125 ± 0,797	0,248
KMJS yıllık daralma oranı (mm/y)	-1,912 ± 2,168	-1,617 ± 1,708	-1,842 ± 2,373	-2,451 ± 2,417	0,416
KLJS yıllık daralma oranı (mm/y)	-0,165 ± 3,853	-0,939 ± 1,604	-1,451 ± 4,583	0,205 ± 4,471	0,011

Hastaların ameliyat sonrası ve öncesi diz KL farkı, KMJS yıllık daralma oranı incelendiğinde, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. ($p>0,05$) (Tablo 4) (Grafik 12,13)



Grafik 12: Hasta gruplarına göre KMJS, KLJS yıllık daralma oranlarını gösteren grafik



Grafik 13: Hasta gruplarına göre ameliyat sonrası ve öncesi diz KL farkını gösteren grafik

Tablo 5: Hasta gruplarına göre ameliyat öncesi ve sonrası spinopelvik parametre ölçümleri n₁: ölçüm yapılan kalça sayısı, n₂: ölçüm yapılan hasta sayısı

	Total (n ₁ =356, n ₂ =178)	N grubu (füzyon yok) (n ₁ =96, n ₂ =48)	S grubu (≤3 seviye) (n ₁ =144, n ₂ =72)	L grubu (≥4 seviye) (n ₁ =116, n ₂ =58)	p değeri
Ameliyat öncesi					
(derece)					
LL	37,4 ± 16,7	33,8 ± 16,2	42,7 ± 14,1	33,9 ± 18,4	<0,001
SS	33,7 ± 10,9	31,1 ± 9,7	37 ± 9,4	31,8 ± 12,5	<0,001
PT	21 ± 10,3	19,1 ± 7,3	19,2 ± 9,3	24,9 ± 12,3	<0,001
PI	56,1 ± 13,2	50 ± 11,2	59,8 ± 12,2	56,6 ± 14,2	<0,001
PI-LL	15 ± 14,6	11,9 ± 13,2	14,08 ± 12,7	18,7 ± 17,2	0,018
Ameliyat sonrası					
(derece)					
LL	37,3 ± 15,8	34 ± 17	44,6 ± 12,9	30,9 ± 14,3	<0,001
SS	32,5 ± 10,8	29,8 ± 11,7	36,5 ± 9,3	29,7 ± 10,2	<0,001
PT	19,4 ± 10,9	18,9 ± 11,1	23,2 ± 12,7	27,4 ± 11,7	0,232
PI	56,63 ± 13,1	50,9 ± 11	59,7 ± 12,4	56,6 ± 14,1	<0,001
PI-LL	17,5 ± 15,5	15,6 ± 15,8	13,3 ± 12,8	21,2 ± 16,2	<0,001

Hastaların ameliyat öncesi ve sonrası spinopelvik parametre ölçümleri gruplara göre incelendiğinde; ameliyat öncesi LL, SS, PT, PI, PI-LL ve ameliyat sonrası LL, SS, PI, PI-LL değerlerinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur (Tablo 5).

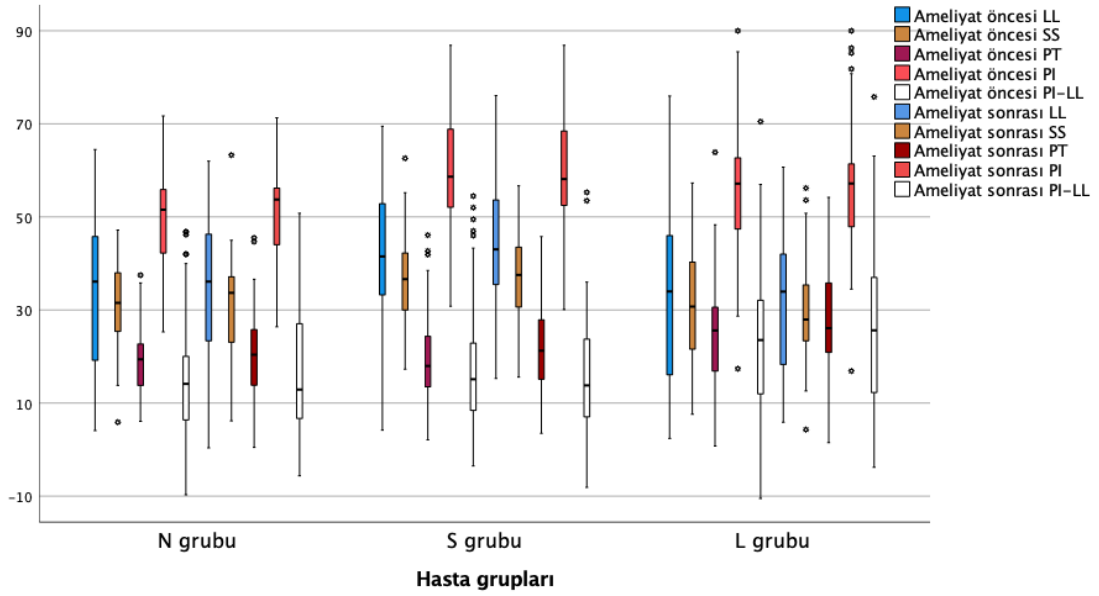
Tablo 6: Hasta gruplarına göre ameliyat öncesi ve sonrası spinopelvik parametre ölçümleri arasındaki fark n_1 : ölçüm yapılan kalça sayısı, n_2 : ölçüm yapılan hasta sayısı

	(derece)	Ameliyat öncesi	Ameliyat sonrası	p
N grubu (füzyon yok) ($n_1=96$, $n_2=48$)	LL	$33,8 \pm 16,2$	34 ± 17	0,762
	SS	$31,1 \pm 9,7$	$29,8 \pm 11,7$	0,103
	PT	$19,1 \pm 7,3$	$18,9 \pm 11,1$	0,013
	PI	$50 \pm 11,2$	$50,9 \pm 11$	<0,001
	PI-LL	$11,9 \pm 13,2$	$15,6 \pm 15,8$	0,371
S grubu (≤ 3 seviye) ($n_1=144$, $n_2=72$)	LL	$42,7 \pm 14,1$	$44,6 \pm 12,9$	0,025
	SS	$37 \pm 9,4$	$36,5 \pm 9,3$	0,406
	PT	$19,2 \pm 9,3$	$23,2 \pm 12,7$	<0,001
	PI	$59,8 \pm 12,2$	$59,7 \pm 12,4$	0,477
	PI-LL	$14,08 \pm 12,7$	$13,3 \pm 12,8$	0,02
L grubu (≥ 4 seviye) ($n_1=116$, $n_2=58$)	LL	$33,9 \pm 18,4$	$30,9 \pm 14,3$	0,021
	SS	$31,8 \pm 12,5$	$29,7 \pm 10,2$	0,026
	PT	$24,9 \pm 12,3$	$27,4 \pm 11,7$	0,007
	PI	$56,6 \pm 14,2$	$56,6 \pm 14,1$	0,789
	PI-LL	$18,7 \pm 17,2$	$21,2 \pm 16,2$	0,02

Ameliyat öncesi ve sonrası spinopelvik parametre ölçümleri arasındaki farkın anlamlılığı incelendiğinde, N grubunda PI ve PT ölçümleri anlamlı farklılık göstermekte olup, ameliyat sonrası ölçümler ameliyat öncesine göre anlamlı derecede daha yüksekti. ($p<0,001$, $p=0,013$) (Tablo 6)

S grubunda ameliyat öncesi ve sonrası farklarda LL, PT ve PI-LL ölçümlerinde anlamlı farklılık bulunmuş olup, LL ve PT ölçümleri ameliyat sonrası ameliyat öncesine göre anlamlı derecede daha yüksek ve PI-LL ölçümü ise ameliyat öncesine göre ameliyat sonrası anlamlı derecede daha yüksek tespit edilmiştir. ($p=0,025$, $p=0,02$)

L grubunda ise ameliyat öncesi ve sonrası farklarda PT, PI-LL, LL ve SS ölçümlerinde anlamlı farklılık bulunmuş olup, PT ve PI-LL ölçümleri ameliyat sonrası ameliyat öncesine göre anlamlı derecede daha yüksek ve LL, SS ölçümleri ise ameliyat öncesi ameliyat sonrasına göre anlamlı derecede daha yüksek tespit edilmiştir. (p=0,007, p=0,02, p=0,021, p= 0,026) (Grafik 14)



Grafik 14: Hasta gruplarına göre ameliyat öncesi ve sonrası spinopelvik parametre ölçümlerini gösteren grafik

Hastaların demografik ve klinik özelliklerinin, ameliyat sonrası ve öncesi KL farkı ve MJS, SJS için yıllık daralma oranları ve standardize (sMJS, sSJS) yıllık daralma oranları üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla çoklu doğrusal regresyon analizi yapılmıştır. Analizde yaş, cinsiyet, VKİ, taraf, ameliyat endikasyonu, hasta grubu, füzyon uygulanan seviye sayısı, lumbosakral füzyon, CEA, SA, ameliyat sonrası SS, PT, PI, LL, PI-LL gibi değişkenler bağımsız değişken olarak kullanılmış; ameliyat sonrası ve öncesi KL farkı ve MJS, SJS için yıllık daralma oranları ve standardize (sMJS, sSJS) yıllık daralma oranları ise bağımlı değişkenler olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 7: Ameliyat sonrası ve öncesi KL farkı ölçümünün bağımlı değişken, diğer değişkenlerin bağımsız değişken olarak alındığı regresyon modeli

Model	Standart Olmayan Katsayılar		Standart Katsayılar	<i>t</i>	<i>p</i>
	B	Std. Error	Beta		
(Sabit)	-1,603	0,684		-2,342	0,02
Yaş	0,006	0,003	0,097	2,104	0,036
Cinsiyet (Kadın)	0,001	0,056	0,001	0,015	0,988
VKİ	0,017	0,018	0,045	0,973	0,331
Taraf (Sağ)	0,036	0,044	0,036	0,805	0,422
Ameliyat	0,017	0,028	0,029	0,603	0,547
Hasta grupları	0,215	0,052	0,331	4,1	<0,001
Füzyon uygulanan seviye sayısı	0,024	0,01	0,203	2,438	0,015
Lumbosakral füzyon	0,263	0,06	0,219	4,407	<0,001
CEA	0,006	0,004	0,09	1,494	0,136
SA	0,014	0,007	0,13	2,112	0,035
Ameliyat sonrası SS	0,007	0,006	0,158	1,202	0,23
Ameliyat sonrası PT	0,005	0,006	0,1	0,736	0,462
Ameliyat sonrası PI	-0,007	0,006	-0,186	-1,196	0,233
Ameliyat sonrası PI-LL	-0,001	0,002	-0,032	-0,498	0,619

Ameliyat sonrası ve öncesi kalça KL farkı,
F=11,856 ; p<0,001 R²=0,327

Ameliyat sonrası ve öncesi KL farkı ölçümünün bağımlı değişken, diğer değişkenlerin bağımsız değişken olarak alındığı regresyon modeli anlamlı bulunmuştur. (F=11,856; p<0,001). Bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişkenlerdeki değişimi açıklama oranı %32,7 olarak hesaplanmıştır (R²=0,327). Model içerisinde yer alan parametrelerin anlamlılık düzeyi incelendiğinde; yaş, hasta grupları, füzyon uygulanan seviye sayısı, lumbosakral füzyon, SA ölçümlerinin ameliyat sonrası ve öncesi KL farkı ölçümlerini pozitif yönlü anlamlı düzeyde etkilediği tespit edilmiştir. (Tablo 7) (Grafik 15)

Tablo 8: MJS için yıllık daralma bağımlı değişken, diğer değişkenlerin ise bağımsız değişken olarak alındığı regresyon modeli

