

## **1.ÖZET**

### **Lenke Tip 1 Adölesan İdiopatik Skolyozun Cerrahi Tedavisinde Segmental Pedikül Vidası ve Hibrid Enstrümantasyon Tekniklerinin Karşılaştırılması**

Dr.Ulaş SERARSLAN  
Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı  
Balçova-İZMİR

Adölesan idiopatik skolyoz (AİS) tedavisinde kullanılan en yeni yöntem, segmental pedikül vidaları ile enstrümantasyon tekniğidir. Tamamen pedikül vidaları ile yapılan enstrümantasyonun, sadece çengeller kullanılarak yapılan enstrümantasyondan üstün olduğu daha önce çeşitli çalışmalarla gösterilmiştir. Literatürde, lomber bölgede pedikül vidası, torasik bölgede çengel kullanımı ile uygulanan hibrid enstrümantasyon ile segmental pedikül vidasını karşılaştıran ise sadece iki adet çalışma mevcuttur. Bu çalışmalar da farklı sonuçlar ortaya koymaktadır. Bu sebeple, hangi tekniğin daha etkili olduğu konusu halen tartışmalıdır. Biz de, bu yüzden, kliniğimizde uyguladığımız bu iki farklı tekniğin, eğriliğin, postoperatif düzeltilmesi üzerindeki etkinliklerini karşılaştırmayı amaçladık.

Çalışmaya, AİS nedeniyle, posterior spinal enstrümantasyon ve füzyon uygulanan, Lenke sınıflamasına göre tip1 eğriliği olan 52 adet hasta dahil edildi. Hastaların 26 tanesine segmental pedikül vidası enstrümantasyonu, 26 tanesine de hibrid enstrümantasyon uygulanmıştı. Hastaların preoperatif ve erken postoperatif (postoperatif iki ay içinde) grafileri retrospektif olarak değerlendirildi ve yapılan ölçümler karşılaştırıldı.

Vida grubunda, preoperatif ortalama 57,3° olan torasik Cobb açısı, postoperatif 9,2°, hibrid grubunda ortalama 51° olan preoperatif torasik Cobb açısı ise postoperatif 13,4° olarak ölçüldü. Vida grubunda %83, hibrid grubunda %73 olarak gerçekleşen majör eğriliğin düzelme oranları karşılaştırıldığında, vida grubunda istatistiksel olarak daha fazla düzelme sağlandığı görüldü (P=0,016). Minör lomber eğriliğin düzelme oranları, sagittal plan değişimi, dengedeki düzelme ve apikal vertebral translasyon değişimi açısından ise iki grup arasında anlamlı fark saptanmadı.

Sonuç olarak, Lenke tip 1 eğriliklerde, segmental pedikül vidaları kullanılarak yapılan posterior spinal enstrümantasyon, majör torasik eğrilikte elde edilen düzelme miktarı açısından, hibrid enstrümantasyondan daha etkili bir yöntemdir.

Anahtar kelimeler: Adölesan idiopatik skolyoz, Lenke sınıflaması, segmental pedikül vidası, hibrid enstrümantasyon.

## **2.SUMMARY**

### **Comperative Analysis of Segmental Pedicle Screw and Hybrid Instrumentation Techniques in the Treatment of Lenke Type 1 Adolescent Idiopathic Scoliosis**

Ulaş SERARSLAN, MD  
Dokuz Eylul University Medical Faculty  
Department of Orthopaedics and Traumatology  
Izmir-TURKEY

The most recent instrumentation innovation for the treatment of adolescent idiopathic scoliosis (AIS) is pedicle screw. In the previous studies, the all screw constructs were shown to be superior to all hook constructs. There are only two studies in the literature that compare hybrid constructs (lumbar pedicle screws and thoracic hooks) and all screw constructs. These studies showed different results. The subject that which technique is better, remains controversial. For this reason, we decided to compare the effectiveness of two different techniques, on the postoperative curve correction.

Fifty two AIS patients with Lenke type 1 curves, who underwent isolated posterior spinal instrumentation and fusion were analyzed. Twenty six patients underwent fusion using segmental pedicle screw fixation and 26 patients underwent fusion using hybrid constructs. Preoperative and early postoperative (within 2 months postoperatively) radiographic measurements were compared .

In the screw group mean thoracic Cobb angle decreased from 57,3° to 9,2°, in the hybrid group mean thoracic Cobb angle decreased from 51° to 13,4° postoperatively. The mean major curve correction was 83% in the screw group and 73% in the hybrid group.

The major curve correction was significantly better in the screw group ( $P=0,016$ ). There was no significant difference observed between two groups when lumbar curve correction, sagittal plane change, apical vertebral translation change and coronal balance correction were compared.

In conclusion, the major curve correction with posterior segmental pedicle screw fixation in Lenke type 1 AIS curves is superior to that maintained with hybrid constructs.

Key words: Adolescent idiopathic scoliosis, Lenke classification, segmental pedicle screw, hybrid instrumentation.

### **3.GİRİŞ VE AMAC**

Omurganın, frontal, sagital ve aksiyel düzlemleri içeren kompleks deformitesi olan idiopatik skolyoz, çok uzun zamandır bilinen majör ortopedik bir problemdir. Sebebi tam olarak bilinmeyen bu hastalık, bir çok fonksiyonel, kozmetik ve sosyal soruna yol açmaktadır.

İdiopatik skolyozun tedavisi, genel olarak, izlem, ortez (korse) tedavisi ve cerrahi tedaviyi içerir. İzlem ve ortez tedavisi, genel olarak kabul görmüş belirli kurallara oturtulabilirse de, cerrahi tedavi, karar ve planlama aşamasından, postoperatif döneme kadar son derece zorlayıcı ve karmaşık bir süreçten oluşur. Cerrahinin amacı, eğriliği düzeltmek, ilerlemesini durduracak füzyonu sağlamak ve pelvis üzerinde santralize, dengeli bir omurga elde etmektir.

Skolyoz cerrahisinde enstrüman kullanımı, eğriliğin iki ucundan distraksiyon prensibine dayanan Harrington sistemi ile başlamıştır. Devrim niteliğinde bir gelişme olan Harrington enstrümantasyonu, uzun yıllar boyunca çok yaygın olarak uygulanmıştır. Daha sonra, skolyoz ve omurga biyomekaniği anlaşıldıkça bir çok yeni enstrümantasyon tekniği geliştirilmiştir. Bunlar arasında en önemlilerinden biri Cotrel ve Dubousset tarafından geliştirilen ve omurganın üç boyutlu deformitesini düzeltmeye yönelik olarak kullanılan sistemdir. Fiksasyon için çengellerin kullanıldığı bu sistem, yıllar boyunca skolyoz cerrahisinde altın standart olarak kabul edilmiştir.

