

## Lomber Dejeneratif Skolyozlardaki Koronal Dengesizlikte Çift Rod Kullanımının Düzeltme Üzerindeki Etkisi

Gülşah ÖZTÜRK ÖZLÜK\*, Kemal PAKSOY\*\*

### Öz

**Giriş:** Lomber dejeneratif skolyozda uygulanan cerrahilerde hedef; koronal ve sagittal dengeyi sağlamak ve hastanın postoperatif yaşam kalitesini ve memnuniyetini artırmaktır. Uygun hizalanma ile oluşan denge hastanın postoperatif yaşam kalitesi ve memnuniyeti ile yakından ilişkilidir. Sagittal ve koronal denge için her iki düzlemde cerrahi manevralara ihtiyaç duyulur. Bu çalışmadaki amacımız, koronal dengesizlikte tek ya da çift rod kullanımının koronal uyumsuzluğun düzeltilmesi üzerindeki etkisini değerlendirmektir.

**Yöntem:** Çalışmaya Ocak 2019-Aralık 2021 tarihleri arasında kurumumuza başvuran lomber dejeneratif skolyoz tanısı almış toplam 22 hasta (14 kadın ve 8 erkek, ortalama yaş 64,3±10,3 yıl) dahil edildi. Hastalar iki gruba ayrıldı, birinci grup tekli rod (n:11), ikinci grup çiftli rod (n:11) uygulanan hastalar olarak belirlendi. Hastaların cerrahi öncesi ve sonrası 12. ayda skolyoz grafisi üzerinden pelvik insidans (PI), sakral slope (SS), pelvik tilt (PT), lomber lordoz (LL), sagittal vertikal aks (SVA), Cobb açısı, santral sakral vertikal line (CSVL), T1 plumbline dahil olmak üzere her hastanın spinopelvik parametre ölçümleri yapıldı. Ayrıca Vizuel Analog Skala (Visual Analog Scale-VAS) ve Oswestry skalası (Oswestry Disability Index-ODI)'na bakıldı. İstatistiksel çalışma için Wilcoxon Signed Ranks testi kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi  $p < 0,05$  olarak belirlendi.

**Bulgular:** Tek ve çift rod kullanılan hasta gruplarındaki postoperatif Cobb açısı, koronal balans, VAS ve ODI değerleri ile preoperatif değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak ( $p < 0,05$ ) anlamlıydı. Her bir grup içindeki spinopelvik parametrelerden PI, PT, SS ve SVA değerlerindeki değişiklikler istatistiksel olarak ( $p > 0,05$ ) anlamlı değildi. Her iki grup arasındaki parametrelerde istatistiksel anlamlı bir değişim saptanmadı ( $p > 0,05$ ).

**Sonuç:** Koronal uyumsuzluğun düzeltilmesi için en önemli kriterlerden biri enstrümantasyon için uygun seviyelerin seçilmesi ve yeterli düzeltme yapılmasıdır. Yaptığımız çalışmada klinik iyileşmenin rod sayısı ile ilişkili olmadığı, koronal dengesizliğin ne kadar başarılı şekilde düzeltildiği ile bağlantılı olduğu gözlenmiştir. Bunun yanında uzun süreli takiplerde rodlara binecek yükün implant yetmezliğine neden olabileceği unutulmamalıdır. Bu soruna çözüm olarak çiftli rod kullanılması akılda tutulmalıdır.

### Özgün Araştırma Makalesi (Original Research Article)

Geliş / Received: 01.02.2023 & Kabul / Accepted: 10.07.2023

DOI: <https://doi.org/10.38079/igusabder.1246166>

\* Dr., Beyin ve Sinir Cerrahisi, Memorial Şişli Hastanesi, İstanbul, Türkiye; Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Gelişim Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon, İstanbul, Türkiye. E-posta: [turksah@hotmail.com](mailto:turksah@hotmail.com)

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2253-9037>

\*\* Dr., Beyin ve Sinir Cerrahisi, Memorial Bahçelievler Hastanesi, İstanbul, Türkiye.

E-posta: [drkemalpaksoy@hotmail.com](mailto:drkemalpaksoy@hotmail.com) ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7677-7356>

ETİK BİLDİRİM: Çalışmanın etik kurul onayı, İstanbul Memorial Bahçelievler Hastanesi Etik Kurulu'ndan 05.01.2022'de 73 nolu karar ile alınmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Skolyoz, koronal balans, lomber dejenerasyon, sagittal balans.

## **The Effect of Double Rod Use on Correction of Coronal Imbalance in Lumbar Degenerative Scoliosis**

### **Abstract**

**Aim:** Maintaining coronal and sagittal balance is the main goal in surgeries for lumbar degenerative scoliosis. The balance created by proper alignment is closely related to the patient's postoperative quality of life and satisfaction. Surgical maneuvers in both planes are needed for sagittal and coronal balance. In this study, it was aimed to compare the effect of using single or double rods in the correction of coronal mismatch.

**Method:** A total of 22 patients (14 female and 8 male, mean age  $64.3 \pm 10.3$  years) diagnosed with lumbar degenerative scoliosis, who applied to our institution between January 2019 and December 2021, were included in the study. The patients were divided into two groups, the first group was determined as single rod (n:11) and the second group as double rod (n:11) patients. Pelvic incidence (PI), sacral slope (SS), pelvic tilt (PT), lumbar lordosis (LL), sagittal vertical axis (SVA), cobb angle, central sacral vertical line (CSVL), spinopelvic parameter measurements were made for each patient, including the T1 plumbline. In addition, the Visual Analog Scale (Visu-al Analog Scale-VAS) and the Oswestry scale (Oswestry Disability Index-ODI) were examined. Wilcoxon Signed Ranks test was used for statistical study. The statistical significance level was determined as  $p < 0.05$ .