Model	Standart Olmayan		Standart	<i>t</i>	<i>p</i>
	Katsayılar		Katsayılar		
	B	Std. Error	Beta		
(Sabit)	-0,058	0,217		-0,266	0,79
Yaş	-0,001	0,001	-0,071	-1,478	0,14
Cinsiyet (Kadın)	0,01	0,018	0,027	0,562	0,574
VKI	0,008	0,006	0,068	1,42	0,156
Taraf (Sağ)	-0,018	0,014	-0,057	-1,242	0,215
Ameliyat	0,001	0,009	0,003	0,068	0,946
Hasta grupları	-0,085	0,017	-0,425	-5,092	<0,001
Füzyon uygulanan seviye sayısı	-0,003	0,003	-0,086	-1	0,318
Lumbosakral füzyon	-0,005	0,019	-0,014	-0,263	0,793
CEA	-0,001	0,001	-0,053	-0,852	0,395
SA	-0,001	0,002	-0,033	-0,516	0,606
Ameliyat sonrası SS	0,002	0,002	0,158	1,161	0,247
Ameliyat sonrası PT	0	0,002	-0,021	-0,152	0,879
Ameliyat sonrası PI	-0,001	0,002	-0,093	-0,579	0,563
Ameliyat sonrası PI-LL	0,001	0,001	0,085	1,299	0,195

MJS yıllık daralma oranı (mm/y),
F=9,494 ; p<0,001 R²=0,280

MJS için yıllık daralma bağımlı değişken, diğer değişkenlerin ise bağımsız değişken olarak alındığı regresyon modeli anlamlı bulunmuştur (F=9,494; p<0,001). Bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişkendeki değişimi açıklama oranı %28 olarak hesaplanmıştır (R²=0,280). Modeldeki parametrelerin anlamlılık düzeyi incelendiğinde, hasta grupları değişkeninin MJS yıllık daralma oranı üzerinde negatif yönde anlamlı bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. (Tablo 8) (Grafik 16)

Tablo 9: SJS için yıllık daralma bağımlı değişken, diğer değişkenlerin ise bağımsız değişken olarak alındığı regresyon modeli

Model	Standart Olmayan		Standart	<i>t</i>	<i>p</i>
	Katsayılar		Katsayılar		
	B	Std. Error	Beta		
(Sabit)	-0,155	0,199		-0,777	0,438
Yaş	0	0,001	-0,021	-0,449	0,654
Cinsiyet (Kadın)	0,021	0,016	0,062	1,283	0,201
VKİ	0,013	0,005	0,118	2,505	0,013
Taraf (Sağ)	-0,018	0,013	-0,065	-1,421	0,156
Ameliyat	-0,004	0,008	-0,025	-0,496	0,62
Hasta grupları	-0,047	0,015	-0,254	-3,077	0,002
Füzyon uygulanan seviye sayısı	-0,009	0,003	-0,258	-3,024	0,003
Lumbosakral füzyon	-0,01	0,017	-0,03	-0,583	0,561
CEA	-0,002	0,001	-0,096	-1,548	0,123
SA	-0,004	0,002	-0,113	-1,807	0,072
Ameliyat sonrası SS	-0,002	0,002	-0,126	-0,936	0,35
Ameliyat sonrası PT	-0,004	0,002	-0,298	-2,152	0,032
Ameliyat sonrası PI	0,002	0,002	0,227	1,429	0,154
Ameliyat sonrası PI-LL	0,001	0,001	0,127	1,95	0,052

SJS yıllık daralma oranı (mm/y),
F=10,244 ; p<0,001 R²=0,296

SJS için yıllık daralma bağımlı değişken, diğer değişkenlerin ise bağımsız değişken olarak alındığı regresyon modeli anlamlı bulunmuştur (F=10,244; p<0,001). Bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişkendeki değişimi açıklama oranı %29,2 olarak hesaplanmıştır (R²=0,296). Modeldeki parametrelerin anlamlılık düzeyleri incelendiğinde; VKİ, hasta grupları, füzyon uygulanan seviye sayısı ve ameliyat sonrası PT ölçümlerinin SJS yıllık daralma oranını anlamlı derecede etkilediği görülmüştür. VKİ ölçümünün SJS yıllık daralma oranını pozitif yönde etkilediği, diğer ölçümlerin ise negatif yönde etkilediği tespit edilmiştir. (Tablo 9) (Grafik 17)

Tablo 10: sMJS yıllık daralma oranının bağımlı değişken, diğer değişkenlerin ise bağımsız değişken olarak alındığı regresyon modeli

Model	Standart Olmayan		Standart	<i>t</i>	<i>p</i>
	Katsayılar		Katsayılar		
	B	Std. Error	Beta		
(Sabit)	29,199	39,651		0,736	0,462
Yaş	-0,146	0,169	-0,041	-0,863	0,389
Cinsiyet (Kadın)	1,196	3,258	0,018	0,367	0,714
VKI	0,719	1,034	0,033	0,695	0,487
Taraf (Sağ)	-3,62	2,57	-0,064	-1,409	0,16
Ameliyat	1,132	1,645	0,034	0,688	0,492
Hasta grupları	-16,015	3,036	-0,438	-5,276	<0,001
Füzyon uygulanan seviye sayısı	-0,601	0,579	-0,089	-1,038	0,3
Lumbosakral füzyon	-1,82	3,451	-0,027	-0,527	0,598
CEA	-0,417	0,23	-0,113	-1,816	0,07
SA	-0,701	0,388	-0,114	-1,806	0,072
Ameliyat sonrası SS	0,838	0,352	0,321	2,377	0,018
Ameliyat sonrası PT	0,423	0,369	0,159	1,144	0,253
Ameliyat sonrası PI	-0,672	0,344	-0,312	-1,951	0,052
Ameliyat sonrası PI-LL	0,166	0,123	0,088	1,352	0,177

sMJS yıllık daralma oranı (y),
F=9,945 ; p<0,001 R²=0,290

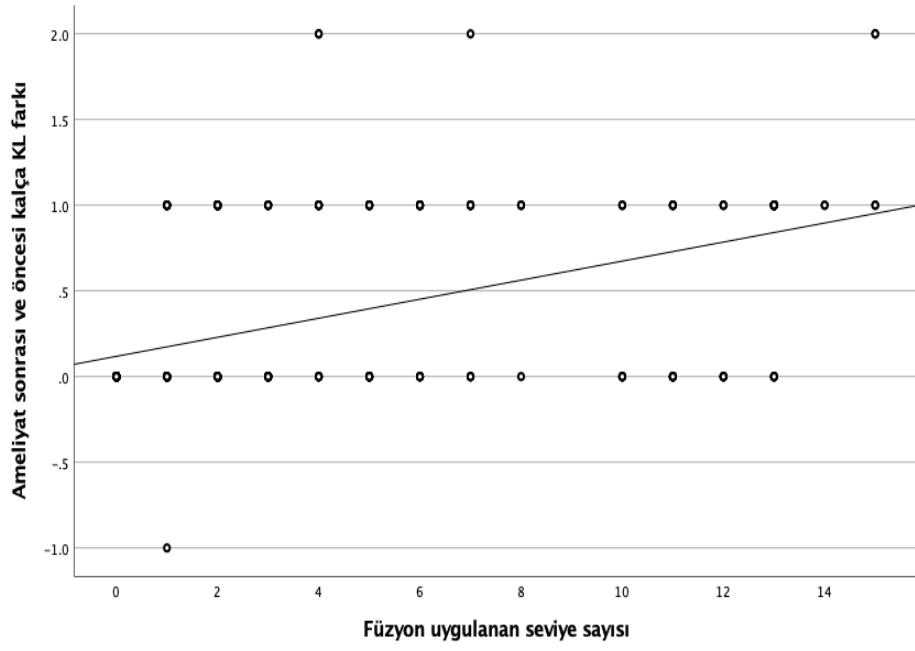
sMJS yıllık daralma oranının bağımlı değişken, diğer değişkenlerin ise bağımsız değişken olarak alındığı regresyon modeli anlamlı bulunmuştur (F=9,945; p<0,001). Bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişkendeki değişimi açıklama oranı %29 olarak hesaplanmıştır (R²=0,290). Modeldeki parametrelerin anlamlılık düzeyi incelendiğinde; hasta grupları ve ameliyat sonrası SS ölçümlerinin anlamlı olduğu, hasta gruplarının sMJS yıllık daralma oranını negatif yönde, ameliyat sonrası SS ölçümünün ise pozitif yönde etkilediği tespit edilmiştir. (Tablo 10) (Grafik 18)

Tablo 11: sSJS yıllık daralma oranının bağımlı değişken, diğer değişkenlerin bağımsız değişken olarak alındığı regresyon modeli

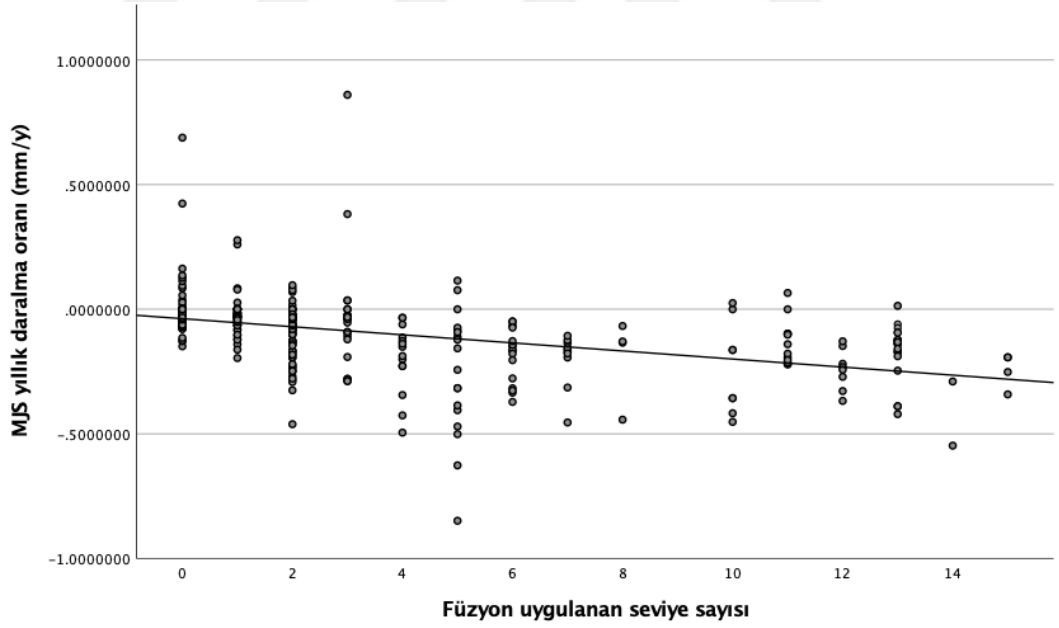
Model	Standart Olmayan		Standart	<i>t</i>	<i>p</i>
	Katsayılar		Katsayılar		
	B	Std. Error	Beta		
(Sabit)	19,563	32,633		0,599	0,549
Yaş	0,083	0,139	0,027	0,595	0,552
Cinsiyet (Kadın)	2,815	2,682	0,049	1,05	0,295
VKİ	1,354	0,851	0,073	1,59	0,113
Taraf (Sağ)	-3,97	2,115	-0,083	-1,877	0,061
Ameliyat	0,454	1,354	0,016	0,335	0,738
Hasta grupları	-9,369	2,498	-0,3	-3,75	<0,001
Füzyon uygulanan seviye sayısı	-1,565	0,477	-0,27	-3,282	0,001
Lumbosakral füzyon	-2,066	2,84	-0,036	-0,728	0,467
CEA	-0,574	0,189	-0,182	-3,035	0,003
SA	-1,183	0,319	-0,225	-3,702	<0,001
Ameliyat sonrası SS	0,173	0,29	0,078	0,597	0,551
Ameliyat sonrası PT	-0,158	0,304	-0,069	-0,518	0,605
Ameliyat sonrası PI	-0,096	0,283	-0,052	-0,34	0,734
Ameliyat sonrası PI-LL	0,199	0,101	0,124	1,975	0,049