Enstrümantasyon ile ilgili olarak yapılan en yeni buluşlardan birisi ise pedikül vidalarıdır. Çengeller ile kombine olarak kullanılabilirdiği gibi, tamamen pedikül vidaları ile de fiksasyon sağlanabilir. Özellikle son yıllarda, her segmentte pedikül vidası kullanımı ile gerçekleştirilen, segmental pedikül vidası enstrümantasyonu popülerlik kazanmıştır. Hangi fiksasyon tekniğinin daha etkili olduğu ise tartışılan bir konudur. Bir çok çalışmada, vida tekniğinin, deformiteyi düzeltmede çok daha etkili olduğu iddia edilmekle birlikte, iki teknik arasında belirgin bir fark bulunmadığını belirten çalışmalar da mevcuttur.

Biz de, yaptığımız çalışmada, adolesan idiopatik skolyozun cerrahi tedavisinde kendi kliniğimizde uyguladığımız iki farklı enstrümantasyon tekniğinin –lomber bölgede vida, torasik bölgede çengel kullanılarak yapılan hibrid enstrümantasyon ve sadece pedikül vidaları ile yapılan segmental pedikül vidası enstrümantasyonunun- deformitenin düzeltilmesi açısından, etkinliklerini ve birbirleri arasındaki farkları ortaya koymayı amaçladık

## **4. GENEL BİLGİLER**

### **4.1. Skolyozun Tanımı**

İlk olarak Galen (M.S. 131-201) tarafından kullanılan “skolyoz” terimi, Yunanca eğri, çarpık anlamına gelen kelimedenden türetilmiştir. Omurganın en yaygın deformitesidir. Tedavideki büyük gelişmelere karşın, skolyoz hala büyük bir ortopedik problemdir ve ortopedistleri ciddi anlamda meşgul etmektedir(1). Nitekim André, 1741 yılında eğri omurga şeklini ortopedinin sembolü olarak tasarlamıştır.

Günümüzde skolyoz, omurganın, ayakta çekilen direkt grafilerde, 10°’den daha fazla lateral eğriliği olarak tanımlanmaktadır(2). Omurganın bu lateral eğriliği, sıklıkla, eğriliğe dahil olan omurların rotasyonunu da içerdiğinden üç boyutlu bir deformite ortaya çıkar. Bu kompleks deformite üç plandaki anormal hareketin bir sonucudur: (1) sagittal planda, skolyotik segmentin lordozuna yol açan intervertebral genişleme, (2) frontal planda, laterale eğilme ve (3) aksiyel planda, rotasyonel komponent. Tüm bunların sonucunda omurgada torsiyon meydana gelir.

### **4.2. Skolyozun Sınıflaması**

İlk olarak 1900 yılında Dedard tarafından yapılan sınıflamanın ardından günümüze kadar, skolyotik deformite ile ilgili birçok sınıflama yapılmıştır. Büyük bir kısmı etiyolojik olan bu sınıflamalar arasında; 1922 yılında Lange, 1924’te Lovett, 1935’te Delitalia, 1962’de Pais tarafından yapılanlar sayılabilir. Daha sonra Cobb, Ponseti ve Friedman benzer pratik bir sınıflama daha yapmışlardır. Bu sınıflamada skolyoz, iki grup altında toplanmıştır; postural ve yapısal. Yapısal grup da kendi içinde myopatik, nöropatik, osteopatik ve idiopatik subgruplarına ayrılmıştır. Bu sınıflama uzun süre güncelliğini korumuş ve kullanılmıştır. Bugün ise artık Skolyoz Araştırma Derneği’nin (Scoliosis Research Society- SRS) yaptığı sınıflama kullanılmaktadır. Etiyolojik kökenli olan bu sınıflamada, skolyoz; yapısal olmayan, geçici yapısal ve yapısal olarak üç temel gruba ayrılmıştır(3).

Yapısal olmayan skolyozlar; postural ve dengeleyici olarak iki alt gruba ayrılır. Postural skolyozlar, genellikle on yaşından sonra bildirilen daima solda bulunan hafif skolyozlardır. Kişi aktif kas gücüyle eğriliğini düzeltebilir. Dengeleyici skolyozlara, bacak eşitsizliği ve kalça eklemi kontraktürleri sonucunda oluşan pelvik çarpıklık sebep olur. Hastanın erken yaşta bu sorunları ortadan kaldırıldığında skolyoz da kaybolur.

Geçici yapısal skolyozlar; siyatik, histerik ve inflamatuvar skolyozlardan ibarettir. Siyatik skolyozlar gerçek skolyoz değildir. Çoğu, disk hernisine bağlı sinir kökü sıkışması sonucunda meydana gelen koruyucu skolyozlardır. Nadir rastlanan histerik skolyozlar genellikle psikiyatrik tedavi sonrasında iyileşirler. İnflamatuvar skolyozlar, perinefritik abse veya benzeri infeksiyonlara bağlı olarak gelişirler ve asıl rahatsızlığın tedavisi ile ortadan kalkarlar.

Yapısal skolyozlar; bir süre sonra omurlarda ve çevre dokularda belirli patolojik değişikliklere yol açan skolyozlardır. İdiopatik, konjenital, nöromuskuler, nörofibromatik, mezenşimal hastalıklar ve travmatik alt gruplarına ayrılırlar(1).