**Results:** The differences between the postoperative cobb angle, coronal balance, VAS and ODI values and preoperative values in the patient groups using single and double rods were statically significant ( $p < 0.05$ ). Changes in PI, PT, SS and SVA values of spinopelvic parameters within each group were not statistically significant ( $p > 0.05$ ). There was no statistically significant change in the parameters between the two groups ( $p > 0.05$ ).

**Conclusion:** One of the most important criteria for correcting coronal mismatch is the selection of appropriate levels for instrumentation and adequate correction. In our study, it was observed that clinical improvement was not related to the number of rods, but to how successfully the coronal imbalance was corrected. In addition, it should be kept in mind that the load on the rods may cause implant failure in long-term follow-ups. The use of double rods should be kept in mind as a solution to this problem.

**Keywords:** Scoliosis, coronal balance, lumbar degeneration, sagittal balance.

### **Giriş**

Lomber dejeneratif skolyoz (LDS) yaşlanan toplumlarda daha sık karşımıza çıkan ve fonksiyonel problemlerle yaşam kalitesini etkileyen bir hastalıktır<sup>1</sup>. Lomber dejeneratif skolyozda herhangi bir cerrahi müdahalenin temel amacı koronal ve sagittal dengesizliğin düzeltilerek uygun hizalanmanın yeniden sağlanmasıdır. Doğru hizalanma hasta yaşam kalitesi ve memnuniyeti ile yakından ilişkilidir<sup>2</sup>.

Koronal uyumsuzluk, T1 omurdan pelvise çekilecek dikey çizginin (T1 plumbline) pelvisin orta kısmından 20 mm'den fazla lateral sapması olarak tanımlanır<sup>3</sup> ve sıklıkla sagittal düzlem

deformiteleri ile beraber gözlenir<sup>4</sup>. Sagittal uyumsuzluk nedeni ile cerrahi uygulanan hastalarda koronal denge sağlanmadığında spinal aksta yeteri kadar düzeltme elde edilemez. Sagittal ve koronal dizilim uyumsuzluğunun düzeltilebilmesi için her iki düzlemde de manevralara ihtiyaç duyulur. Bunun sağlanabilmesi için farklı osteotomiler gerekebilir<sup>5</sup>. LDS hastalığında koronal hizalamayı sağlamak için yapılan cerrahilerde planlama yapmak zordur. Yeterli osteotomi yapılan ve füzyon cerrahisi ile düzeltilen deformitelerde dahi ilerleyen dönemlerde tekrar eden koronal uyumsuzluklar oluşmaktadır<sup>6</sup>.

Bu çalışmadaki amaç, koronal dengesizlikte tek ya da çift rod kullanımının koronal uyumsuzluğun düzeltilmesi üzerindeki etkisini değerlendirmektir.

### **Gereç ve Yöntem**

Bu çalışma Ocak 2019 – Aralık 2021 tarihleri arasında İstanbul Bahçelievler Memorial Hastanesine başvuran ve daha önce LDS tanısı ile takip edilip cerrahi yapılan hastalar üzerinde yapıldı.

#### **Kabul Kriterleri:**

1. 50 yaş üstü
2. Cobb açısı 25° ve üstü
3. Fraksiyon eğriliği 15° üstü
4. 2-5 yıllık LDS nedeniyle takibi olan
5. Koronal dengenin 2 cm üzerinde bozukluğu olan hastalar

#### **Dışlama Kriterleri:**

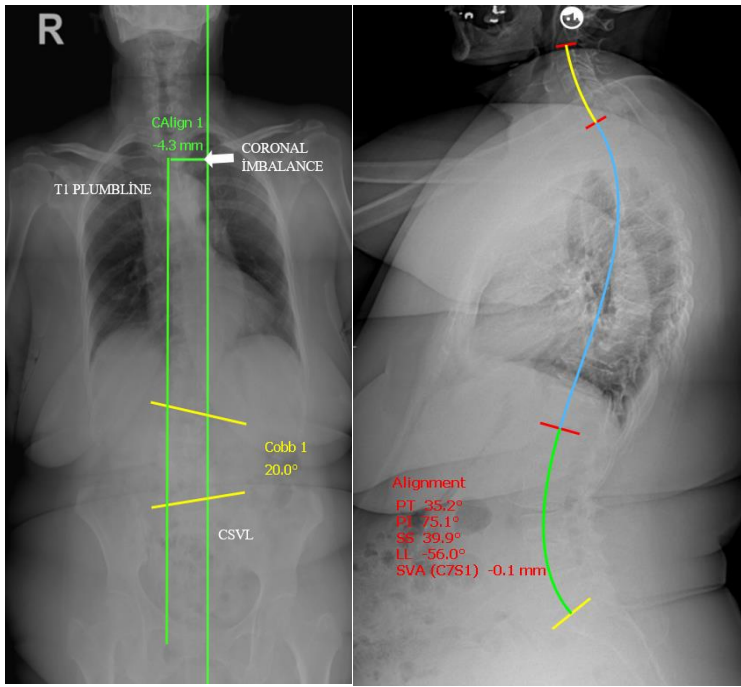
1. Koronal dengesizliğe neden olan alt ekstremitte patolojileri olan hastalar
2. Lokalize apikal olan ya da apikal olmayan dengeli dejeneratif segment hastalığı olan hastalar

Çalışmada LDS nedeni ile takipli toplam 22 hastaya (14 kadın ve 8 erkek, ortalama yaş 61 yıl) koronal uyumsuzluk nedeni ile deformite cerrahisi uygulandı. Hastaların 11 tanesine tekli rod uygulandı diğer 11 hastaya çiftli rod uygulanarak deformite cerrahisi yapıldı. Hastaların cerrahi öncesi ve cerrahi sonrası 12. ayda sagittal ve koronal parametrelerine, Vizuel Analog Skalası (VAS) ve Oswestry Disability Index (ODI) skalalarına bakıldı. Tüm hastalar yapılacak uygulama ile ilgili yazılı ve sözlü olarak bilgilendirildikten sonra, tümünden uygulamayı kabul ettiklerine dair yazılı onamları alındı. Çalışmanın etik kurul onayı, İstanbul Memorial Bahçelievler Hastanesi Etik Kurulu'ndan 05.01.2022'de 73 nolu karar ile alınmıştır.