sSJS yıllık daralma oranı (y),
F=12,588 ; p<0,001 R²=0,341

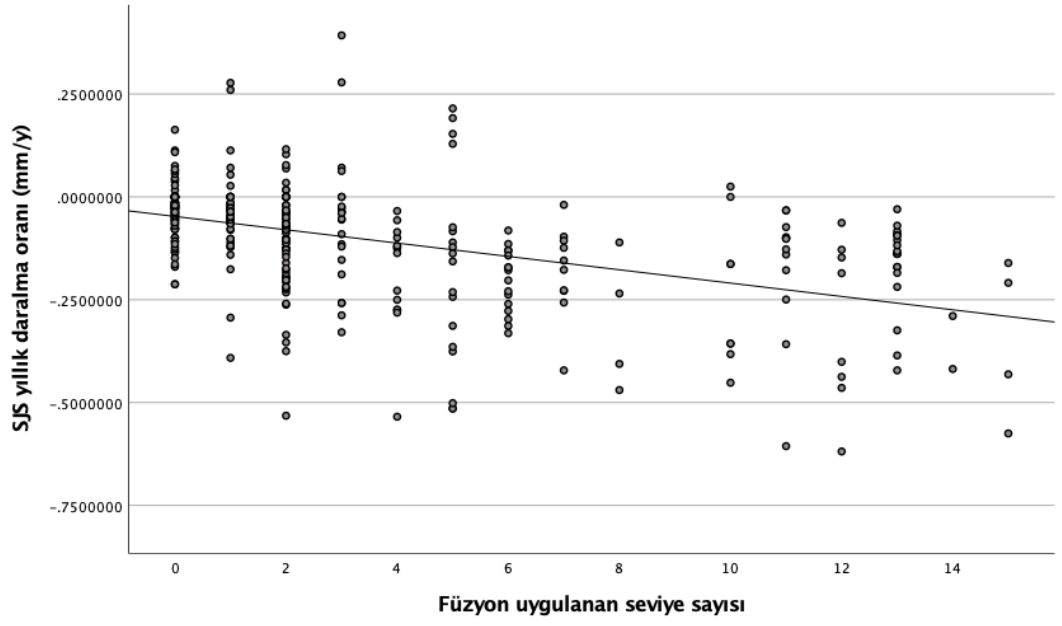
Benzer şekilde, sSJS yıllık daralma oranının bağımlı değişken, diğer değişkenlerin bağımsız değişken olarak alındığı regresyon modeli de anlamlı bulunmuştur (F=9,945; p<0,001). Bu modelde, bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişkendeki değişimi açıklama oranı %29 olarak hesaplanmıştır (R²=0,290). Modelde yer alan parametrelerin anlamlılık düzeyleri incelendiğinde; füzyon uygulanan seviye sayısı, hasta grupları, CEA ve SA ölçümlerinin sSJS yıllık daralma oranını negatif yönde, ameliyat sonrası PI-LL ölçümünün ise pozitif yönde etkilediği tespit edilmiştir. (Tablo 11) (Grafik 19)



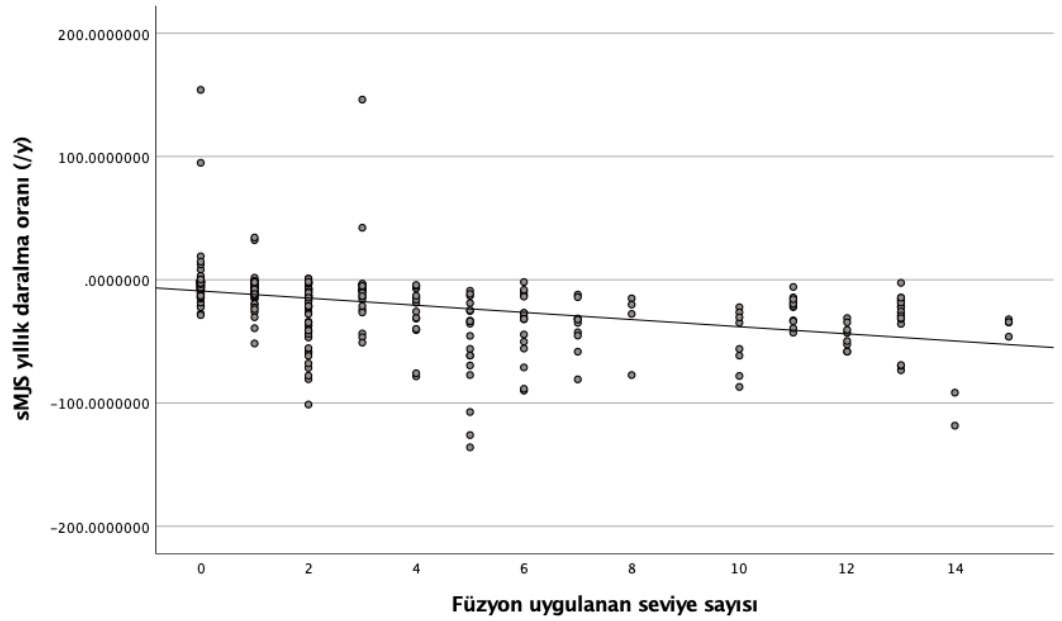
Grafik 15: Füzyon uygulanan seviye sayısı ile ameliyat sonrası ve öncesi kalça Kellgren-Lawrence (KL) farkı arasındaki ilişkiyi gösteren dağılım grafiği



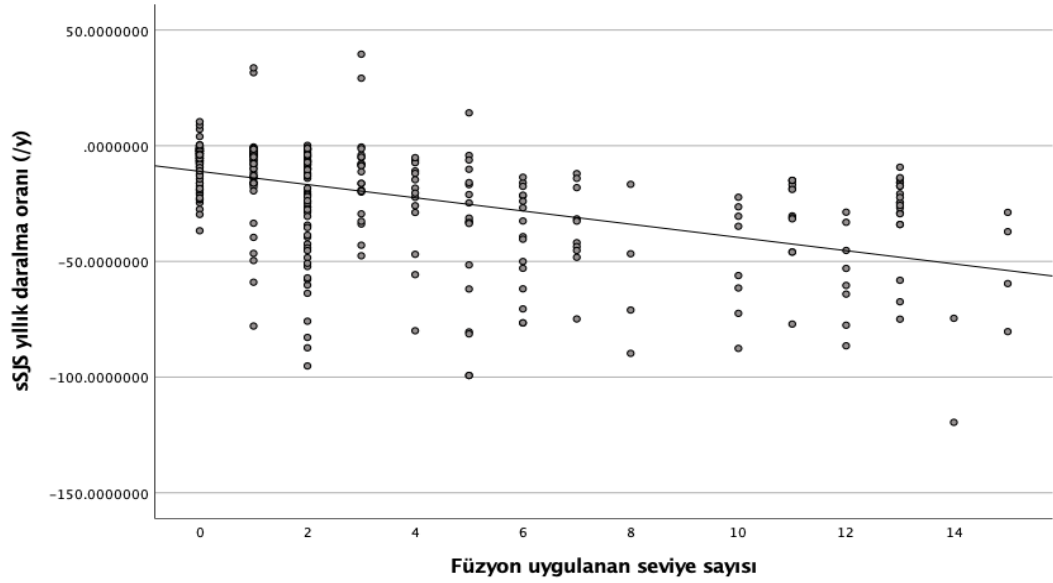
Grafik 16: Füzyon uygulanan seviye sayısı ile MJS yıllık daralma oranı arasındaki ilişkiyi gösteren dağılım grafiği



Grafik 17: Füzyon uygulanan seviye sayısı ile SJS yıllık daralma oranı arasındaki ilişkiyi gösteren dağılım grafiği



Grafik 18: Füzyon uygulanan seviye sayısı ile sMJS yıllık daralma oranı arasındaki ilişkiyi gösteren dağılım grafiği

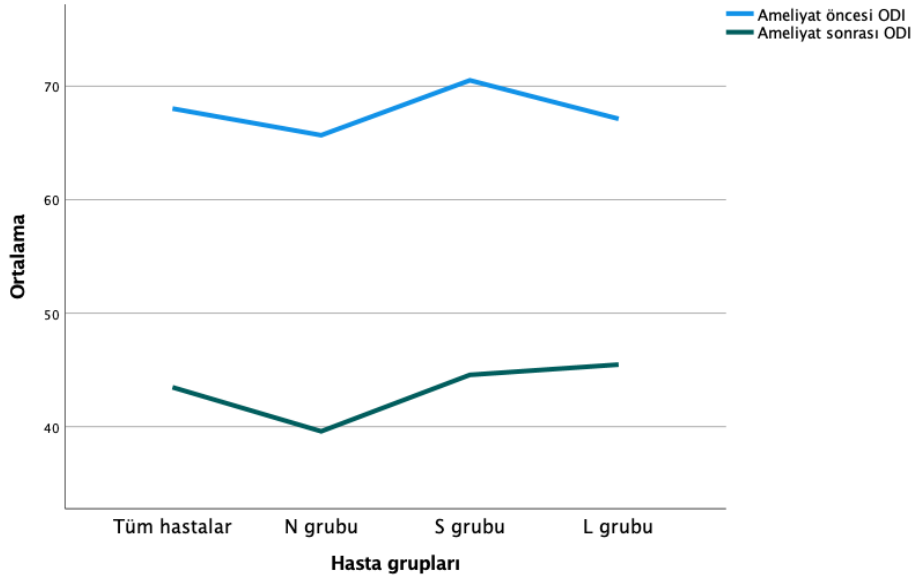


Grafik 19: Füzyon uygulanan seviye sayısı ile sSJS yıllık daralma oranı arasındaki ilişkiyi gösteren dağılım grafiği

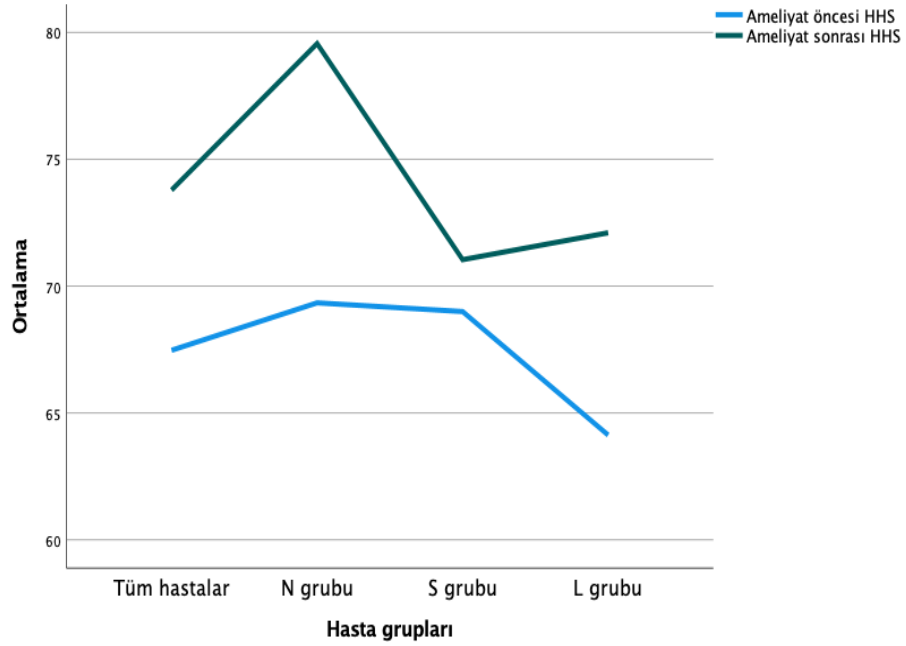
Hastaların fonksiyonel değerlendirmelerinde, ameliyat öncesi ve sonrası değerler arasındaki farka bakıldığında, ODI değerlendirmelerinde tüm gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur ($p < 0,001$). HHS değerlendirmelerinde ise, tüm hastalar değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilirken, gruplar ayrı ayrı incelendiğinde sadece N grubunda istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. ($p = 0,008$, $p = 0,006$) (Tablo 12)

Tablo 12: Hasta gruplarına göre ameliyat sonrası ve öncesi ODI, HHS değerleri arasındaki fark, n_4 : fonksiyonel değerlendirme yapılan hasta sayısı

		Ameliyat öncesi	Ameliyat sonrası	p
N grubu (füzyon yok) ($n_4=32$)	ODI	65,5 ± 22,2	39,5 ± 41,7	<0,001
	HHS	69,3 ± 18,7	79,5 ± 25,1	0,006
S grubu (≤3 seviye) ($n_4=44$)	ODI	70,5 ± 20,3	44,5 ± 27,3	<0,001
	HHS	69 ± 22,2	71 ± 21,7	0,565
L grubu (≥4 seviye) ($n_4=38$)	ODI	67,1 ± 23,9	45,4 ± 37	<0,001
	HHS	64,1 ± 27,3	72,1 ± 30,8	0.101
Total ($n_4=114$)	ODI	68 ± 22	43,4 ± 34,9	<0,001
	HHS	67,4 ± 23,1	73,7 ± 26	0,008