SRS sınıflaması özetle şu şekildedir:

1- YAPISAL OLMAYAN SKOLYOZ

A-Postural skolyoz

B-Dengeleyici skolyoz

2- GEÇİCİ YAPISAL SKOLYOZ

A-Siyatik skolyoz

B-Histerik skolyoz

C-İnflamatuvar skolyoz

3- YAPISAL SKOLYOZ

A-İdiopatik (genetik) skolyoz

1.İnfantil (3 yaşından önce)

2.Jüvenil (3 ile 10 yaş arasında)

3.Adölesan ( 10 yaş ile iskelet matüritesi arasında)

B-Konjenital skolyoz

1.Vertebra

a) Posterior spinal defekti olanlar

-Nörolojik kayıpla birlikte olanlar (Myelomeningosel)

-Nörolojik kaybı bulunmayanlar (Spina bifida okkulta)

b) Posterior spinal defekti olmayanlar

-Nörolojik kayıpla birlikte olanlar (Diastematomyeli)

-Nörolojik kaybı bulunmayanlar (Gelişme kusuru, segmentasyon kusuru)

## 2.Ekstravertebral (Konjenital kostal füzyon)

### C-Nöromuskuler skolyoz

#### 1.Nöropatik şekil

- a) Aşağı motor nöron hastalığı (Poliomyelit)
- b) Yukarı motor nöron hastalığı (Serebral palsi)
- c) Diğerleri (Syringomyeli)

#### 2.Myopatik şekil

- a) Progresif (muskuler distrofi)
  - b) Statik (Amyotonia konjenita)
- #### 3.Diğerleri (Friedreich ataksisi, unilateral amelia)

### D-Nörofibromatik skolyoz

### E-Mezenşimal doku hastalıklarına bağlı skolyoz

- 1.Konjenital (Marfan sendromu, Morquio hastalığı, amyoplasia konjenita, cüceliğin çeşitli tipleri)
- 2.Sonradan kazanılan (Romatoid artrit, Still hastalığı)
- 3.Diğerleri (Scheuermann hastalığı, osteogenesis imperfecta)

### F-Travmatik skolyoz

- 1.Vertebra (Kırık, radyasyon, cerrahi)
- 2.Ekstravertebral (Yanıklar, toraks cerrahisi)

### G-İrritatif fenomenlere sekonder (Spinal kord tümörü, osteoid osteoma, sinir kökü irritasyonu)

### H-Diğerleri (Metabolik, nutrisyonel, endokrin)

### **4.3. İdiopatik Skolyoz**

İdiopatik skolyoz, deformitenin sebebinin belirlenemediği ve en sık görülen skolyoz tipidir. Yapısal skolyozlu hastaların yaklaşık %80'i bu grupta yer alır. İdiopatik skolyoz tanısı, nörolojik nedenleri dışlamak için ayrıntılı bir fizik muayene, konjenital anomalilerden



ayırımı için ise dikkatli radyolojik inceleme gerektirir. Büyümenin devam ettiği herhangi bir zamanda görülmekle beraber, pik yaptığı üç periyot tanımlanmıştır. Bunlardan birincisi, yaşamın ilk yılı, ikincisi, beşinci ve altıncı yaşlar, üçüncüsü ise onbir yaşından iskelet büyümesinin sonuna kadar olan dönemdir.

Böylece, idiopatik skolyoz, başlangıç yaşına göre üç alt gruba ayrılır. Üç yaşından önce tanı konulan hastalar infantil idiopatik skolyoz, üç ile on yaş arası olanlar juvenil idiopatik skolyoz, on yaşından itibaren iskelet matüritesine kadar geçen dönemde bulunan hastalar ise adölesan idiopatik skolyoz (AİS) olarak tanımlanır. İdiopatik skolyozun büyük çoğunluğunu adölesan idiopatik skolyoz oluşturmaktadır(4).

#### **4.3.1. İdiopatik Skolyozun Epidemiyolojisi**

Okul taramaları yoluyla yapılan çalışmalarda, idiopatik skolyoz prevalansı, 10 dereceye kadar olan eğriliklerde %1.5-3, yirmi dereceye kadar olan eğriliklerde %0.3-0.5, otuz dereceye kadar olan eğriliklerde %0.2-0.3 olarak bulunmuştur(4).

İdiopatik skolyoz dağılımı ile cinsiyet arasında da sıkı bir ilişki mevcuttur. Sekiz yaşın altında bayan-erkek oranı eşitken, sekiz yaşın üzerinde prevalans, bayanlarda, 4.6/1000, erkeklerde ise 0.2/1000 olarak tespit edilmiştir(5). Eğrilik miktarı ile cinsiyet ilişkisine bakıldığında ise, bayan-erkek oranı, 6-10 derece arasında 1:1, 11-20 derece arasında 1.4:1, 21 derecenin üzerinde 5.4:1, tedavi sınırındaki eğriliklerde ise 7.2:1 olarak hesaplanmıştır(6).

#### **4.3.2. İdiopatik Skolyozun Etiyolojisi**

İdiopatik skolyoz, etiyolojisi bilinmeyen patolojik bir kavramdır. Bugün, “idiopatik skolyoz” terimi omurga deformiteleri ile uğraşan hekimler tarafından iyi anlaşılmış bir tanım olsa da, etiyolojisini anlamaya yönelik önemli sorular halen yanıtsızlığını korumaktadır. Bu soruları yanıtlamaya yönelik bir çok çalışma yapılmış ve deformiteye yol açtığı düşünülen bir dizi faktör ortaya konmuştur(7).

#### ***Genetik Faktörler***

İdiopatik skolyoz gelişiminde genetik ve herediter faktörlerin rolü önemli oranda kabul görmektedir. Klinik gözlemler ve toplumsal çalışmalar göstermiştir ki; skolyozlu hastaların, aile bireyleri ve akrabaları arasında skolyoz görülme olasılığı normal popülasyona oranla yüksektir(7). Bu oran, birinci derece akrabalarda %11, ikinci ve üçüncü derece akrabalarda sırasıyla %2.4 ve %1.4 olarak belirlenmiştir(8).

İkizlerde yapılan çalışmalarda da, monozigotlarda %73, dizigotlarda %36 gibi yüksek, eş zamanlı skolyoz görülme oranları, genetik faktörlerin etkili olduğu görüşünü desteklemektedir(9).

Ailesel faktörlerin etkisi ortaya konmakla beraber, genetik geçişin nasıl olduğu konusu halen tartışmalıdır. Yapılan değişik çalışmalarda, X'e bağlı, otozomal dominant ya da multifaktöriyel geçiş paternlerinden söz edilmiştir.

Sonuç olarak, küçük popülasyonlar üzerinde, tek gen bozukluğu modeline bağlı olarak yapılan çalışmalar, idiyopatik skolyozun ortaya çıkışında etkili genetik faktörleri açıklamak için yeterli değildir. Günümüzde, idiyopatik skolyoz etiyolojisinde, bir çok genin ve bu genler arasındaki karmaşık ilişkilerin rol oynadığı düşünülmektedir(7).

### ***Melatoninin Rolü***

1983 yılında, Dubouset ve arkadaşlarının, pinealektomi yapılan tavuklarda rutin olarak skolyoz geliştiğini bulması ve bunu da azalmış melatonin yapımına bağlaması üzerine, idiyopatik skolyoz etiyolojisinde melatoninin etkisi araştırılmaya başlanmıştır.