Kabul kriterlerine uygun olan tüm hastalardan sagittal ve koronal parametreleri değerlendirebilmek için onamları alınarak standart skolyoz grafipleri çekildi. Standart ve kaliteli

bir çekim için hasta ile X-ışını kaynağı arasında dengeleyici bir filtre kullanılarak, ışının kolayca nüfuz ettiği torakal boşluk ile penetrasyonunun daha zor olduğu lumbosakral bölge arasında uygun yoğunluğun korunmasını sağlandı. Tüm çekimler ayakta alındı. Hastaların çekim sırasında dizleri kilitli ayakları omuz genişliğinde açılmış dirsekleri bükük ve ellerini supraklaviküler fossada bilateral olarak kapalı tutarak çekimleri yapıldı. Cerrahi öncesi skolyoz grafipleri bilgisayar üzerinde surgimap (Nemaris, Inc) programı kullanılarak spinopelvik parametreler ölçüldü. Pelvic insidance (PI), sacral slope (SS), pelvic tilt (PT), lumbar lordosis (LL), sagittal vertical axis (SVA), cobb angle, central sacral vertical line (CSVL) ve T1 plumbline dahil olmak üzere her hastanın spinopelvik parametre ölçümleri yapıldı (Şekil 1).

**Şekil 1.** Koronal ve sagittal parametre ölçümleri



CSVL: Central Sacral Vertical Line, PT: Pelvic Tilt, PI: Pelvic Insidance, SS: Sacral Slope

LL: Lumbar Lordosis, SVA: Sagittal Vertical Axis

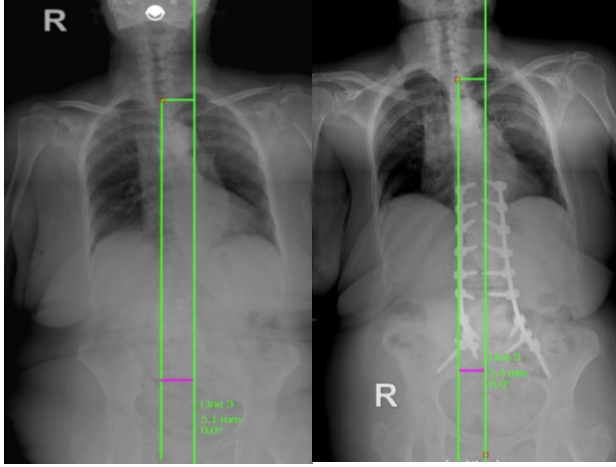
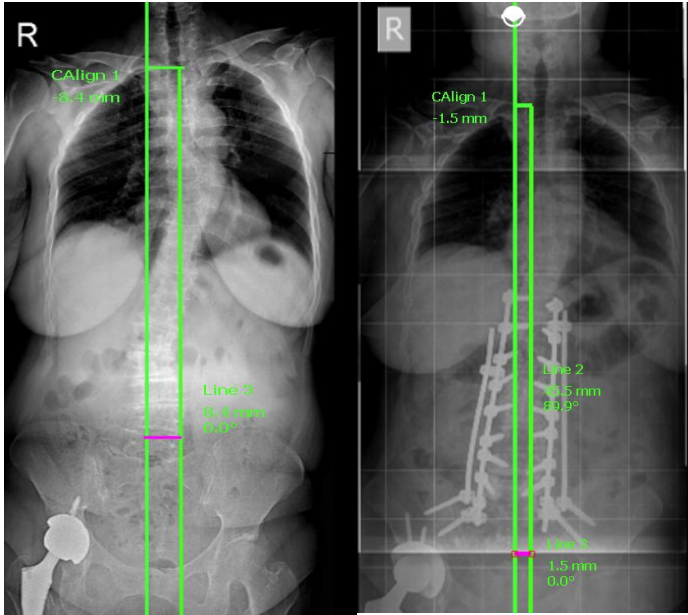
Spinopelvik parametreler ile ilgili açıklamalar Tablo 1'de verildi (Tablo 1). Bütün hastalarda uygulama önce standart kan değerleri bakıldı. Hastaların değerlendirilmesi standart skolyoz grafisi kullanılarak sagittal ve koronal düzlemde denge ölçümleri yapıldı.