Grafik 20: Hasta gruplarına göre ameliyat öncesi ve sonrası Oswestry Disability Index (ODI) skorlarının ortalamalarını gösteren grafik



Grafik 21: Hasta gruplarına göre ameliyat öncesi ve sonrası Harris Hip Score (HHS) ortalamalarını gösteren grafik

Hastaların ameliyat öncesi ve sonrası fonksiyonel parametreler gruplara göre değerlendirildiğinde, ameliyat öncesi ve sonrası ODI ve HHS değerleri gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. ($p>0,05$) (Tablo 13) (Grafik 20,21)

Tablo 13: Hasta gruplarına göre ameliyat sonrası ve öncesi ODI, HHS değerleri, n₄ : fonksiyonel değerlendirme yapılan hasta sayısı

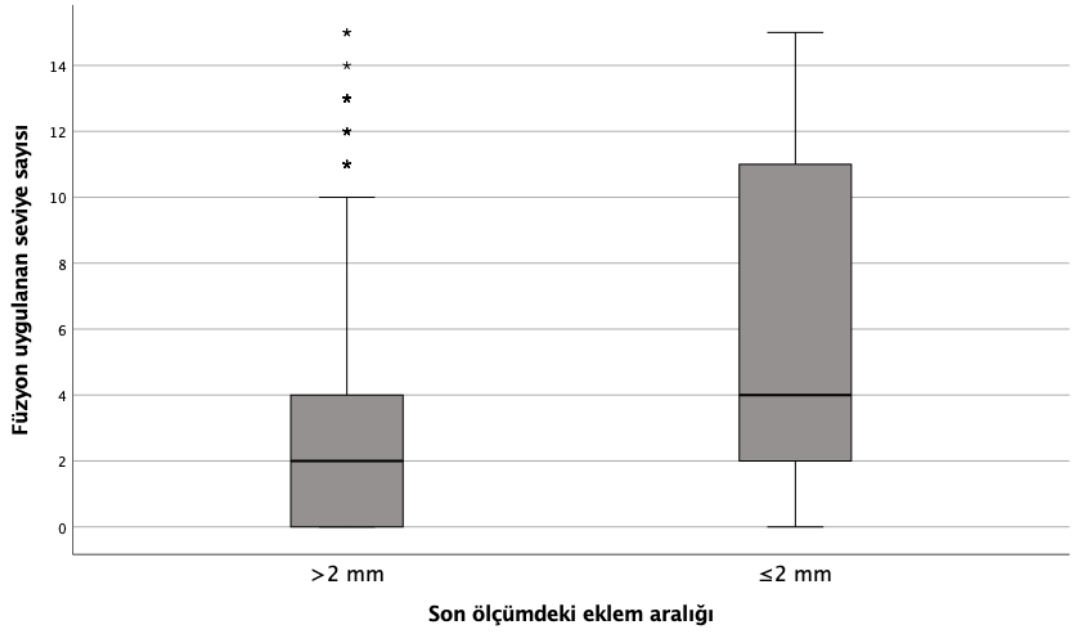
	N grubu (füzyon yok) (n ₄ =32)	S grubu (≤3 seviye) (n ₄ =44)	L grubu (≥4 seviye) (n ₄ =38)	Total (n ₄ =114)	p değeri
Ameliyat öncesi					
ODI	65,5 ±22,2	70,5 ± 20,3	67,1 ± 23,9	68 ± 22	0,603
HHS	69,3 ± 18,7	69 ± 22,2	64,1 ± 27,3	67,4 ± 23,1	0,741
Ameliyat sonrası					
ODI	39,5 ±41,7	44,5 ± 27,3	45,4 ± 37	43,4 ± 34,9	0,711
HHS	79,5 ± 25,1	71 ± 21,7	72,1 ± 30,8	73,7 ± 26	0,332

Ameliyat sonrası MJS değerinin ≤ 2 mm ve >2 mm olarak kategorik değişkenlere ayrılarak bağımlı değişken olarak alındığı ve diğer tüm değişkenlerin ise bağımsız değişken olarak alınarak test edildiği lojistik regresyon modelinde füzyon uygulanan seviye sayısı ve CEA anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). Tüm bağımsız değişkenlerin modele dahil edildiği ve her bir faktörün diğerlerinden bağımsız etkisinin test edildiği çok değişkenli lojistik regresyon analizi anlamlı bulunmuştur ($\chi^2 = 9,945$; $p<0,001$). Bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişken üzerindeki varyansı açıklama oranı %18 olarak hesaplanmıştır ($R^2=0,186$). Anlamlı olmayan değişkenlerin adım adım çıkarılması ile geriye doğru eleme yöntemi ile kullanılarak nihai sonuçlar elde edilmiştir. (Tablo 14)

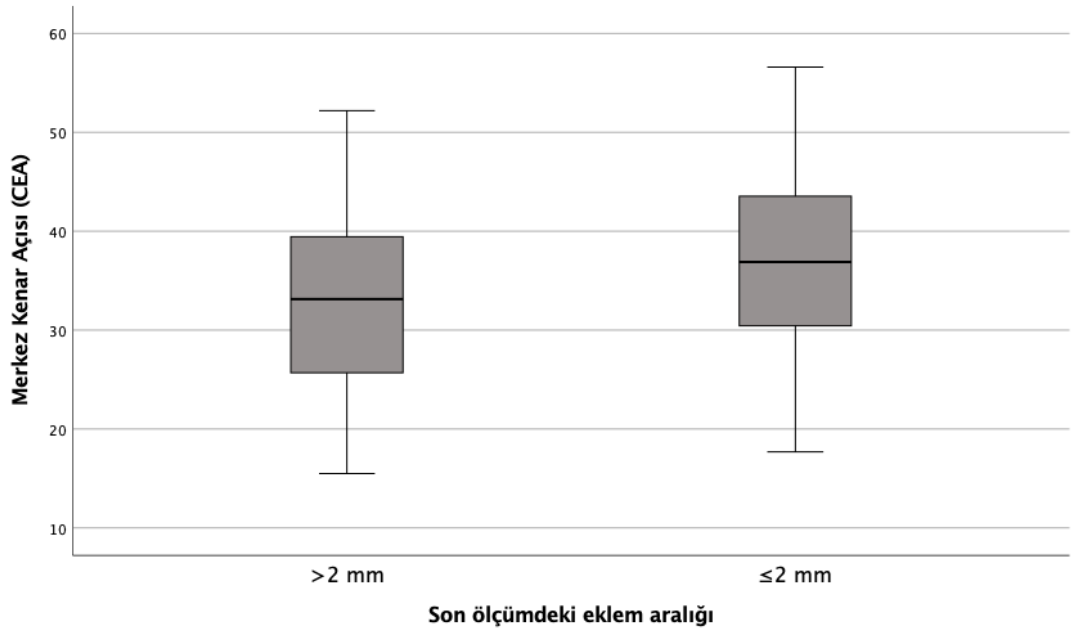
Tablo 14: Ameliyat sonrası MJS değerinin kategorik değişikliklere ayrılarak bağımlı değişken olarak alındığı ve diğer tüm değişkenlerin ise bağımsız değişken olarak alınarak test edildiği lojistik regresyon modeli

Model		Univariate analysis			Multivariate analysis		
		OR	CI 95%	p	OR	CI 95%	p
	Yaş	0,984	(0,952-1,018)	0,355			
	Cinsiyet (Kadın)	1,147	(0,599-2,194)	0,679			
	VKİ	1,047	(0,854-1,282)	0,659			
	Taraf (Sol)	1	(0,589-1,696)	1			
Ameliyat sonrası	Füzyon						
MJS;	uygulanan seviye	1,161	(1,095-1,230)	<0,001	1,191	(1,118-1,268)	<0,001
(>2 mm:0, ≤2 mm:1)	sayısı						
$\chi^2 = 43.804; p < 0.001$	Lumbosakral füzyon	0,762	(0,415-1,399)	0,381			
<i>Nagelkerke R²=0,186</i>	CEA	1,056	(1,024-1,089)	<0,001	1,073	(1,037-1,109)	<0,001
<i>Percentage Correct (>2mm) = %96,9</i>	SA	0,973	(0,918-1,031)	0,348			
<i>Percentage Correct (≤2mm) = %11,8</i>	Ameliyat sonrası LL	0,987	(0,970-1,003)	0,118			
<i>Percentage Correct (overall) = %80,6</i>	Ameliyat sonrası SS	0,998	(0,974-1,023)	0,892			
	Ameliyat sonrası PT	1,014	(0,989-1,039)	0,27			
	Ameliyat sonrası PI	1,004	(0,984-1,024)	0,715			
	Ameliyat sonrası PI-LL	1,017	(1,000-1,035)	0,051			

Füzyon uygulanan seviye sayısı ve CEA, ameliyat sonrası MJS değerinin ≤2 mm olma olasılığını artıran en önemli faktörler olarak belirlenmiştir. Füzyon seviyesindeki her bir artış, bu olasılığı %16 ile 19 oranında artırırken, CEA ölçümündeki her bir artış olasılığı %5,6 ile %7,3 oranında artırmaktadır. Her iki değişken de modelde bağımlı değişken üzerinde anlamlı bir etkiye sahiptir.



Grafik 22: Son ölçümdeki eklem aralığına göre füzyon uygulanan seviye sayısını gösteren kutu grafiği



Grafik 23: Son ölçümdeki eklem aralığına göre CEA (Merkez Kenar Açısı) değerlerini gösteren grafik

5. TARTIŞMA

Bu çalışmanın en önemli bulgusu, ameliyat öncesi ve sonrası KL farkı ile MJS ve SJS için yıllık daralma oranları ve standardize (sMJS, sSJS) yıllık daralma oranları açısından hasta grupları (N, S ve L grupları) arasında istatistiksel olarak anlamlı farkların bulunmasıdır. Bu anlamlı farklılığın, füzyon uygulanan seviye sayısının artmasının kalça eklemde daralmanın artışıyla doğru orantılı olduğu bulunmuştur. Çalışma, spinal füzyon uygulanan seviye sayısına göre MJS ve SJS yıllık daralma oranları ve standardize ölçümlerini değerlendirip, diz eklemi daralması üzerindeki etkilerini inceleyen ve aynı zamanda fonksiyonel değerlendirme yaparak osteoartrit riskini analiz eden ilk çalışma olma özelliğini taşımaktadır.

Lomber spinal füzyonun birçok omurga patolojisinde stabilite sağlama, ağrıyı azaltma ve nörolojik fonksiyonları koruma amacıyla yaygın olarak tercih edilen başarılı bir cerrahi yöntem olduğu bilinmektedir. Ancak bu prosedür, omurganın doğal hareket kabiliyetini sınırlayarak alt ekstremitelerle olan dengeyi bozabilir ve komşu segmentlerde stres konsantrasyonunun artmasına neden olabilir. Bu durum komşu segment hastalığı olarak bilinir ve sıklıkla sakroiliak eklemden dejeneratif değişiklikler, spinopelvik dengesizlik ve pelvisin uzaysal konumunda yeniden hizalanma gibi sorunlara yol açabilir (73,74). Pelvis hareketliliğinde azalma ve retroversiyonun bir sonucu olarak; kalça ekstansiyonu, diz fleksiyonu ve ayak bileği dorsifleksiyonuyla ilişkili eklem kuvvetlerinde potansiyel bir artış meydana gelebilir (75,76). Omurganın alt ekstremitelerle olan bu ilişkisi, literatürde kalça-omurga sendromu ve diz-omurga sendromunun bir parçası olarak tanımlanmıştır (75,77).