Melatoninin diüurnal salınım ritminin, idiyopatik skolyoz gelişiminde etkili olduğu düşünülmüştür. Bununla birlikte, çeşitli hastalıklarda, bu ritmin bozulmasına rağmen, idiyopatik skolyoz gelişimi üzerinde belirgin bir etki görülmemiştir. Dahası, melatonin düzeyi düşüklüğünde görülen uyku ve immün sistem bozukluklarına idiyopatik skolyoz hastalarının çoğunda rastlanmamaktadır. Ayrıca bu hastalarda, melatonin yapımında belirgin bir eksiklik olduğuna dair kanıt da yoktur. Eğer deformite gelişiminde melatoninin etkisi varsa, bunun, sentez sırasında oluşan, yapısındaki bir bozukluğa bağlı olması muhtemeldir.

Sonuç olarak, idiyopatik skolyoz gelişiminde melatoninin, büyüme mekanizması üzerine direkt veya indirekt etki gösterdiği ve bu yolla etiyolojide rol oynadığı düşünülmektedir(7).

### ***Konnektif Dokunun Etkileri***

Spinal kolonu destekleyen yapıların temel elemanları olan kollajen ve elastik liflerin, idiyopatik skolyoz gelişimi üzerine etkili olduğu düşüncesi, bu konuda çalışmalara sebep olmuştur. Marfan sendromu gibi, temelinde bağ dokusu patolojisi bulunan hastalıklarda, skolyozun sık görülmesi, bu görüşü desteklemektedir.

Yapılan birçok çalışmada, kollajen, elastik fibril, proteoglikan, glukozaminoglikan, fibroblast yapı ve dizilim bozuklukları gösterilmiştir(10,11,12). Fakat görülen bu değişikliklerin, etiyolojide mi etkili olduğu, yoksa oluşan deformite sonucunda mı ortaya çıktığı tartışmalıdır(13).

### ***İskelet Kası Anomalileri***

Paraspinal kasların, idiyopatik skolyoz etiyolojisi üzerine etkileri uzun yıllardır tartışılmaktadır. Çeşitli çalışmalarda, tipII (hızlı kasılan) kas liflerinin sayısında, normale göre azalma olduğu belirtilmiştir(14,15,16). Ayrıca myofilaman yapısı bozuklukları, özellikle

konkav tarafta sarkomerde kısalma(17), kas liflerinde lipid, glikojen düzeyleri ve membranöz yapılarda artış, sarkoplazmik retinakulumda genişleme(18) gibi patolojiler bildirilmiştir. Yine benzer çalışmalarda; kas içiği sayısında belirgin azalma(19), kalsiyum içeriğinde artış(17) ve protein sentezinde azalmanın saptanması idiopatik skolyoz etiyojisinde çizgili kasların rolü olduğu fikrini kuvvetlendirmektedir. Fakat sonuçta tüm bu patolojilerin, oluşan deformitenin sebebi mi yoksa sonucu mu olduğu konusu halen tartışmalıdır.

### ***Trombosit Anomalileri***

İdiopatik skolyozlu hastaların trombositlerinde, yapısal ve fonksiyonel bozukluğa yol açan, çok sayıda histolojik ve biyokimyasal patolojik değişiklik bildirilmiştir(20). Bu değişiklikler, büyük oranda, iskelet kası ve trombosit gibi kontraktıl yapıya sahip hücrelerdeki, aktin ve myozin sistemlerinde oluşan defektlere bağlıdır. Bu anomalilerin bazıları hücre membranındaki bir bozukluktan kaynaklanır. Bu bozukluk, hücre içi kalsiyum ve fosfor düzeylerinin artmasına, kontraktıl yapıların ve trombosit agregasyonunun azalmasına neden olur. Ayrıca, hücre içi kalsiyum düzeyi düzenlenmesinde kritik bir role sahip olan kalmodulinin artmış aktivitesi, kalmodulin antagonisti olan melatonin düzeyi düşüklüğü, myozin zincirlerinin anormal peptid yapısı ve azalmış alfa-2-adrenerjik reseptörler gibi bozukluklar idiopatik skolyoz hastalarında tespit edilmiştir. Bu hastaların küçük bir bölümünde de trombositlerin normale oranla daha büyük olduğu gösterilmiştir(7).

### ***Nörolojik Mekanizmalar***

Son yirmi yıldır, idiopatik skolyoz hastaları ile kontrol grupları ve ilerleyici eğriliği olanlar ile olmayanlar arasında karmaşık nörolojik çalışmalar yapılmaktadır. Fakat sonuçların çelişkili olması nedeniyle henüz idiopatik skolyoz tanısında kullanılabilecek kesin nörolojik testler elde edilememiştir.

Bununla birlikte çeşitli çalışmalarda, hastalarda proprioepsiyon bozuklukları(16), denge bozuklukları(21), elektromiyografi ve somatosensöriyel uyarılmış potansiyel testlerinde değişiklikler(22), manyetik rezonans çalışmalarında %17 ile %42 arasında değişen oranlarda siringomyeli saptanması(23), idiopatik skolyozda, nörolojik faktörlerin etkili olduğunu düşündürmektedir.

### ***Büyüme ve Gelişmenin Rolü***

İdiopatik skolyoz hastalarının, yaşlılarına oranla daha uzun boylu olmaları(24), etiyojide büyüme ve gelişmenin etkisini akla getirmektedir. Birçok endokrin bozukluğun bu duruma etkisi olduğu iddia edilmiştir. Somatomedin ve büyüme hormonu düzeylerinin