**Tablo 1.** Sagittal ve koronal parametreler

Lumbar Lordoz	L1 vertebranın üst plağı ile sakral son plak arasında kalan açı olarak tanımlanmaktadır.
Pelvic Insidans (PI)	Üst sakral son plaktan orta noktasından geçen dik çizgi ile femur başı eksenini bu orta noktaya birleştiren çizgi arasındaki açıdır.
Sakral Slope (SS)	Üst sakral son plaktan çizilen çizgi ile üst sakral son plak orta noktasından çizilen horizontal çizgi arasındaki açıdır.
Pelvik Tilt (PT)	Femur başı ekseninden geçen vertikal çizgi ile femur başı ekseninden sakral son plak orta noktasına birleştiren çizgi arasındaki açıdır.
Sagittal Vertikal Aksis	C7 omurundan aşağı dik çizilen çizgi sakrumun posterior arka üst kenarından geçen mesafedir.
Cobb açısı	Üst vertebranın üst endplate ile alt vertebranın alt endplate arasındaki dik açı
T1 plumbline (PL)	T1 vertebradan çizilen dik çizgi
(Central Sacral Vertical Line) Santral Sakral Vertikal Çizgi	Sakrumun ortasından geçen dik çizgi

### Ameliyat Prosedürü

Posterior enstrümantasyon ve düzeltme cerrahilerinde seçilecek teknik, üst ve alt vertebral seçimler Obeid ve Berjano sınıflamalarına göre yapıldı<sup>7</sup>. Tüm hastalar genel anestezi altında prone pozisyonda somatosensoryel ve motor potansiyel değerlendirmeye alındı. Her iki grup hastaya aynı cerrahi prosedür uygulandı ve planlama yapılan vertebralara poliaksiyal vidalar yerleştirildi. Grupların hiçbirinde interbody füzyon yapılmadı. Butun hastalarda posterior füzyonla krom kobalt rod kullanıldı. Semptomu apikal kısımda olan hastalara ponte osteotomi yapıldı. Ancak gruplar arası istatistiksel fark oluşturacak sayıda değildi. Birinci grup hastaya tekli rod ile düzeltme ikinci grup hastaya çiftli rod ve domino konnektörleri kullanılarak düzeltme manevraları yapıldı (Şekil 2, Şekil 3). Düzeltme işlemleri skopi altında ve somatosensoryel motor potansiyeller izlenerek yapıldı. Hastalar birinci gün lumbosakral korse yardımı ile mobilize edildi. Skolyoz grafipleri cerrahi sonrası birinci gün, altıncı ay ve on ikinci ayda çekildi.

**Şekil 2.** LDS hastalığında koronal dengesizlikte tekli rod kullanılarak yapılan düzeltme cerrahisi**Şekil 3.** LDS hastalığında koronal dengesizlikte çiftli rod kullanılarak yapılan düzeltme cerrahisi

## Bulgular

Çalışmada LDS nedeni ile takipli olup koronal dengesizlikten dolayı deformite cerrahisi uygulaması yapılan toplam 22 hasta (14 kadın ve 8 erkek, ortalama yaş  $64,3 \pm 10,3$  yıl) dahil edildi. Hastaların demografik dağılımı Tablo 2’de verildi.

**Tablo 2.** Demografik dağılım

<b>Hasta sayısı (n)</b>	22
<b>Kadın n (%)</b>	14 (64)
<b>Erkek n (%)</b>	8 (36)
<b>Yaş (yıl)</b>	$64,3 \pm 10,3$

LDS hastalarının 11 tanesine tekli rod diğer 11 hastaya çiftli rod uygulandı. İstatistiksel çalışma için Wilcoxon Signed Ranks testi kullanıldı. İstatistiksel analiz, cerrahi prosedürlere kör olan bağımsız bir istatistikçi tarafından yapıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi  $p < 0,05$  olarak belirlendi. Tekli rod kullanılan hasta grubunun preoperatif (preop) Cobb açısı ortalama  $29,27 \pm 8,001$  derece ( $^{\circ}$ ) (minimum ve maximum değer  $19^{\circ}$  ve  $45^{\circ}$ ) olup postoperatif (postop) Cobb açısı ise ortalama  $5,55^{\circ} \pm 2,115$ 'tir (minimum ve maximum değer  $2^{\circ}$  ve  $9^{\circ}$ ). Wilcoxon Signed Ranks testi ile yapılan istatistiksel çalışmaya göre  $p < 0,05$  olup değişim anlamlıydı. Preop koronal denge ortalama  $67,73 \pm 18,445$  milimetre (mm) (minimum ve maximum değer 47 mm ve 110 mm) olup postop koronal balans ortalama  $8,64 \pm 4,202$  mm'dir (minimum ve maximum değer 2 mm ve 16 mm). Bu verilerdeki değişim istatistiksel çalışmaya göre  $p < 0,05$  olup anlamlıydı. Preop VAS ortalama  $8,82 \pm 0,982$  (minimum ve maximum değer 7 ve 10) olup postop VAS ortalama  $1,91 \pm 0,944$ 'tür (minimum ve maximum değer 1 ve 4). Bu sonuçlar istatistiksel olarak ( $p < 0,05$ ) anlamlıydı. Preop ODI ortalama  $87,91 \pm 4,300$  (minimum ve maximum değer 80 ve 94) olup postop ODI ortalama  $1,82 \pm 2,272$ 'dir (minimum ve maximum değer 0 ve 6). Bu verilerdeki değişim istatistiksel olarak ( $p < 0,05$ ) anlamlıydı. Diğer parametrelerdeki değişimler Tablo 3'te özet olarak sunuldu.

**Tablo 3.** Tekli rod kullanarak düzeltme cerrahisi yapılan hasta grubunun cerrahi öncesi ve cerrahi sonrası değerleri

	n	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
<b>Preop cobb açısı</b>	11	19	45	29,27	8,001
<b>Postop cobb açısı</b>	11	2	9	5,55	2,115
<b>Preop PI</b>	11	26	66	47,45	11,184
<b>Postop PI</b>	11	26	66	47,45	11,184
<b>Preop PT</b>	11	10	38	22,27	9,275
<b>Postop PT</b>	11	12	30	19,55	4,547
<b>Preop SS</b>	11	14	45	25,00	9,990
<b>Postop SS</b>	11	14	48	26,73	10,031
<b>Preop SVA</b>	11	28,0	91,0	50,273	20,5090
<b>Postop SVA</b>	11	34,0	54,0	41,455	6,6387
<b>Preop Koronal balans</b>	11	47	110	67,73	18,445
<b>Postop Koronal balans</b>	11	2	16	8,64	4,202
<b>Preop VSA</b>	11	7	10	8,82	,982
<b>Postop VSA</b>	11	1	4	1,91	,944
<b>Preop ODI</b>	11	80	94	87,91	4,300
<b>Postop ODI</b>	11	0	6	1,82	2,272

Spinopelvik parametrelerden PI, PT, SS ve SVA değerlerindeki değişiklikler istatistik çalışmasına göre  $p > 0,05$  olup anlamlı değildi. Tek rod kullanılarak düzeltme cerrahisi yapılan hastaların istatistik çalışma sonuçları tablo 4'te özet olarak verildi.