Spinal füzyon uygulanan hastalarda, füzyon uygulanan seviye sayısı arttıkça komşu segmentlerde dejenerasyon riski de artmaktadır (78,79). Çeşitli araştırmalar, füzyon yapılan seviye sayısı ile komşu segment hastalığı arasında doğrudan bir ilişki olduğunu göstermiştir (78,79). Ayrıca, spinal füzyon uygulanan hastaların %75'inde sakroiliak eklem dejenerasyonu bildirilmiş ve bu oranın S1 vertebraya füzyon uygulandığında daha yüksek olduğu saptanmıştır (80). Üç veya daha fazla seviyede spinal füzyon yapılan hastalarda sakroiliak eklem ağrısının daha yaygın olduğu gözlemlenmiştir (81,82). Spinal füzyonun kalça eklemi üzerindeki etkileri de incelenmiş olup, skolyoz hastalarında yapılan bir çalışmada ameliyat sonrası kalça

ağrısı yaşayan hastalarda kalça ekleminin anatomik yapısında değişiklikler olduğu belirlenmiştir (73).

Büyük bir hasta popülasyonu üzerinde yapılan bir çalışmada, spinal füzyon uygulanan hastaların yaklaşık %2,77'sinde daha sonra koksartroz nedeniyle total kalça artroplastisi (TKA) yapılması gerekmiştir. Özellikle 7'den fazla seviyede spinal füzyon yapılan kadın hastalarda bu riskin olasılığı, 10 yıllık takipte %14'e kadar çıktığı bildirilmiştir (12). Benzer bir şekilde, çalışmamızda da uzun seviye spinal füzyon uygulanan hastalarda ameliyat öncesi ve sonrası KL farkının belirgin bir şekilde arttığı ve ameliyat sonrası MJS ölçümünün 2 mm ve altında olma olasılığının yükseldiği gösterilmiştir. Bu bulgu, uzun seviye spinal füzyon uygulanan hastalarda kalça eklemindeki dejeneratif sürecin hızlandırarak daha büyük bir KL farkına ve minimum eklem aralığında daralmaya neden olduğu, dolayısıyla osteoartrit riskinde artışa yol açtığını ortaya koymaktadır.

Uzun seviye spinal füzyon uygulanan hastalarda kalça ekleminde daralma oranı daha yüksek bulunmuştur (14,68,83). Kawai ve ark. çalışmasında (14), eklem aralığının daralma oranı ameliyat öncesi ve sonrası eklemdaki en dar noktadan yapılan ölçümlerin takip süresine bölünmesi (MJS yıllık daralma oranı (mm/y)) olarak tanımlanmış ve spinal füzyon uygulanan seviye sayısına göre (1 seviye, 2-3 seviye, 4-6 seviye, 7-13 seviye) analiz edilmiştir. Çalışmamızda da benzer bulgular elde edilmiş olup, L grubunda S grubuna göre MJS ölçümlerinde daha fazla oranda daralma tespit edilmiştir.

Ukai ve ark. (83), spinal füzyon uygulanmayan hastalar ile kısa ve uzun seviye spinal füzyon uygulanan hastalar arasında MJS yıllık daralma oranını karşılaştıran bir çalışma olmamasından yola çıkarak yaptıkları analizde, füzyon uygulanmayan ile kısa seviye füzyon uygulanan gruplar arasında anlamlı bir fark tespit edememişlerdir. Bu sonuçlara göre, kısa seviye spinal füzyonun (≤ 3 seviye), en azından kısa bir takip süresi sonrasında kalçanın eklem aralığı daralmasını hızlandırmadığını belirtmişlerdir (83). Ancak bizim çalışmamızda, L grubunda N ve S gruplarına göre MJS yıllık daralma oranını göre daha fazla daraldığı tespit edildi, ayrıca N ve S grupları arasında da istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir. Bu farklılık, özellikle N grubunda %40,4 daha uzun takip süresine sahip olunması ve tüm gruplarda takip sürelerimizin daha uzun olmasından kaynaklanmış olabilir.

Literatürde, kalça eklem aralığında superior eklem aralığında yapılan ölçümlerin MJS ölçümlerine göre daha duyarlı olduğunu ve koksartroz ilerlemesinde daha yüksek bir hassasiyet sağladığı belirtilmiştir (65,84–86). Bu nedenle çalışmamız, MJS yıllık daralma oranı ile SJS yıllık daralma oranını incelenmesi ile literatürdeki diğer araştırmalardan ayrılmaktadır. N, S ve L grupları arasında karşılaştırıldığında, L grubunda N ve S gruplarına göre, N grubunda ise S grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı farklar tespit edilmiştir. Füzyon uygulanan seviye sayısı arttıkça SJS yıllık daralma oranında daha fazla daralma görülmüştür.

Eklem boşluğu genişliğindeki değişiklik, radyografinin büyütmesini kalibre etmek ve vücut boyutunun etkilerinin standardize etmek amacıyla, Kawai ve ark. (68) tarafından eklem boşluğu genişliğinin femur başı boyutuna oranındaki azalma olarak tanımlanmıştır. MJS ve SJS yıllık daralma oranlarının standardizasyonu için kullanılan bu yöntemle yapılan hesaplamalar (formül 2 ve 4; sMJS ve sSJS), L grubunda N ve S gruplarına göre, N grubunda ise S grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı farkların bulunduğunu gösterilmiştir. Füzyon uygulanan seviye sayısı arttıkça, sSJS ve sMJS yıllık daralma oranlarında daha belirgin bir artış tespit edilmiştir.

Kalça eklem aralığının 2 mm veya daha az olmasının osteoartrite ilerleme ile ilişkili olduğu belirtilmiştir (69–71). Ayrıca, bu durumun 3 yıl içinde kalça artroplastisini öngördüğü ve riskin 12 kat daha yüksek olduğu ifade edilmiştir (87). Çalışmamızda, spinal füzyon sonrası kalça eklem aralığı 2 mm veya daha az olan hastalarda osteoartrit riskinin yüksek olduğu bilgisine dayanarak, bu riskin füzyon uygulanan seviye sayısı ile ilişkisi araştırılmıştır. Ameliyat sonrası kalça eklem aralığına göre değerlendirilen osteoartrit riski, füzyon uygulanan seviye sayısındaki her bir artışta %16-19 oranında ve CEA ölçümündeki her bir artışta ise %5,6-7,3 oranında yükseldiği görülmüştür. Bu bulgu, diğer ölçümlerimizle uyumlu olup, füzyon uygulanan seviye sayısındaki artışın kalça ekleminde osteoartrit riskini artırdığına dair başka bir destekleyici kanıt sunmaktadır.

Diz ekleminde ağrı ile spinopelvik denge arasındaki ilişki literatürde incelenmiş ve bu kapsamda diz-omurga sendromu tanımlanmıştır (88,89). Ayrıca, pelvik retroversiyonun kalçada ekstansiyon ve dizde fleksiyon ile varus dizilim bozukluğuna yol açarak diz osteoartritinin radyografik şiddetiyle güçlü bir ilişki gösterdiği rapor edilmiştir (90). Çalışmamızda, ameliyat öncesi ve sonrası KL farkı ile KMJS yıllık

daralma oranlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Spinopelvik dengenin diz osteoartritinde etkisi gösterilmiş olsa da füzyon uygulanan seviye sayısının diz ekleminde osteoartrit gelişimine olan etkisi farklı bir şekilde değişmiyor olabilir.

Spinopelvik parametrelerin kalça osteoartritine etkisini araştıran sınırlı sayıda çalışma bulunmakta olup, bu konuda literatürde net bir görüş birliği sağlanamamıştır. Bazı çalışmalarda, spinopelvik parametrelerin kalça osteoartriti gelişimi üzerinde bir etkisi olmadığı rapor edilmiştir (91,92). Buna karşılık, bazı araştırmalar yüksek PI'ın kalça osteoartriti gelişimi ile ilişkili olduğunu göstermiştir (9,68,93). Başka bir çalışmada ise, yüksek PI ve PT değerleri ile düşük LL ve SS değerlerinin kalça osteoartritin gelişiminde rol oynayabileceği belirtilmiştir (94). Ayrıca, düşük SS değerlerinin, kalça osteoartriti hastalarında daha sık görüldüğü ve femur başı dejenerasyonu ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (95).

Çalışmamızda ameliyat öncesi ve sonrası spinopelvik parametre ölçümlerinde, ameliyat sonrası PT ölçümü hariç gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir. Ameliyat öncesi ve sonrası spinopelvik parametrelerdeki farklara bakıldığında, L grubunda PI haricindeki tüm parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur. Bu bulgular, spinal füzyon cerrahisinin etkisiyle değişen spinopelvik parametrelerin kalça osteoartriti üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi gerektiğini göstermekte olduğundan ameliyat sonrası değerlerin etkisi dikkate alınmıştır.

Ameliyat sonrası spinopelvik parametreler değerlendirildiğinde, LL ve SS değerleri en yüksek S grubunda, en düşük ise L grubunda tespit edilmiştir. PT ise literatürle paralel olarak N grubunda en düşük, L grubunda en yüksek bulunmuş, ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildi. PI en yüksek S grubunda, en düşük ise N grubunda tespit edildi. PI-LL değeri ise L grubunda en yüksek olarak saptanmıştır. Gruplar arasında spinopelvik parametrelerde tespit edilen bu farklılıklar, literatürde belirtilen kalça osteoartritine olan etkileri ile tam olarak uyumlu değildi. Ancak literatürle uyumlu olarak yüksek PT değerinin SJS yıllık daralma oranına göre daha fazla daralmaya neden olduğu, yüksek SS değerinin ise sMJS yıllık daralma oranına göre daha az daralmaya neden olduğu görülmüştür. Ayrıca, ameliyat sonrası spinopelvik parametreler, ameliyat öncesi deformitenin şiddeti ve spinal cerrahi

sırasında cerraha göre değişim gösterdiğinden, net bir sonuç belirtmek mümkün olmamaktadır.

Kalça osteoartritine etki edebilecek bağımsız faktörler birçok çalışmada değerlendirilmiştir. Kalça osteoartritinin 50-60 yaşlar arasında başladığı ve yaş artışıyla birlikte kalça dejeneratif değişikliklerin arttığı, ancak sekonder nedenlere bağlı olarak daha da erken gelişebileceği belirtilmiştir (96–98). Oluşturulan çoklu regresyon modellerinde değerlendirilen bağımlı parametreler arasında, sadece ameliyat sonrası ve öncesi kalça KL farkına pozitif yönde etkilediği, ancak diğer parametrelere etkisi olmadığı tespit edildi.

Cinsiyetin kalça osteoartritine etkisi konusunda net bir fikir birliği bulunmamaktadır. Birçok çalışma, kadınlarda kalça osteoartriti riskinin daha fazla olduğunu gösterirken, bazı çalışmalar erkeklerde riskin daha yüksek olduğunu belirtmiştir (99–102). Çalışmamızda kadın cinsiyet çoğunlukta idi, ancak cinsiyet ile kalça osteoartriti arasında ilişki bulunamamıştır.

VKİ ile kalça osteoartriti arasında pozitif bir ilişki olduğu bildirilmiştir (103–105). Çalışmamızda, VKİ sadece SJS yıllık daralma oranı ile pozitif yönde ilişkili bulunmuştur. Ancak, hastaların VKİ ortalamaları nispeten yüksek olmadığından ve gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadığından, bu bulgu için net bir sonuç elde etmek mümkün olmamıştır.

Düşük CEA ile yüksek SA değerlerinin kalça osteoartriti gelişme riski ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (106–108). Çalışmamızda, literatürle uyumlu bir şekilde yüksek SA değerinin ameliyat sonrası ve öncesi kalça KL farkını arttırdığı ve sSJS yıllık daralma oranında daha fazla daralmaya neden olduğu görülmüştür. Ancak, yüksek CEA değerinin sSJS yıllık daralma oranında daha fazla daralmaya yol açması literatürle uyumlu değildi. Kalça displazisi mevcut olan hastaların ($CEA < 15^\circ$) çalışmadan çıkarılmış olması nedeniyle izole sonuçlar elde etmek mümkün değildir.