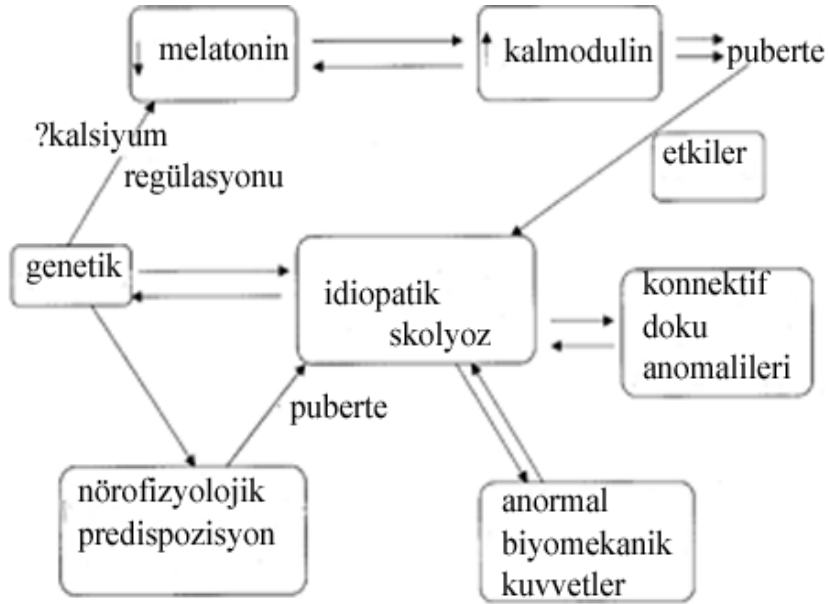
yüksekliği bazı çalışmalarda gösterilmiş olsa da, bu hormonların, idiopatik skolyozlu hastalarda normal değerlerde olduğunu belirten araştırmalar da vardır(25).

Büyüme ve gelişme üzerine etkili olduğu bilinen, tiroksin, seksüel hormonlar, fibroblast büyüme faktörü, insülin benzeri büyüme faktörü gibi birçok hormon ve büyüme faktörü ile ilgili ise henüz yeterli miktarda çalışma yoktur(7).

### ***Biyomekanik Faktörler***

Spinal dokuların mekanik özellikleri, anormal yüklenme ve omurganın diziliminin, idiopatik skolyoz gelişimine etkisi olduğu düşünülmektedir. Fakat belirli bir biyomekanik faktör varlığını gösteren, güçlü bir bilimsel kanıt elde edilmemiştir(7).

Sonuç olarak, idiopatik skolyozun multifaktöriyel olduğu, başlıbaşına tek bir sebebin değil, birbiri ile etkileşen birçok faktörün, hastalık etiyolojisinde rol oynadığı konusunda görüş birliği vardır(şekil 1).



**Şekil 1:** İdiopatik Skolyoz etiyolojisinde etkili faktörler

### 4.3.3. İdiopatik Skolyozun Patolojisi

İdiopatik skolyozun patolojisi, postmortem çalışmalar ve radyografik incelemeler ile birçok kez araştırılmıştır. Temel olarak, patolojinin kaynağını, torakal, lomber veya her iki bölgede birden yerleşmiş, rotasyon gösteren lateral bir eğrilik oluşturur. Eğrilik, apeksinin lokalizasyonuna göre adlandırılır. Apeksi, T2 vertebra ile T11-T12 diski arasında olan eğrilikler torakal, T12 ve L1 vertebra arasında olan eğrilikler torakolomber, L1-L2 diski ve L4 vertebra arasında olanlar ise lomber eğrilik olarak değerlendirilir(26). Eğrilik genellikle, omurgada sağda ve torakal bölgededir. Daha az sıklıkla, sağ torakolomber, sol lomber, sağ torakal sol lomber çift eğrilik ve nadir olarak da çift torakal eğrilik şeklinde görülebilir.

Omurgada görülen yapısal değişiklikler, eğriliğin derecesi ile orantılıdır. Bu değişiklikler, en fazla apekstedir(4).

Omurga korpusu, lateral eğriliğin konveks tarafına doğru rotasyon gösterir. Korpus, eğriliğin konkav tarafına doğru kamalaşmıştır. Korpusun kemik yoğunluğu, konkav tarafta fazla, konveks tarafta ise daha azdır. Eğriliğin konkav tarafında korteks kalın, konveks tarafında ise incedir.

İntervertebral disk yükseklikleri, eğriliğin konkav tarafında dar, konveks tarafında geniştir. Nükleus pulpozus konveks tarafa göç etmiştir. Aynı zamanda kimyasal yapısı da değişmiştir. Proteoglikan içeriği azalmış, bunun sonucunda visko elastik yapısını kaybetmiştir. Bu olay eğriliğin yapısal hale gelmesinin ilk sebeplerinden biridir ve artık geriye dönüş yoktur. Eğrilik bu aşamada düzeltilse bile, nükleus pulpozusun bu yapısı düzelmeyecek, buna karşın eğrilikteki kompanzasyon vertebra şekillerinin değişmesi ile sağlanacaktır.

Pediküller, eğriliğin konkav tarafında kısa ve kalındır. Kemik yoğunluğu konveks tarafa kıyasla fazladır. Pediküldeki patoloji, vertebral kanalın şeklini de etkilemiştir. Vertebral kanalın simetrisi bozulmuştur ve konkav tarafta darlık gösterir.

Laminalar, konkav tarafta daha dar ve kısadır. Kemik yoğunluğu, konkav tarafta, konveks tarafa kıyasla fazladır ve skleroz mevcuttur. Spongios içeriği azalmıştır.

Spinöz çıkıntı konkav tarafa doğru yönelmiş ve rotasyon göstermiştir. Transvers çıkıntılar da açısal değişiklikler gösterirler.

Faset eklemler asimetrik bir şekil almıştır. Konkav tarafta daha küçüktür. Aynı zamanda faset eklemin kırıldak dokusu da farklıdır ve kondroitin sülfat içeriği azalmıştır.

Kostalar konveks tarafta arkaya doğru bir kamburluk gösterir. Konkav tarafta ise bu, öne doğrudur. İnterkostal aralıklar konkav tarafta, konveks tarafa göre daralmıştır. Göğüs

kafesi pelvise doğru yaklaşmıştır. Kostaların vertebraya yakın uçları konkav tarafta kısadır. Konveks tarafta ise fonksiyonları bozulmuştur(1).

#### **4.3.4. İdiopatik Skolyozda Radyolojik İnceleme**

Skolyozda radyolojik inceleme, tanı, takip, tedavi yöntemlerinin tespiti ve sonuçlarının değerlendirilebilmesi için oldukça önemlidir(1). İlk olarak çekilmesi gerekenler, ayakta ön-arka ve yan grafilerdir. Bu grafiler tüm omurga ve pelvisi içermelidir. Eğer hastada alt ekstremitte uzunluk eşitsizliği mevcutsa, kısa olan ekstremitte tarafında ayak altına bir blok konularak bu eşitsizlik giderilmelidir. Yapılan bir çalışmada(27) grafi çekimleri sırasında maruz kalınan radyasyonun, hastalar açısından ek bir risk taşımadığı belirtilmişse de, çok sayıda radyolojik inceleme yapılan skolyoz hastalarında, hafif artmış meme ve tiroid kanseri görülme oranlarının bildirilmesi nedeniyle özellikle gonadları ve meme dokusunu koruyacak şekilde önlem alınması önerilmektedir(7).