**Tablo 4.** Tekli rod kullanarak düzeltme cerrahisi yapılan hasta grubunun istatistik değerleri

İstatistiksel testler <sup>a</sup>	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
postop-cobb açısı - preop-cobb açısı	-2,936 <sup>b</sup>	0,003
preop PI - preop PI	,000 <sup>c</sup>	1,000
postop-PT - preop-PT	-1,162 <sup>b</sup>	0,245
postop-SS - preop-SS	-,935 <sup>d</sup>	0,350
postop-SVA - preop-SVA	-1,646 <sup>b</sup>	0,100
postop-Koronal balance - Preop-Koronal balance	-2,936 <sup>b</sup>	0,003
Postop-VSA - preop-VSA	-2,979 <sup>b</sup>	0,003
postop-ODI - preop-ODI	-2,952 <sup>b</sup>	0,003

a. Wilcoxon Signed Ranks Test b. Based on positive ranks. c. The sum of negative ranks equals the sum of positive ranks. d. Based on negative ranks.

Çiftli rod kullanılan hasta grubunda ise preop Cobb açısı ortalama  $28,36^{\circ} \pm 7,229$  (minimum ve maximum değer  $20^{\circ}$  ve  $40^{\circ}$ ) olup postop Cobb açısı ise ortalama  $4,82^{\circ} \pm 1,888$ 'dir (minimum ve maximum değer  $2^{\circ}$  ve  $8^{\circ}$ ). Wilcoxon Signed Ranks testi ile yapılan istatistiksel çalışmaya göre  $p < 0,05$  olup değişim anlamlıydı. Preop Koronal balans ortalama  $69,27 \pm 15,369$  mm (minimum ve maximum değer 49 mm ve 96 mm) olup postop koronal balans ortalama  $7,00 \pm 2,898$  mm'dir (minimum ve maximum değer 2 mm ve 11 mm). Bu verilerdeki değişim istatistiksel çalışmaya göre  $p < 0,05$  olup anlamlıydı. Preop VAS ortalama  $8,55 \pm 1,128$  (minimum ve maximum değer 6 ve 10) olup postop VAS ortalama  $2,36 \pm 1,206$ 'dır (minimum ve maximum değer 1 ve 5). İstatistiksel çalışmaya göre  $p < 0,05$  olup değişim anlamlıydı. Preop ODI ortalama  $88,09 \pm 3,419$  (minimum ve maximum değer 80 ve 92) olup postop ODI ortalama  $1,09 \pm 1,640$ 'tır (minimum ve maximum değer 0 ve 4). Bu verilerdeki değişim istatistiksel çalışmaya göre  $p < 0,05$  olup anlamlıydı. Diğer parametrelerdeki değişimler Tablo 5'te özet olarak sunulmuştur.



**Tablo 5.** Çiftli rod kullanarak düzeltme cerrahisi yapılan hasta grubunun cerrahi öncesi ve cerrahi sonrası değerleri

	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
<b>Preop cobb açısı</b>	11	20	40	28,36	7,229
<b>Postop cobb açısı</b>	11	2	8	4,82	1,888
<b>preop PI</b>	11	21	70	44,27	13,734
<b>preop PI</b>	11	21	70	44,27	13,734
<b>preop-PT</b>	11	10	45	28,00	12,280
<b>postop-PT</b>	11	13	30	20,09	5,957
<b>preop-SS</b>	11	9	25	16,27	5,101
<b>postop-SS</b>	11	8	41	24,18	10,216
<b>preop-SVA</b>	11	23,0	87,0	42,455	19,4647
<b>postop-SVA</b>	11	24,0	61,0	36,909	10,6344
<b>Preop Koronal balans</b>	11	49	96	69,27	15,369
<b>Postop Koronal balans</b>	11	2	11	7,00	2,898
<b>Preop VSA</b>	11	6	10	8,55	1,128
<b>Postop VSA</b>	11	1	5	2,36	1,206
<b>Preop ODI</b>	11	80	92	88,09	3,419
<b>Postop ODI</b>	11	0	4	1,09	1,640

Spinopelvik parametrelerden PI, PT, SS ve SVA değerlerindeki değişiklikler istatistik çalışmasına göre  $p>0,05$  olup anlamlı değildi. Çiftli rod kullanılarak düzeltme cerrahisi yapılan hastaların istatistik çalışma sonuçları Tablo 6'da özet olarak verilmiştir.

**Tablo 6.** Çiftli rod kullanarak düzeltme cerrahisi yapılan hasta grubunun istatistik değerleri

İstatistiksel testler <sup>a</sup>	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
Postop cobb angle - preop cobb angle	-2,937 <sup>b</sup>	0,003
Preop PI - preop PI	,000 <sup>c</sup>	1,000
Postop-PT - preop PT	-2,180 <sup>b</sup>	0,029
Postop SS - preop SS	-2,180 <sup>d</sup>	0,029
Postop SVA - preop SVA	-1,468 <sup>b</sup>	0,142
Postop coronal balance - Preop coronal balance	-2,936 <sup>b</sup>	0,003
Postop VSA - preop VSA	-2,956 <sup>b</sup>	0,003
Postop ODI - preop ODI	-2,941 <sup>b</sup>	0,003

a. Wilcoxon Signed Ranks Test b. Based on positive ranks. c. The sum of negative ranks equals the sum of positive ranks. d. Based on negative ranks.