Lumbosakral füzyonun, füzyon yapılan segmentlerin sayısından bağımsız olarak sakroiliak eklem dejenerasyonuna yol açabileceği ve bu durumun yük dağılımını etkileyerek koksartroz riskini arttırabileceği belirtilmiştir (109). Bu ilişkiyi inceleyen diğer çalışmalar da uzun lumbosakral füzyonun kalça osteoartritine etkisi olduğu ve uzun seviye füzyon uygulanan hastalarda daha yüksek oranda eklem daralma oranı bildirilmiştir (14,110). Çalışmamızda, lumbosakral füzyonun ameliyat sonrası ve

öncesi kalça KL farkını arttırdığı görülmüş, ancak eklem daralma oranı ile anlamlı bir ilişki tespit edilmemiştir. Lumbosakral füzyon uygulanma oranı hasta gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermiş olup, S grubunda daha yüksek oranda bulunmuştur. S grubunda spinal stenoz için en fazla ameliyat endikasyonunun, çoğunlukla L5-S1 vertebra arası patolojilerle ilişkili olan spondilolistezis ve dejeneratif disk hastalığı olarak tespit edilmesi bu farklılığı açıklayabilir. Ayrıca, bu durumun doğal sonucu olarak lumbosakral füzyonun izole etkisini analiz etmek zorlaşmış ve eklem aralığı daralmasına olan etkisini net bir şekilde ortaya koymak mümkün olmamıştır.

Spinal füzyon uygulanan hastalarda ameliyat sonrası omurganın ve alt ekstremitte fonksiyonlarında iyileşme sağlayabildiği çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir (111–113). Benzer şekilde, çalışmamızda da gruplardan bağımsız olarak hastaların ameliyat sonrasında öncesine göre ODI ve HHS değerlendirilmelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir iyileşme tespit edilmiştir. Tüm grupların ODI değerlendirmeleri, ameliyat sonrasında öncesine göre daha iyi bulunmuştur. Ancak HHS değerlendirmelerinde, sadece füzyon uygulanmayan grupta anlamlı bir değişiklik saptanmıştır. Fonksiyonel değerlendirmelerde gruplar arasında istatistiksel anlamlı bir fark bulunmamıştır. ODI değerlendirmelerindeki iyileşme, ameliyat sonrası beklentilerimiz ile uyumlu olup, HHS değerlendirmelerindeki iyileşme farklılıkları ise hastaların alt ekstremitte şikayetlerinin spinal patolojilerden kaynaklanıp kaynaklanmadığını ayırt edememelerinden kaynaklanıyor olabilir.

Kalça osteoartritine etki edebilecek birçok bağımsız faktör hasta gruplarında farklı dağılım göstermekteydi. Ancak, çalışmamızda nispeten uzun takip süresine sahip olunması sayesinde ameliyat sonrası ve öncesi kalça KL farkını değerlendirebilmiş olmamız ve eklem daralmasını hem MJS hem de SJS ile değerlendirip ayrıca standardizasyonun sağlanabilmemiz, birçok potansiyel kafa karıştırıcı faktörün dışlandığını düşündürmektedir. Kalça osteoartritine etki eden faktörlerin çoklu regresyon analizleri ile değerlendirilmesi sonucunda, en önemli faktörün füzyon uygulanan seviye sayısı ve buna göre oluşturulan hasta grupları olması da bu düşüncemizi desteklemektedir.

Bu çalışmanın çeşitli sınırlamaları bulunmaktadır. İlk sınırlama, çalışmanın retrospektif tasarımı ve örneklem büyüklüğüdür. Örneklem büyüklüğünü hesapladık ve

yeterli sayıda veriyi analiz ettik. Ancak kalça osteoartritine etki eden birçok faktör bulunmakta ve bu faktörlerin birçoğu gruplar arası farklılık göstermekte olup, bu da homojen bir dağılım elde edilememesine yol açmıştır. Buna rağmen, çoklu regresyon analizleriyle bu faktörlerin etkilerini incelemeye çalıştık.

Kalça osteoartriti oluşumu için uzun bir süre gerekmesi, çalışmamızın bir diğer sınırlamasını oluşturmaktadır. Bununla birlikte, nispeten daha uzun takip süreleri elde ederek ve KL farkının yanında eklem aralığı daralmasını değerlendirerek daha doğru sonuçlar elde etmeye çalıştık. Yapılan ölçümlerde, lomber vertebradaki implantları görülebilmesi nedeniyle, kişiye bağımlı olarak sonuçların etkilenme ihtimali bulunsa da sınıf içi güvenilirliğimiz yüksekti.

Diğer sınırlamamız ise, kalça ekleminde kıkırdak kalınlıklarını ve eklem aralığını daha doğru ölçebilen, valide edilmiş cihazlar kullanamamış ve yalnızca mevcut radyografiler üzerinden ölçüm yapmak zorunda kalmamızdır. Çalışmamızda bu sınırlamaların farkında olarak verilerimizi değerlendirdik ve sonuçları bu bağlamda yorumlamaya çalıştık.

6. SONUÇ

Sonuç olarak, bu çalışma, spinal füzyon uygulanmayan gruba kıyasla spinal füzyon uygulandığında ve spinal füzyon uygulanan seviye sayısı artıkça kalça eklem aralığında daralma ve koksartroz riskinin arttığını göstermektedir. Kalçada eklem daralması ve koksartroz riskine etki eden faktörler arasında en etkili olanı, spinal füzyon uygulanan seviye sayısının ne kadar uzun olduğudur. Bununla birlikte, spinal füzyon uygulanan seviye sayısı ile diz ekleminde daralma arasında ise anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Spinal füzyon uygulanan seviye sayısının artması, kalça ekleminde daralmayı ve koksartroz riskini arttırdığından, bu hastaların yakın takip edilmesi gerekmektedir. Cerrahlar, bu riskin farkında olmalı ve hastaların izleminde bu faktörü göz önünde bulundurmalarıdır.

7. KAYNAKLAR

1. Deyo RA, Mirza SK. Trends and variations in the use of spine surgery. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2006;443: 139–146. <https://doi.org/10.1097/01.BLO.0000198726.62514.75>.
2. Cowan JA, Dimick JB, Wainess R, Upchurch GR, Chandler WF, La Marca F. Changes in the utilization of spinal fusion in the United States. *Neurosurgery*. 2006;59(1): 15–18. <https://doi.org/10.1227/01.NEU.0000219836.54861.CD>.
3. Rajaei SS, Bae HW, Kanim LEA, Delamarter RB. Spinal fusion in the United States: analysis of trends from 1998 to 2008. *Spine*. 2012;37(1): 67–76. <https://doi.org/10.1097/BRS.0B013E31820CCCFB>.
4. Jancuska JM, Hutzler L, Protopsaltis TS, Bendo JA, Bosco J. Utilization of Lumbar Spinal Fusion in New York State: Trends and Disparities. *Spine*. 2016;41(19): 1508–1514. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000001567>.
5. Cortesi PA, Assietti R, Cuzzocrea F, Prestamburgo D, Pluderi M, Cozzolino P, et al. Epidemiologic and Economic Burden Attributable to First Spinal Fusion Surgery: Analysis From an Italian Administrative Database. *Spine*. 2017;42(18): 1398–1404. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000002118>.
6. Martin BI, Mirza SK, Spina N, Spiker WR, Lawrence B, Brodke DS. Trends in Lumbar Fusion Procedure Rates and Associated Hospital Costs for Degenerative Spinal Diseases in the United States, 2004 to 2015. *Spine*. 2019;44(5): 369–376. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000002822>.
7. Beschloss A, Dicindio C, Lombardi J, Varthi A, Ozturk A, Lehman R, et al. Marked Increase in Spinal Deformity Surgery Throughout the United States. *Spine*. 2021;46(20): 1402–1408. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000004041>.
8. Offierski CM, Macnab I. Hip-spine syndrome. *Spine*. 1983;8(3): 316–321. <https://doi.org/10.1097/00007632-198304000-00014>.
9. Yoshimoto H, Sato S, Masuda T, Kanno T, Shundo M, Hyakumachi T, et al. Spinopelvic alignment in patients with osteoarthritis of the hip: a radiographic comparison to patients with low back pain. *Spine*. 2005;30(14): 1650–1657. <https://doi.org/10.1097/01.BRS.0000169446.69758.FA>.
10. Okuzu Y, Goto K, Okutani Y, Kuroda Y, Kawai T, Matsuda S. Hip-Spine Syndrome: Acetabular Anteversion Angle Is Associated with Anterior Pelvic Tilt and Lumbar Hyperlordosis in Patients with Acetabular Dysplasia: A Retrospective Study. *JB & JS open access*. 2019;4(1). <https://doi.org/10.2106/JBJS.OA.18.00025>.
11. Ben-Galim P, Ben-Galim T, Rand N, Haim A, Hipp J, Dekel S, et al. Hip-spine syndrome: the effect of total hip replacement surgery on low back pain in severe osteoarthritis of the hip. *Spine*. 2007;32(19): 2099–2102. <https://doi.org/10.1097/BRS.0B013E318145A3C5>.

12. Lum ZC, Klineberg EO, Danielsen B, Giordani M, Meehan JP. Female Sex and Longer Fusion Constructs Significantly Increase the Risk of Total Hip Arthroplasty Following Spinal Fusion. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*. 2019;101(8): 675–681. <https://doi.org/10.2106/JBJS.18.00667>.
13. Farshad M, Furrer PR, Wanivenhaus F, Urbanschitz L, Senteler M. Musculoskeletal biomechanics of patients with or without adjacent segment degeneration after spinal fusion. *BMC musculoskeletal disorders*. 2021;22(1). <https://doi.org/10.1186/S12891-021-04916-Z>.
14. Kawai T, Shimizu T, Goto K, Kuroda Y, Okuzu Y, Fujibayashi S, et al. Number of Levels of Spinal Fusion Associated with the Rate of Joint-Space Narrowing in the Hip. *Journal of Bone and Joint Surgery*. 2021;103(11): 953–960. <https://doi.org/10.2106/JBJS.20.01578>.
15. Obeid I, Hauger O, Aunoble S, Bourghli A, Pellet N, Vital JM. Global analysis of sagittal spinal alignment in major deformities: correlation between lack of lumbar lordosis and flexion of the knee. *European spine journal: official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*. 2011;20 Suppl 5(Suppl 5): 681–685. <https://doi.org/10.1007/S00586-011-1936-X>.
16. Roussouly P, Nnadi C. Sagittal plane deformity: an overview of interpretation and management. *European spine journal: official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*. 2010;19(11): 1824–1836. <https://doi.org/10.1007/S00586-010-1476-9>.
17. Shichman I, Ben-Ari E, Sissman E, Singh V, Hepinstall M, Schwarzkopf R. Total knee arthroplasty in patients with lumbar spinal fusion leads to significant changes in pelvic tilt and sacral slope. *Archives of orthopaedic and trauma surgery*. 2023;143(4): 2103–2110. <https://doi.org/10.1007/S00402-022-04462-W>.
18. Lee SM, Yoon MG, Moon MS, Lee BJ, Lee SR, Seo YH. Effect of correction of the contractured flexed osteoarthritic knee on the sagittal alignment by total replacement. *Asian spine journal*. 2013;7(3): 204–211. <https://doi.org/10.4184/ASJ.2013.7.3.204>.
19. Sanan A, Rengachary SS. The history of spinal biomechanics. *Neurosurgery*. 1996;39(4): 657–669. <https://doi.org/10.1097/00006123-199610000-00001>.
20. Tarpada SP, Morris MT, Burton DA. Spinal fusion surgery: A historical perspective. *Journal of Orthopaedics*. 2017;14(1): 134. <https://doi.org/10.1016/J.JOR.2016.10.029>.
21. Hippocrates, Adams Francis. *The genuine works of Hippocrates*. Baltimore: Williams & Wilkins; 1939.
22. Galen, Rudolph E. Siegel. *Galen on the Affected Parts*. S. Karger; 1976.
23. Borelli, Giovanni Alfonso. *Borelli GA: On the Movement of Animals*. Berlin: Springer-Verlag; 1989.
24. Albee FH. Transplantation of a portion of the tibia into the spine for pott's disease: a preliminary report. *Journal of the American Medical Association*. 1911;LVII(11): 885–886. <https://doi.org/10.1001/JAMA.1911.04260090107012>.