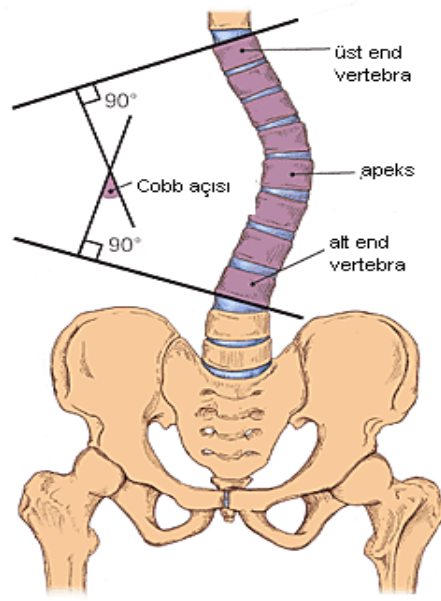
Preoperatif planlama sırasında, eğriliğin fleksibilitesini değerlendirmek için bazı özel grafilere ihtiyaç vardır. Bunun için en yaygın olarak kullanılan yöntem supin yana eğilme grafileridir. Eğilme grafilerinin dışında, traksiyon, genel anestezi altında traksiyon, fulcrum bending, push prone gibi yöntemler de kullanılmaktadır.

#### ***Eğrilik Derecesinin Ölçümü***

Eğrilik derecesinin belirlenmesinde Ferguson ve Cobb metodları kullanılır. Standart yöntem Cobb metodudur. Bu yöntemde; eğriliğin her iki ucunda en fazla eğime sahip olan vertebra üst ve alt end vertebra olarak belirlenir. Üst uç (end) vertebra'nın üst, alt uç vertebra'nın ise alt yüzeyinden geçen teğet çizgilere çizilen dikey çizgiler arasındaki açı eğrilik açısı kabul edilir (şekil 2).

Her ne kadar Cobb yöntemi, standart ölçüm metodu olarak kabul edilse de, hemen her zaman, değişik gözlemciler arasında, ölçüm değerleri bir miktar değişkenlik gösterir. Bu fark ortalama 7.2 derecedir. Eğer uç vertebra'lar önceden belirlenerek ölçüm yapılırsa, 6.3 dereceye düşer(28).

Cobb yöntemindeki bir diğer sorun ise, omurgadaki rotasyon nedeniyle, ön-arka grafilerde yapılan ölçümlerin hatalı sonuçlara neden olduğu görüşüdür. Buna göre, hasta, omurgadaki rotasyon kadar döndürülerek veya bu açı kadar oblik grafi çekilerek değerlendirme yapılmalıdır.



**Şekil 2:** Cobb metodu ile eğrilik derecesi ölçümü

Lateral grafide; üstte T3, T4 veya T5 ile altta T12 vertebralar arasından torakal kifoz ölçümü, L1 ile L5, T12 ile S1 veya L1 ile S1 vertebralar arasından ise lomber lordoz ölçümü yapılır(4,29,30).

#### ***Vertebral Rotasyon Ölçümü***

Skolyozda, vertebral rotasyon ölçümü için çok sayıda teknik geliştirilmiştir. Cobb, Nash ve Moe, Mehta, posterior elemanların pozisyonunu baz alan ölçüm teknikleri tarif etmişlerdir(31). Bunlardan başka, çeşitli yöntemler kullanılmış olsa da, klinik pratikte en fazla kabul gören ve geniş bir şekilde kullanılan teknik Perdriolle torsiyonmetresidir(31,32,33). Ek olarak daha kesin ölçüm sonuçları elde etmek amacıyla bilgisayarlı tomografi de kullanılmaktadır(34,35). Tüm bunlara rağmen, literatürde, hangi tekniğin etkinlik ve güvenilirlik açısından üstün olduğuna dair kesin bir görüş birliği yoktur.

#### **4.3.5. Adölesan İdiopatik Skolyozda Doğal Seyir**

AİS'lu birçok hasta, yaşamlarını, kozmetik kaygılar dışında belirgin bir fonksiyonel kısıtlanma olmadan sürdürebilmektedir. Skolyoz nedeniyle solunum fonksiyonlarında kısıtlanma ortaya çıkması için, eğriliğin 80 derece ya da üzerine çıkması gerektiği düşünülmektedir. Ayrıca, hafif ve orta dereceli skolyozlarda bel ve sırt ağrısı sıklığı yaşa göre normal popülasyondan farklı değildir. Ancak, skolyozun özellikle iskelet olarak immatür hastalarda ilerleme potansiyelinin olması ve ilerlemenin sınırlarının hastalar için önceden

kestirilememesi, AİS'un doğal seyirinin daha iyi anlaşılması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. İlerleme riskini oluşturan faktörler Tablo 1'de gösterilmiştir.

<b>Torakal</b>	<b>Lomber</b>	<b>Torakolomber</b>	<b>Kombine</b>
Cobb açısı > 50°	Cobb açısı > 30°	Cobb açısı > 30°	Cobb açısı > 50°
Apikal vertebral rotasyon > %30	Apikal vertebral rotasyon > %30	Apikal vertebral rotasyon > %30	
RVAD > 30°	Eğrilik yönü L5 vertebra pozisyonu  Translasyon- imbalans	Translasyon- imbalans	

**Tablo 1:** AİS'da çeşitli eğrilik tipleri için tanımlanmış ilerleme kriterleri  
(RVAD: Apikal kostovertebral açı farkı-Mehta açısı)

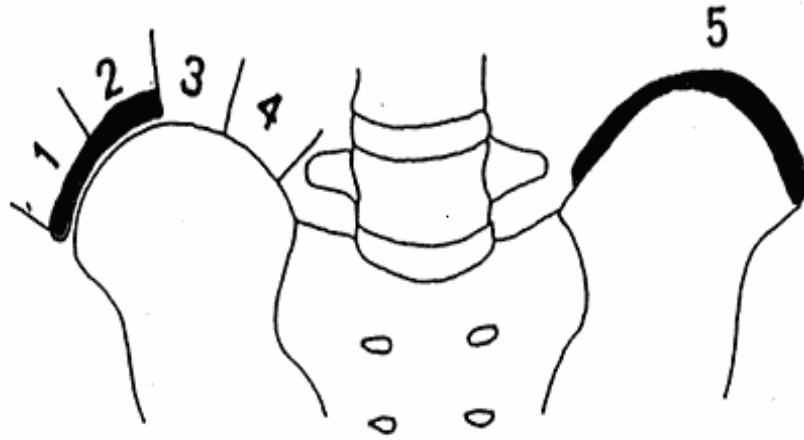
Bu kriterler dışında, yapılan çeşitli çalışmalarda, özellikle immatür hastaların belli büyüklüklerdeki eğriliklerinde ilerleme potansiyelleri araştırılmıştır. Buna göre, çeşitli büyüklükteki eğriliklerin yaş ve iskelet matüritesine göre ilerleme gösterme oranları belirlenmiştir(36,37,38,39). Bu oranlar tablo 2 ve tablo 3'te özetlenmiştir.