Cerrahide tekli rod kullanılıp düzeltme yapılan hasta grubu ile çiftli rod kullanılıp düzeltme yapılan hasta gruplarını kendi içerisinde değişiklikleri istatistik olarak çalışıldı. Wilcoxon Signed Ranks testi kullanılarak yapılan bu analize göre değişimler  $p > 0,05$  olup istatistiksel olarak anlamlı değildi. İki grubun istatistik verileri Tablo 7’de verilmiştir.

**Tablo 7.** Çiftli ve tekli rod kullanarak düzeltme cerrahisi yapılan hasta gruplarının kendi arasında cerrahi öncesi ile cerrahi sonrasındaki istatistiksel değişim değerleri

İstatistiksel testler <sup>a</sup>	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]
Cobb açısı	59,000	125,000	-0,099	0,921	,949 <sup>b</sup>
PI	60,500	126,500	0,000	1,000	1,000 <sup>b</sup>
PT	42,500	108,500	-1,184	0,236	,243 <sup>b</sup>
SS	38,000	104,000	-1,480	0,139	,151 <sup>b</sup>
SVA	53,500	119,500	-0,460	0,646	,652 <sup>b</sup>
Koronal balans	48,000	114,000	-0,822	0,411	,438 <sup>b</sup>
VSA	40,500	106,500	-1,358	0,174	,193 <sup>b</sup>
ODI	53,000	119,000	-0,501	0,616	,652 <sup>b</sup>

## Tartışma

Omurga dinamik bir yapıdır. Global değerlendirmesi statik olmayan tam omurga röntgenleri üzerinde yapılıyor olmasından dolayı sagittal ve koronal hizalamalarda planlama yapılırken eksik

kalmaktadır. Bununla beraber sadece sagittal ekseninde uyumsuzluğa bakılması da sorun oluşturmaktadır<sup>3</sup>. Deformite cerrahilerinde başarısızlıklar için risk faktörleri büyük bir pelvik insidans, lomber lordoz ve sagittal hizlanmanın eski haline getirilememesi olduğu gibi koronal uyumun da sağlanamamasından kaynaklanmaktadır<sup>8</sup>. Yapılan LDS cerrahileri sonrası hastalarda yapılan değerlendirmelerde yaşam kalitesinin koronal uyumsuzlukla ilişkili olduğunun bulunmasından sonra önemi giderek artmaya başlamıştır<sup>9</sup>.

Özellikle preoperatif dönemde koronal uyumsuzluğu olan hastaların kompensasyon mekanizmaları sagittal uyumsuzluğa oranla daha azdır ve bundan dolayı düzeltilemeyebilir ve bu hastalarda daha yüksek memnuniyetsizlik oluşturmaktadır<sup>10</sup>. Koronal hizalama bozukluğunda en önemli dengeleyici mekanizma kontralateral diz ve kalça fleksiyonudur. Bu mekanizma hastayı çok fazla rahatsız etmektedir. Oturma pozisyonunda kaybolan sagittal dengesizliğin aksine, koronal uyumsuzluk sadece hastanın yatay uzanmasıyla ortadan kalkar. Bu durumda hastanın günlük yaşam kalitesini bozmaktadır<sup>11</sup>. Çalışmada literatürle benzerlik gösterecek şekilde; koronal denge sagittal denge ile uygun şekilde düzeltilen hastalarda VAS ve ODI skorlarının iyilik halinde olduğunu görülmüştür. Alt ekstremitte, diz, kalça, pelvis ve omurga patolojileri koronal uyumsuzluğa sebep olur. Ayrıca disk dejenerasyonu LDS hastalığını tetiklediği gibi koronal eğriliğin keskinliğinin artışına neden olmaktadır<sup>12</sup>. Koronal eğrilik, genellikle sagittal uyumsuzlukla beraberdir<sup>13</sup>. LDS cerrahilerinde koronal uyumsuzluk görmezden gelinirse cerrahi başarısızlıkla sonuçlanır hatta yeni dizilim eskisine oranla daha kötü olabilir<sup>14</sup>. Plomus ve ark. LDS hastalarının başarısızlık nedenlerini geriye dönük incelediklerinde %19,3' ünün ameliyat öncesi bir koronal uyumsuzluğun olduğunu bildirdiler<sup>14</sup>. Bu çalışmada hasta grupları cerrahi öncesi hem sagittal hem koronal uyumsuzluklar dikkate alınarak hesaplanıp cerrahi planlama yapılmıştır. Buna rağmen bir hastada tekli rod kullanılarak yapılan deformite düzeltici cerrahi sonrası koronal dengesizlik devam etti. Temel sorun geriye dönük araştırıldığında hastada var olan kalça patolojisinin doğru değerlendirilememesinden kaynaklı olduğu sonucuna varılmıştır.

Özellikle konveks tip eğriliklerde postoperatif dönemde çok daha kötü sonuçlar doğurabilir. Sagittal düzlemde yapılan düzeltmeler sonrası eğer preoperatif koronal uyumsuzluk mevcutsa cerrahi sonrası erken dönemde derecesi değişmeyebilir ancak takiplerinde uyumsuzlukta artış görülür. Cerrahi öncesi koronal uyumsuzluğu olmayan hastalarda dahi koronal uyuma dikkat edilmezse cerrahi sonrası sagittal düzlemdeki düzeltmeye bağlı koronal uyumsuzluk oluşabilir<sup>15</sup>. Çalışmada konveks tip koronal dengesizliği olan bir hastada cerrahi planlamada seçilen en alt vertebranın hareketli segment olmasına rağmen füzyona dahil edilmemesinden kaynaklanan artış gösteren postop koronal dengesizlik mevcuttu. Bu durum hastanın daha fazla klinik kötüleşmesine sebep olmasından dolayı erken revizyon cerrahisi yapıldı.