25. Illés T, Bellyei A, Kráncz J, Bárdosi L. The surgical treatment of spinal deformities in the Department of Orthopaedic Surgery, University Medical School of Pécs, Hungary: history and development. *Bull Hosp Jt Dis.* 1999;58(4): 202–205.
26. R Roy-Camille, G Saillant, C Mazel. Internal fixation of the lumbar spine with pedicle screw plating. *Clinical orthopaedics and related research.* 1986;(203): 7–17.
27. Harrington Paul. Treatment of scoliosis. Correction and internal fixation by spine instrumentation. *J Bone Joint Surg Am.* 1962;44(A): 591–610.
28. Christensen FB. Lumbar spinal fusion. Outcome in relation to surgical methods, choice of implant and postoperative rehabilitation. *Acta Orthop Scand Suppl.* 2004;75(343): 2–43. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15559781/>
29. Abraham L. Kierszenbaum. *Histology and cell biology: an introduction to pathology.* 5th ed. 2019.
30. Paulsen Friedrich, Waschke Jens. *Sobotta Atlas of Anatomy.* 17th ed. Munich: Elsevier GmbH, Germany; 2023.
31. Desdicioğlu Kadir, Erdoğan Öztürk Kübra, Çizmeci Gizem, Ali Malas Mehmet. Morphometric Investigation of Anatomic Structures of Vertebrae and Clinical Evaluation: An Anatomical Study. *SDÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi.* 2017;8(1). <https://doi.org/10.22312/sdusbed.224963>.
32. Netter Frank H. *The Netter Collection of Medical Illustrations Musculoskeletal System.* 3rd ed. 2024.
33. Winn H. Richard. *Youmans & Winn Neurological Surgery ..* 8th ed. 2022. <https://www.clinicalkey.com/#!/content/book/3-s2.0-B9780323661928003074?scrollTo=%23top> [Accessed 29th July 2024].
34. Beattie P. Current understanding of lumbar intervertebral disc degeneration: a review with emphasis upon etiology, pathophysiology, and lumbar magnetic resonance imaging findings. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy.* 2008;38(6): 329–340. <https://doi.org/10.2519/JOSPT.2008.2768>.
35. Abraham L. Kierszenbaum. *Histology and cell biology: an introduction to pathology.* 5th ed. 2019.
36. Azar Frederick M., Beaty James H. *Campbell's Operative Orthopaedics.* 14th ed. Elsevier; 2020.
37. Yabe Y, Hagiwara Y, Tsuchiya M, Honda M, Hatori K, Sonofuchi K, et al. Decreased elastic fibers and increased proteoglycans in the ligamentum flavum of patients with lumbar spinal canal stenosis. *Journal of orthopaedic research: official publication of the Orthopaedic Research Society.* 2016;34(7): 1241–1247. <https://doi.org/10.1002/JOR.23130>.
38. MM P. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *Journal of spinal disorders.* 1992;5(4). <https://doi.org/10.1097/00002517-199212000-00001>.

39. Denis F. The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. *Spine*. 1983;8(8): 817–831. <https://doi.org/10.1097/00007632-198311000-00003>.
40. Lewis J, McKibbin B. The treatment of unstable fracture dislocations of the thoraco lumbar spine accompanied by paraplegia. *Journal of Bone and Joint Surgery- Series B*. 1974;56(4): 603–612. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.56b4.603>.
41. Kelly RP, Whitesides TE, the Joseph Whitehead FB. Treatment of lumbodorsal fracture-dislocations. *Annals of Surgery*. 1968;167(5): 705. <https://doi.org/10.1097/00000658-196805000-00009>.
42. Su Q, Li C, Li Y, Zhou Z, Zhang S, Guo S, et al. Analysis and improvement of the three-column spinal theory. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2020;21(1). <https://doi.org/10.1186/S12891-020-03550-5>.
43. Harris IA, Traeger A, Stanford R, Maher CG, Buchbinder R. Lumbar spine fusion: what is the evidence? *Internal medicine journal*. 2018;48(12): 1430–1434. <https://doi.org/10.1111/IMJ.14120>.
44. Fox MW, Onofrio BM. Indications for fusion following decompression for lumbar spinal stenosis. *Neurosurgical focus*. 1997;3(2): E4. <https://doi.org/10.3171/FOC.1997.3.2.5>.
45. Nascia RJ. Rationale for spinal fusion in lumbar spinal stenosis. *Spine*. 1989;14(4): 451–454. <https://doi.org/10.1097/00007632-198904000-00023>.
46. Bozduman Ö, Çıtır ÖC, Gürün E. Evaluation of Functional Capacity and Satisfaction of Patients With Lumbosacral Fusion. *Cureus*. 2023;15(1). <https://doi.org/10.7759/CUREUS.34284>.
47. Lee MJ, Dettori JR, Standaert CJ, Ely CG, Chapman JR. Indication for spinal fusion and the risk of adjacent segment pathology: does reason for fusion affect risk? A systematic review. *Spine*. 2012;37(22 Suppl). <https://doi.org/10.1097/BRS.0B013E31826CA9B1>.
48. Quiceno E, Hussein A, Pico A, Abdulla E, Bauer IL, Nosova K, et al. Indications for Fusion With Intradural Spine Tumor Resection in Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. *World neurosurgery*. 2023;176: 21–30. <https://doi.org/10.1016/J.WNEU.2023.04.041>.
49. Adeolu A, Komolafe E. Outcome of a posterior spinal fusion technique using spinous process wire and vertical strut. *Annals of African medicine*. 2014;13(1): 30–34. <https://doi.org/10.4103/1596-3519.126947>.
50. Chen YM, Jin AM, Zhang H, Zhu LX, Min SX, Zhang L. Indication of fusion for degenerative lumbar spinal stenosis treated by ‘windows technique’ laminoforaminotomy. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi*. 2010;48(1): 31–34. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20302750/>
51. Lee N, Kim KN, Yi S, Ha Y, Shin DA, Yoon DH, et al. Comparison of Outcomes of Anterior, Posterior, and Transforaminal Lumbar Interbody Fusion Surgery at a Single Lumbar Level with Degenerative Spinal Disease. *World neurosurgery*. 2017;101: 216–226. <https://doi.org/10.1016/J.WNEU.2017.01.114>.

52. Mac-Thiong JM, Berthonnaud É, Dimar JR, Betz RR, Labelle H. Sagittal alignment of the spine and pelvis during growth. *Spine*. 2004;29(15): 1642–1647. <https://doi.org/10.1097/01.BRS.0000132312.78469.7B>.
53. Mangione P, Gomez D, Senegas J. Study of the course of the incidence angle during growth. *European spine journal: official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*. 1997;6(3): 163–167. <https://doi.org/10.1007/BF01301430>.
54. Özdemir FE, Şeşen H, Demirkale İ, Öztürk D, Buluş H, Altay M. Does extreme weight loss after bariatric surgery alter spinopelvic parameters and ameliorate back pain? A retrospective case study. *Joint Diseases and Related Surgery*. 2024;35(3): 603–609. <https://doi.org/10.52312/JDRS.2024.1683>.
55. Harada T, Hashizume H, Taniguchi T, Iidaka T, Asai Y, Oka H, et al. Association between acetabular dysplasia and sagittal spino-pelvic alignment in a population-based cohort in Japan. *Scientific Reports 2022 12:1*. 2022;12(1): 1–7. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-16865-1>.
56. Kellgren JH, Lawrence JS. Radiological assessment of osteo-arthritis. *Annals of the rheumatic diseases*. 1957;16(4): 494–502. <https://doi.org/10.1136/ARD.16.4.494>.
57. Morvan G, Mathieu P, Vuillemin V, Guerini H, Bossard P, Zeitoun F, et al. Standardized way for imaging of the sagittal spinal balance. *European spine journal: official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*. 2011;20 Suppl 5(Suppl 5): 602–608. <https://doi.org/10.1007/S00586-011-1927-Y>.
58. Chen RQ, Hosogane N, Watanabe K, Funao H, Okada E, Fujita N, et al. Reliability analysis of spino-pelvic parameters in adult spinal deformity: A comparison of whole spine and pelvic radiographs. *Spine*. 2016;41(4): 320–327. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000001208>.
59. Legaye J, Duval-Beaupère G, Hecquet J, Marty C. Pelvic incidence: a fundamental pelvic parameter for three-dimensional regulation of spinal sagittal curves. *European spine journal: official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*. 1998;7(2): 99–103. <https://doi.org/10.1007/S005860050038>.
60. Chung NS, Jeon CH, Lee HD, Won SH. Measurement of spinopelvic parameters on standing lateral lumbar radiographs: Validity and reliability. *Clinical Spine Surgery*. 2017;30(2): E119–E123. <https://doi.org/10.1097/BSD.0000000000000448>.
61. Wiberg Gunnar. Studies on dysplastic acetabula and congenital subluxation of the hip joint with special reference to the complication of osteoarthritis. *Acta chirurgica Scandinavica*. 1939;58(1): 135.
62. Buckland-Wright C. Radiographic Imaging of Osteoarthritis. *Osteoarthritis*. 1999; 246–268. https://doi.org/10.1007/978-3-642-60026-5_13.
63. Altman RD, Bloch DA, Dougados M, Hochberg M, Lohmander S, Pavelka K, et al. Measurement of structural progression in osteoarthritis of the hip: The Barcelona consensus

- group. *Osteoarthritis and Cartilage*. 2004;12(7): 515–524. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2004.04.004>.
64. Neumann G, Hunter D, Nevitt M, Chibnik LB, Kwoh K, Chen H, et al. Location specific radiographic joint space width for osteoarthritis progression. *Osteoarthritis and cartilage / OARS, Osteoarthritis Research Society*. 2009;17(6): 761. <https://doi.org/10.1016/J.JOCA.2008.11.001>.
 65. Ratzlaff C, Van Wyngaarden C, Duryea J. Location-specific hip joint space width for progression of hip osteoarthritis- data from the osteoarthritis initiative. *Osteoarthritis and cartilage / OARS, Osteoarthritis Research Society*. 2014;22(10): 1481. <https://doi.org/10.1016/J.JOCA.2014.05.017>.
 66. Mannava S, Geeslin AG, Frangiamore SJ, Cinque ME, Geeslin MG, Chahla J, et al. Comprehensive Clinical Evaluation of Femoroacetabular Impingement: Part 2, Plain Radiography. *Arthroscopy Techniques*. 2017;6(5): e2003. <https://doi.org/10.1016/J.EATS.2017.06.011>.
 67. Kraeutler MJ, Garabekyan T, Goodrich JA, Fioravanti MJ, Chadayammuri V, Mei-Dan O. Standardizing the Prearthritic Hip Joint Space Width: An Analysis of 994 Hips. *Arthroscopy- Journal of Arthroscopic and Related Surgery*. 2018;34(7): 2114–2120. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2018.02.036>.
 68. Kawai T, Shimizu T, Goto K, Kuroda Y, Okuzu Y, Otsuki B, et al. The Impact of Spinopelvic Parameters on Hip Degeneration After Spinal Fusion. *Spine*. 2022;47(15): 1093–1102. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000004340>.
 69. Dougados M, Gueguen A, Nguyen M, Berdah L, Lequesne M, Mazieres B, et al. Radiological progression of hip osteoarthritis: definition, risk factors and correlations with clinical status. *Annals of the Rheumatic Diseases*. 1996;55(6): 356–362. <https://doi.org/10.1136/ARD.55.6.356>.
 70. Jacobsen S, Sonne-Holm S, Søballe K, Gebuhr P, Lund B. The relationship of hip joint space to self reported hip pain. A survey of 4.151 subjects of the Copenhagen City Heart Study: the Osteoarthritis Substudy. *Osteoarthritis and cartilage*. 2004;12 9(9): 692–697. <https://doi.org/10.1016/J.JOCA.2004.05.010>.
 71. Domb BG, Gui C, Lodhia P. How much arthritis is too much for hip arthroscopy: A systematic review. *Arthroscopy- Journal of Arthroscopic and Related Surgery*. 2015;31(3): 520–529. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2014.11.008>.
 72. Davidson M, Keating JL. A comparison of five low back disability questionnaires: reliability and responsiveness. *Physical therapy*. 2002;82(1): 8–24. <https://doi.org/10.1093/PTJ/82.1.8>.
 73. Si G, Li T, Liu X, Liu Z, Li W, Yu M. Correlation analysis between postoperative hip pain and spino-pelvic/hip parameters in adult scoliosis patients after long-segment spinal fusion. *European Spine Journal*. 2020;29(12): 2990–2997. <https://doi.org/10.1007/S00586-020-06316-8/FIGURES/3>.