<b>Eğrilik açısı</b>	<b>10-12 yaş</b>	<b>13-15 yaş</b>	<b>16 yaş</b>
<19°	%25	%10	%0
20-29°	%60	%40	%10
30-59°	%90	%70	%30
>60°	%100	%90	%70

**Tablo 2:** AİS'da yaş ve eğrilik derecesine göre ilerleme olasılıkları



Eğriliklerin ilerlemesinde en önemli iki faktör, yaş/iskelet matüritesi ve eğriliğin tanınanındaki büyüklüğü olarak ortaya çıkmaktadır. İskelet matüritesinin radyolojik olarak belirlenmesinde Risser bulgusu büyük önem taşımaktadır. Bu bulgu, iliak kanat apofizinin ossifikasyon derecesine göre belirlenir. İliak kanat apofizinin ossifikasyonu lateralden başlar ve mediale doğru ilerler. Dört kadrana ayrılan iliak kanatta, Risser 0 hiç ossifikasyon olmamasını, Risser 4 ise dört kadranda birden ossifikasyonun gerçekleşmesini belirtir. Risser 5'te ise apofiz tamamen kapanmış ve iliak kanatla füzyon gerçekleşmiştir (Şekil 3).



Şekil 3: Risser bulgusu

Eğrilik açısı	Risser 0-1	Risser 2-4
5-19°	%22	%2
20-29°	%68	%23

Tablo 3: AIS'da Risser evresi ve eğrilik derecesine göre ilerleme olasılıkları

İskelet immatüritesinin değerlendirilmesinde, yaş ve Risser evresinin yanı sıra, asetabuler triradiat kırıkdağın ve/veya trokanterik apofizlerin açık olması, bayan hastaların premenarş veya menarş sonrası iki yıldan az geçmiş olması da önemli kriterlerdir(40).

#### 4.3.6. Adölesan İdiopatik Skolyozun Tedavisi

İdiopatik skolyozlu adölesanların birçoğu, eğriliklerinin ilerleme ihtimalinin düşük olması nedeniyle tedavi gerektirmez(41). Bu yüzden, tedavi, eğriliklerinde zamanla artış riski bulunan ve ilk başvuru anında ciddi eğriliği olan hastalara uygulanmalıdır.

Tedavi seçilirken, hastanın kalan büyüme potansiyeli, eğriliğin ciddiyeti ve skolyozun tipi göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca, kozmetik ve sosyal sorunlar da önem taşır. Tedavi seçenekleri; izlem, cerrahi olmayan tedavi ve cerrahi tedaviyi içerir. Genel yaklaşım ve izlenecek yol tablo 4’te özetlenmiştir(4).

Eğrilik derecesi	Risser 0/ Premenarş	Risser 1 veya 2	Risser 3, 4 veya 5
<25°	İzlem	İzlem	İzlem
30 – 45°	Korse tedavisi(eğrilik 25 dereceyi geçerse başlanmalı)	Korse tedavisi	İzlem
>45°	Cerrahi tedavi	Cerrahi tedavi	Cerrahi tedavi(eğrilik 50 derece ve üzerinde ise)

**Tablo 4:** AİS’da genel tedavi yaklaşımı

##### 4.3.6.1. İzlem

Genel olarak, 25 derecenin altındaki eğriliklerde –matüriteye bakılmaksızın- tedaviye gerek yoktur. Bu hastalar izlem gerektirir. Hastanın ne kadar aralıklarla görüleceği ise matürite ve eğrilik derecesine bağlıdır. Örneğin 24 derece eğriliği olan premenarş döneminde ve Risser 0 bir adölesan üç veya dört aylık aralarla takip edilmelidir. Bu hastanın eğriliğindeki ilerleme, korse tedavisi gerektirir. İskelet matüritesi daha fazla olan hastalarda (Risser 3 veya daha fazla) takip aralıkları uzatılabilir (altı ay).

Hastanın ilk başvuru anındaki eğrilik derecesi de takip aralıklarının belirlenmesinde etkilidir. Genel olarak, büyüyen çocukta, küçük dereceli eğriliklerde (yirmi derecenin altında) bir sonraki kontrol altı ay sonra yapılabilir. Eğer eğrilik 20-30 derece arasında ise hasta, üç veya dört ay sonra yeni grafilerle tekrar değerlendirilmelidir. Çünkü, eğrilikte beş derece veya daha fazla artış tedavi gerektirir. Eğriliklerinde herhangi bir ilerleme saptanmayan hastalarda, takip aralıkları tedrici olarak artırılabilir(4).

#### **4.3.6.2. Ortez (Korse) Tedavisi**

Bilinen ilk ortez uygulaması 16. yüzyılda Ambrose Pare tarafından uygulanmış, ilk alçı uygulaması ise 19. yüzyılda L.Albert Sayre tarafından gerçekleştirilmiştir. Uygulamalar, 1893'te Bradford ve Bracket'in "localizer" alçıyı tanımlaması ve 1920-1927 yılları arasında Hibbs ve Risser tarafından "turnbuckle" alçıyı geliştirmesiyle yaygınlaşmıştır. Günümüzde de yaygın olarak kullanılan Milwaukee ortezi 1946'da Blount , Schmidt ve Bidwell tarafından tasarlanmış ve 1970'lerde şu anda kullanılan modern şeklini almıştır.