Koronal uyumsuzluk implant yetmezliklerine de neden olmakta ve revizyon cerrahi gereksimini artırmaktadır. LDS hastalarında koronal uyumsuzluğu düzeltme cerrahileri karmaşıklık içerirken uygun cerrahiye rağmen postoperatif dönemde tekrar eden koronal uyumsuzluk

oluşabilmektedir. Daubs ve ark yaptığı bir çalışmada LDS hastalarının cerrahisi sonrası tekrar eden koronal uyumsuzluğun %10 civarında olduğunu bildirmektedir<sup>16</sup>. Çalışmada daha önceden LDS nedeniyle cerrahi olup revizyon yaptığımız hiçbir hastada daha kötü bir koronal denge elde edilmedi. Bu başarılı sonuçların literatürde de açıkça belirtildiği gibi koronal dengesizlikte eğriliğin tipi, hareketli segmentin belirlenmesi ve distalde en alt seçilecek vertebranın yere karşı olan konumunu doğru olarak değerlendirmekten kaynaklıdır. LDS cerrahisinde koronal hizalama başarısızlığının bir kaç önemli noktası bulunmaktadır. LDS cerrahisinde en alt enstrumentasyon için seçilecek vertebra koronal hizalama konusunda kilit rol oynar. Eğer translasyon veya 25°nin üstünde eğimi olan vertebra seçilmişse postoperatif dönemde dengesizlikle karşılaşılma oranı yüksektir<sup>17</sup>. Distal kısımda dejenere olan lumbosakral kısmı füzyona dahil edilmediği durumlarda da problem çıkabilir. Tam hizalanma sağlanamadığı durumlarda mobil distal kısım eğer füzyona dahil edilmemişse kompensasyon mekanizması ile kendini toparlayabilirken dejeneratif bir durumda bu mekanizma devreye giremeyeceğinden sonuç daha kötü olabilir<sup>11</sup>.

Konkav-konveks tip eğriliklerinde de konveks tip düzeltici manüplasyonlarında daha dikkatli olunmalıdır. Konkav tip eğriliklerdeki yanlış bir düzeltmeye oranla konveks tip eğrilikteki yanlış yaklaşımda hasta daha çok koronal dengesizliğe gider. Bu sorunu aşabilmek için eğriliği tam düzeltmeye çalışmamak gerekir<sup>18</sup>.

Başka bir sorun ise fraksiyonel lumbosakral eğriliklerdir. Bazı vakalarda fraksiyonel eğrilikler ana eğrilikten daha sert olabilir. Böyle durumlarda bu alan sinir sıkışıklığına gider. İşte bu durumlarda mutlaka L4 ve L5'in yere paralel hale getirilmesi gereklidir. Böylece dekompresyon ile sinir rahatlatılıp ana eğriyi düzeltmek için daha dengeli bir zemin sağlanabilir<sup>19</sup>. Koronal denge bozukluğu sorununa çözüm olabilecek birçok yaklaşım literatürde mevcuttur. Sorunun komplike olmasından dolayı çözümde eksiklikler bulunmaktadır. Bu çalışmada bu sorunun çözümünde ya da takip sürelerinde oluşabilecek komplikasyonlara katkısı olabilecek bir yaklaşımla çift rod kullanımının dengeli sağlamadaki etkinliğinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışmadaki tekli ve çiftli rod kullanılan hastaların hepsinde sakruma inilmesi gerekli görülmediği durumlarda L4 veya L5 omurları yere paralel olacak şekilde denge sağlandı. Bunun üzerine kurulan başarılı koronal dengede çiftli rod kullanmanın tekli rod kullanmaya göre bir fark oluşturmadığı görüldü. Bulgular, literatürde belirtildiği gibi L4 veya L5 vertebranın yere paralel şekle ne kadar yakın olursa dengeli sağlamadaki başarının aynı paralellikte olduğu yönündeydi. Aynı zamanda seçilecek cerrahi tekniğin de başarıda önemli etkisi bulunmaktadır. Bu çalışmada rod sayısının koronal dengesizliği düzeltmede istatistiksel bir fark oluşturmadığı tespit edilse de bir yıllık takiplerde klinik sonuçlarda çiftli rodun avantajları görülmüştür. Bir yıllık takiplerinde tekli rod kullanılan hastaların iki tanesinde distal bölgede vida gevşemesi mevcuttu. Her iki hasta grubunda füzyon tekniği aynı olmasına rağmen bu %9 oranındaki pseudoatrozun nedeni yük dağılımından kaynaklanmaktadır. Tekli rod kullanılan gruptaki 2 hastada ayrıca rod kırılması

görüldü. İmplant yetmezliği %9 olarak tespit edildi. Çalışmada 4 hasta revizyon cerrahisine almıştır ve bu hastalar tekli rod grubundaydı. Revizyon cerrahi oranı tekli rod kullanılan grupta %18 iken çiftli rod kullanılan grupta pseudoartroz, implant yetmezliği ve bunlara bağlı revizyon cerrahisi görülmedi. Her iki grupta onikinci ayda VAS ve ODI skorları cerrahi öncesine göre iyileşme görüldü. İki grup arasında VAS ve ODI skorlarında fark görülmedi. Bu sonuçlarda klinik iyileşmenin rod sayısı ile ilişkili olmadığı, koronal dengesizliğin ne kadar başarılı şekilde düzeltildiği ile ilgili olduğu şeklinde yorumlanabilmektedir.