74. 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. *Medical Science Monitor*. 2019;25: 4885–4891. <https://doi.org/10.12659/MSM.915458>.
75. Oshima Y, Watanabe N, Iizawa N, Majima T, Kawata M, Takai S. Knee–Hip–Spine Syndrome: Improvement in Preoperative Abnormal Posture following Total Knee Arthroplasty. *Advances in Orthopedics*. 2019;2019. <https://doi.org/10.1155/2019/8484938>.
76. Oshima Y, Watanabe N, Iizawa N, Majima T, Kawata M, Takai S. Knee–Hip–Spine Syndrome: Improvement in Preoperative Abnormal Posture following Total Knee Arthroplasty. *Advances in orthopedics*. 2019;2019. <https://doi.org/10.1155/2019/8484938>.
77. Lavadi RS, Anand SK, Culver LG, Deng H, Ozpinar A, Puccio LM, et al. Surgical Management of Hip-Spine Syndrome: A Systematic Review of the Literature. *World neurosurgery*. 2024;189: 10–16. <https://doi.org/10.1016/J.WNEU.2024.05.029>.
78. Okuda S, Yamashita T, Matsumoto T, Nagamoto Y, Sugiura T, Takahashi Y, et al. Adjacent Segment Disease After Posterior Lumbar Interbody Fusion: A Case Series of 1000 Patients. *Global Spine Journal*. 2018;8(7): 722–727. https://doi.org/10.1177/2192568218766488/ASSET/IMAGES/LARGE/10.1177_2192568218766488-FIG3.JPEG.
79. Zhang C, Berven SH, Fortin M, Weber MH. Adjacent segment degeneration versus disease after lumbar spine fusion for degenerative pathology. *Journal of Spinal Disorders and Techniques*. 2016;29(1): 21–29. <https://doi.org/10.1097/BSD.0000000000000328>.
80. Ha KY, Lee JS, Kim KW. Degeneration of sacroiliac joint after instrumented lumbar or lumbosacral fusion: A prospective cohort study over five-year follow-up. *Spine*. 2008;33(11): 1192–1198. <https://doi.org/10.1097/BRS.0B013E318170FD35>.
81. Unoki E, Abe E, Murai H, Kobayashi T, Abe T. Fusion of multiple segments can increase the incidence of sacroiliac joint pain after lumbar or lumbosacral fusion. *Spine*. 2016;41(12): 999–1005. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000001409>.
82. Nessim A, Cho W, Yang XA, Applebaum A, Sekerak R, Brill S, et al. Infra-adjacent Segment Disease After Lumbar Fusion: An Analysis of Pelvic Parameters. *Spine*. 2021;46(16): E888–E892. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000003998>.
83. Ukai T, Katoh H, Yokoyama K, Sato M, Watanabe M. Effect of spinal fusion on joint space narrowing of the hip: comparison among non-fusion, short fusion, and middle or long fusion. *Journal of Orthopaedics and Traumatology: Official Journal of the Italian Society of Orthopaedics and Traumatology*. 2023;24(1): 1. <https://doi.org/10.1186/S10195-022-00682-3>.
84. Katayama A, Suenaga E, Noguchi Y, Jinguji S, Shuto T, Nakashima Y, et al. Look-up View of Osteoarthritis of Hip. *Orthopaedics and Traumatology*. 2000;49(3): 924–929. <https://doi.org/10.5035/NISHISEISAI.49.924>.
85. Lequesne M, Malghem J, Dion E. The normal hip joint space: variations in width, shape, and architecture on 223 pelvic radiographs. *Annals of the Rheumatic Diseases*. 2004;63(9): 1145–1151. <https://doi.org/10.1136/ARD.2003.018424>.

86. Hansson G, Jerre R, Sanders SM, Wallin J. Radiographic Assessment of Coxarthrosis following Slipped Capital Femoral Epiphysis. *Acta Radiologica*. 1993;34(2): 117–123. <https://doi.org/10.1177/028418519303400202>.
87. Philippon MJ, Briggs KK, Carlisle JC, Patterson DC. Joint space predicts THA after hip arthroscopy in patients 50 years and older hip. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2013;471(8): 2492–2496. <https://doi.org/10.1007/S11999-012-2779-4>.
88. Tsuji T, Matsuyama Y, Goto M, Yimin Y, Sato K, Hasegawa Y, et al. Knee-spine syndrome: correlation between sacral inclination and patellofemoral joint pain. *Journal of orthopaedic science: official journal of the Japanese Orthopaedic Association*. 2002;7(5): 519–523. <https://doi.org/10.1007/S007760200092>.
89. Murata Y, Takahashi K, Yamagata M, Hanaoka E, Moriya H. The knee-spine syndrome. Association between lumbar lordosis and extension of the knee. *The Journal of bone and joint surgery. British volume*. 2003;85(1): 95–99. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.85B1.13389>.
90. Yasuda T, Togawa D, Hasegawa T, Yamato Y, Kobayashi S, Yoshida G, et al. Relationship between Knee Osteoarthritis and Spinopelvic Sagittal Alignment in Volunteers over 50 Years of Age. *Asian Spine Journal*. 2020;14(4): 495. <https://doi.org/10.31616/ASJ.2018.0266>.
91. Raphael IJ, Kepler CK, Restrepo S, Radcliff KE, Rasouli MR, Albert TJ. Pelvic Incidence in Patients with Hip Osteoarthritis. *The archives of bone and joint surgery*. 2016;4 2(2): 132–136. <https://doi.org/10.1016/J.SPINEE.2012.08.198>.
92. Saltychev M, Pernaa K, Seppänen M, Mäkelä K, Laimi K. Pelvic incidence and hip disorders: A systematic review and quantitative analysis. *Acta Orthopaedica*. 2018;89(1): 66. <https://doi.org/10.1080/17453674.2017.1377017>.
93. Gebhart JJ, Weinberg DS, Bohl MS, Liu RW. Relationship between pelvic incidence and osteoarthritis of the hip. *Bone & Joint Research*. 2016;5(2): 66. <https://doi.org/10.1302/2046-3758.52.2000552>.
94. Morimoto T, Kitajima M, Tsukamoto M, Yoshihara T, Sonohata M, Mawatari M. Sagittal spino-pelvic alignment in rapidly destructive coxarthrosis. *European Spine Journal*. 2018;27(2): 475–481. <https://doi.org/10.1007/S00586-017-5282-5>.
95. Onishi E, Ota S, Fujita S, Tsukamoto Y, Yamashita S, Hashimura T, et al. Association between sagittal spinopelvic alignment and femoral head destruction in the early stage of rapidly destructive coxopathy. *Bone & Joint Open*. 2022;3(1): 77–84. <https://doi.org/10.1302/2633-1462.31.BJO-2021-0175.R1>.
96. Schuh A, Jezussek D, Bennemann M, Hönle W. [Pathogenesis of hip osteoarthritis]. *MMW Fortschritte der Medizin*. 149 37: 27–28. <https://doi.org/>
97. Uygunovich GA. Factors Influencing The Manifestations of Coxarthrosis. *Journal of Advanced Zoology*. 2023;44(S7): 41–45. <https://doi.org/10.17762/JAZ.V44IS7.2653>.
98. Chitnavis J, Sinsheimer JS, Suchard MA, Clipsham K, Carr AJ. End-stage coxarthrosis and gonarthrosis. Aetiology, clinical patterns and radiological features of idiopathic osteoarthritis. *Rheumatology*. 2000;39 6(6): 612–619. <https://doi.org/10.1093/RHEUMATOLOGY/39.6.612>.

99. Wand JS, Hill ID, Reeve J. Coxarthrosis and femoral neck fracture. *Clinical orthopaedics and related research*. 1992;278: 88–94. <https://doi.org/10.1097/00003086-199205000-00014>.
100. Chitnavis J, Sinsheimer JS, Suchard MA, Clipsham K, Carr AJ. End-stage coxarthrosis and gonarthrosis. Aetiology, clinical patterns and radiological features of idiopathic osteoarthritis. *Rheumatology*. 2000;39 6(6): 612–619. <https://doi.org/10.1093/RHEUMATOLOGY/39.6.612>.
101. Paralirov AT, Iacov-Craitoiu MM, Mogoantă MM, Predescu OI, Mogoantă L, Crăițoiu Ștefania. Management and Treatment of Coxarthrosis in the Orthopedic Outpatient Clinic. *Current Health Sciences Journal*. 2023;49(1): 102–109. <https://doi.org/10.12865/CHSJ.49.01.102>.
102. Uygunovich GA. Factors Influencing The Manifestations of Coxarthrosis. *Journal of Advanced Zoology*. 2023;44(S7): 41–45. <https://doi.org/10.17762/JAZ.V44IS7.2653>.
103. Jiang L, Rong J, Wang Y, Hu F, Bao C, Li X, et al. The relationship between body mass index and hip osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Joint, bone, spine: revue du rhumatisme*. 2011;78 2(2): 150–155. <https://doi.org/10.1016/J.JBSPIN.2010.04.011>.
104. Apold H, Meyer HE, Espehaug B, Nordsletten L, Havelin LI, Flugsrud GB. Weight gain and the risk of total hip replacement a population-based prospective cohort study of 265,725 individuals. *Osteoarthritis and cartilage*. 2011;19 7(7): 809–815. <https://doi.org/10.1016/J.JOCA.2011.03.013>.
105. Vingård E. Overweight predisposes to coxarthrosis. Body-mass index studied in 239 males with hip arthroplasty. *Acta orthopaedica Scandinavica*. 1991;62 2(2): 106–109. <https://doi.org/10.3109/17453679108999233>.
106. Adanir O, Zorer G. Comparison of four parameters to assess acetabular dysplasia and acetabular dysplasia rates in primary hip osteoarthritis patients: A study in Turkish population. *Journal of Orthopaedic Surgery*. 2018;26(2). <https://doi.org/10.1177/2309499018768032>.
107. Emami Meybodi MK, Rasouli HR, Ghafouri M, Akhoundzadeh Bafghi S, Ghafouri M. The Correlation Between Hip Morphology and Hip Osteoarthritis: A Cross- Sectional Study. *Iranian Red Crescent Medical Journal*. 2018;20(6). <https://doi.org/10.5812/IRCMJ.60500>.
108. Li-sheng W, Sportklini A. Relationship between osteoarthritis of the hip and shaft neck angle, centre edge angle, angle of the weight-bearing zone and Idelberger angle. *Journal of Shanxi Medical University*. <https://doi.org/>
109. Ha KY, Lee JS, Kim KW. Degeneration of Sacroiliac Joint After Instrumented Lumbar or Lumbosacral Fusion: A Prospective Cohort Study Over Five-Year Follow-up. *Spine*. 2008;33(11): 1192–1198. <https://doi.org/10.1097/BRS.0B013E318170FD35>.
110. Ulusoy İ, Kıvrak A. Lumbosacral fusion increases the risk of hip osteoarthritis. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*. 2023;18(1): 452. <https://doi.org/10.1186/S13018-023-03932-0>.
111. Kim YC, Lee KH, Kim GL, Kim KT, Ha KY, Ko SN, et al. Improvements in lower-extremity patient-reported outcomes after lumbar interbody fusion. *Journal of neurosurgery. Spine*. 2022;36(1): 1–8. <https://doi.org/10.3171/2021.2.SPINE201494>.

112. Nielsen CJ, Lewis SJ, Oitment C, Martin AR, Lenke LG, Qiu Y, et al. Stratifying outcome based on the Oswestry Disability Index for operative treatment of adult spinal deformity on patients 60 years of age or older: A multicenter, multi-continental study on Prospective Evaluation of Elderly Deformity Surgery. *The spine journal : official journal of the North American Spine Society*. 2021;21(11): 1775–1783. <https://doi.org/10.1016/J.SPINEE.2021.07.007>.
113. Olguner SK, Celiktas M, Arslan A, Istemen I, Gezercan Y, Okten AI, et al. The Effect of Distal Fusion Level on Functional and Radiographic Parameters Following Long Posterior Instrumentation and Fusion. *Turkish neurosurgery*. 2020;30(6): 847–853. <https://doi.org/10.5137/1019-5149.JTN.28554-19.3>.