## Sonuç

Sonuç olarak koronal uyumsuzluğun düzeltilmesi için belirli kriterlere dikkat etmek gerekir. Bunların başında enstrümantasyon için uygun seviyelerin seçilmesini ve yeterli düzeltme yapılması gelir. Ayrıca bir veya daha fazla düzeltici manevradan yararlanılmasını ve uygun implant materyallerinin seçilmesi gereklidir. Özellikle uzun süreli takiplerde rodlara binecek yükün implant yetmezliğine neden olabileceği unutulmamalıdır. Bu soruna çözüm olarak çiftli rod kullanılması akılda tutulmalıdır.

## KAYNAKLAR

1. Silva FE, Lenke LG. Adult degenerative scoliosis: evaluation and management. *Neurosurg Focus*. 2010;28:E1–E10.
2. Kotwal S, Pumberger M, Hughes A, Girardi F. Degenerative scoliosis: a review. *HSS J* 2011;7:257–264.
3. Pumberger M, Schmidt H, Putzier M. Spinal Deformity Surgery: A Critical Review of Alignment and Balance. *Asian Spine J*. 2018;12(4):775-783. doi: 10.31616/asj.2018.12.4.775.
4. Thambiraj S, Boszczyk BM. Asymmetric osteotomy of the spine for coronal imbalance: a technical report. *Eur Spine J* 21(Suppl 2). 2012:S225–S229. doi:10.1007/s00586-012-2171-9.
5. Lamartina C, Berjano P, Petrucci M, et al. Criteria to restore the sagittal balance in deformity and degenerative spondylolisthesis. *Eur Spine J* 21(Suppl 1). 2012:S27–S31.
6. Barile F, Ruffilli A, Paolucci A, et al. Risk factors for postoperative coronal imbalance after surgical correction of adult spinal deformities: a systematic review with pooled analysis. *J Neurosurg Spine*. 2023;38(5):558-572. doi: 10.3171/2023.1.SPINE22669.
7. Obeid I, Berjano P, Lamartina C, Chopin D, Boissière L, Bourghli A. Classification of coronal imbalance in adult scoliosis and spine deformity: a treatment-oriented guideline. *Eur Spine J*. 2019;28(1):94-113. doi: 10.1007/s00586-018-5826-3.

8. Cho W, Mason JR, Smith JS, et al. Failure of lumbopelvic fixation after long construct fusions in patients with adult spinal deformity: clinical and radiographic risk factors: clinical article. *J Neurosurg Spine*. 2013;19:445–453. doi: 10.3171/2013.6.SPINE121129.
9. Simon J, Longis PM, Passuti N. Correlation between radiographic parameters and functional scores in degenerative lumbar and thoracolumbar scoliosis. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2017;103(2):285-290. doi: 10.1016/j.otsr.2016.10.021.
10. Takemoto M, Boissière L, Vital JM, et al. Are sagittal spinopelvic radiographic parameters significantly associated with quality of life of adult spinal deformity patients? Multivariate linear regression analyses for pre-operative and short-term post-operative health-related quality of life. *Eur Spine J*. 2016;26:2176–2186.
11. Bao H, Zhu F, Liu Z, et al. Coronal curvature and spinal imbalance in degenerative lumbar scoliosis: disc degeneration is associated. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2014;39(24):E1441-7. doi: 10.1097/BRS.0000000000000603.
12. Jimbo S, Kobayashi T, Aono K, et al. Epidemiology of degenerative lumbar scoliosis: a community based cohort study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2012;37:1763-70 .
13. Koller H, Pfanz C, Meier O, et al. Factors influencing radiographic and clinical outcomes in adult scoliosis surgery: a study of 448 European patients. *Eur Spine J*. 2016;25(2):532-48. doi: 10.1007/s00586-015-3898-x.
14. Ploumis A, Simpson AK, Cha TD, Herzog JP, Wood KB. Coronal spinal balance in adult spine deformity patients with long spinal fusions: a minimum 2-5 year follow-up study. *J Spinal Disord Tech*. 2013;28:341–347.
15. Theologis AA, Safaee M, Scheer JK, et al. International Spine Study Group (ISSG). Magnitude, location, and factors related to regional and global sagittal alignment change in long adult deformity constructs: report of 183 patients with 2-year follow-up. *Clin Spine Surg*. 2017;30(7):E948-E953. doi: 10.1097/BSD.0000000000000503.
16. Daubs MD, Lenke LG, Bridwell KH, et al. Does correction of preoperative coronal imbalance make a difference in outcomes of adult patients with deformity? *Spine (Phila Pa 1976)* 2013;38:476–483.
17. Sun Z, Qiu G, Zhao Y, Wang Y, Zhang J, Shen J. Lowest instrumented vertebrae selection for selective posterior fusion of moderate thoracolumbar/lumbar idiopathic scoliosis: lower-end vertebra or lower-end vertebra1? *Eur Spine J*. 2014;23(6):1251–1257. doi: 10.1007/s00586-014-3276-0.
18. Cecchinato R, Berjano P, Aguirre MFI, Lamartina C. Asymmetrical pedicle subtraction osteotomy in the lumbar spine in combined coronal and sagittal imbalance. *Eur Spine J*. 2015;24(suppl 1):S66–S71.

19. Lewis SJ, Keshen SG, Kato S, Dear TE, Gazendam AM. Risk factors for postoperative coronal balance in adult spinal deformity surgery. *Global Spine J.* 2018;8(7):690–697. doi: 10.1177/2192568218764904.