Milwaukee ortezi modern ortezlerin en önemlilerinden biri ve servikal-torakolumbosakral ortezin (CTLSO) prototipidir. Üç ana birimden oluşur. Pelvik bölüm genellikle termoplastikten yapılır ve pelvise oturacak şekilde biçimlendirilir. İkinci ana bölüm, üst yapı olarak adlandırılan metal barlar ve boyun halkasından oluşur. Üçüncü ve en önemli bölüm ise yastıkları içerir. Lonstein ve Winter tarafından yapılan ve en büyük seriyi içeren çalışmada (1020 hasta) , Milwaukee ortezinin, eğriliğin ilerlemesini kontrol altına almakta etkili olduğu ortaya konulmuştur(42).

1971 yılında Hall ve Miller tarafından tanıtılan Boston ortezi günümüzde çok yaygın olarak kullanılan torakolumbosakral (TLSO) tip bir ortezdir. Termoplastik malzemeden, prefabrik olarak hazırlanır ve uygun boy hastaya uyarlanarak kullanılır. Ortezin, trokanterik, lumbar, torasik ve derotasyon yastıkçıkları mevcuttur. Apeksi T7 ve altında olan eğriliklerde etkindir. Boston ortezinin etkinliği de yapılan birçok klinik çalışma ile ortaya konmuştur ( 43,44,45).

Boston ve Milwaukee ortezlerinin yeterli etkinlik göstermesi için egzersiz ve vücut temizliği dışında tüm gün, en az yirmi saat kullanılması gereklidir. Bu da, tedaviye uyumu zorlaştıran en önemli etken olarak karşımıza çıkmaktadır(46).

Charleston ortezi ise, prensip olarak fazla düzeltilen eğriliklerde, bu maksimum eğilme pozisyonunu koruyacak şekilde, üç nokta prensibine göre üretilen ve yalnızca geceleri kullanılan bir ortez tipidir. Mantık olarak boy büyümesinin ve dolayısıyla eğriliğin ilerlemesinin esas olarak geceleri olduğu savından ortaya çıkmıştır. Tam gün ortez

kullanımının yarattığı uyum sorunlarını ortadan kaldırmayı amaçlamaktadır. Charleston ortezinin de Milwaukee ve Boston ortezleri kadar etkin olduğunu belirten çalışmaların yanı sıra(47,48), Katz ve arkadaşlarının çalışmasında Boston ortezinin çok daha efektif olduğu bildirilmiştir(49). Charleston ortezinin, 35 derecenin altında tek lomber veya torakolomber eğrilikte kullanılması önerilmektedir.

Yukarıda sayılanlar dışında da birçok çeşitli ortez (Wilmington ortezi, Miami ortezi vb.) halen kullanılmakla birlikte diğerleri kadar yaygınlık kazanmamıştır.

Sonuç olarak, AIS'da ortez tedavisi ile ilgili tartışmalar halen devam etmekle birlikte, bu konuda yapılan tek prospektif, kontrollü çalışmada, seçilmiş hastalarda ortez tedavisinin, skolyozun doğal seyrini olumlu yönde etkilediği ortaya konulmuştur. Buna göre, risk grubu hastalarda, başarısızlık oranları kontrol grubunda %70, ortez grubunda ise %40 olarak bulunmuştur(50).

İskelet matüritesine ulaşmış hastalarda, 45 derecenin üzerindeki eğriliklerde, tedaviyi emosyonel olarak tolere edemeyen hastalarda ve çok ileri derecede torakal hipokifozu olanlarda ortez tedavisi kontrendikedir. Ayrıca üst torasik ve servikotorasik eğrilikler de, genellikle tedaviye yanıt vermediğinden, ortez kullanımı için rölatif kontrendikasyon oluşturur(1,4).

#### **4.3.6.3. Cerrahi Tedavi**

##### ***Endikasyonlar***

Skolyozda cerrahi tedaviye karar vermede bir çok faktör rol oynar. En önemlisi eğriliğin derecesidir. İskelet matüritesini kazanmış hastalarda, 50 derecenin üzerindeki torasik eğrilikler çok büyük ihtimalle ilerleme göstereceğinden, neredeyse hepsine cerrahi tedavi uygulanır(51). Belirgin apikal rotasyonu veya translasyonu olan torakolomber veya lomber eğriliklerde ise daha düşük derecelerde de ilerleme riski yüksektir. Bu yüzden bu tip eğrilikler 40-45 dereceye ulaştığında ameliyat planlanmalıdır(4). Eğer hasta immatür ise, eğrilik progresyonunun daha hızlı olması beklendiğinden, 40 veya 45 derece üzerinde cerrahi tedavi uygulanır(4,52).

Eğrilik miktarına ek olarak hastanın kozmetik görünümü de (kendisinin, ailesinin ve cerrahının gözünden) cerrahi kararda etkilidir. Çoğu zaman, hastayı doktora getiren neden dış görünüşündeki bozukluklardır. Omuz , gövde dengesizlikleri ve kaburga kamburlukları gibi faktörler mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır.

Bunların dışında, korse tedavisinde başarı sağlanamaması, torasik lordoz, solunum problemlerinin başlaması, kontrol edilemeyen sırt ve bel ağrıları olması diğer cerrahi endikasyonları oluşturur(1).

### ***Cerrahi Tedavinin Amaçları***

Skolyozun cerrahi olarak tedavisinde ana amaçlar, eğriliğin derecesini azaltmak ve ilerlemeyi durdurmak için yeterli füzyonu güvenli bir şekilde sağlamaktır. Cerrahi sonrasında, hastanın, başının, omuzlarının ve gövdesinin pelvis üzerinde santralize olduğu, dengeli bir omurga elde edilmelidir. Hasta, en az morbidite ile tam fonksiyonunu kazanmalıdır(4,52).

### **4.3.6.3.1. Spinal Enstrümantasyon Türleri**

Harrington'un 1950'lerin sonunda geliştirdiği ve 1962 yılında ilk sonuçlarını yayınladığı spinal enstrümantasyon sistemi, skolyoz cerrahisinde yeni bir dönem başlatmış ve omurga deformitelerinin modern tedavisinin temellerini atmıştır. Daha önceki füzyon teknikleri, bolca kemik grefti kullanımı ile gelişme göstermiş ve uzun spinal füzyonlarda güvenli artrodez elde edilmesini sağlamışlardır. Ne var ki, cerrahi sonrası aylarca, korrektif alçı içinde yatak istirahati gerekliliği, tedavide sıkıntılara yol açmıştır. Enstrümantasyon uygulanan hastalarda ise cerrahi sonrası, iyi oturan bir alçı veya orteze mobilizasyonun sağlanması belirgin avantajlar getirmiştir(53).

Harrington sistemi yirmi yıldan uzun süreyle, sadece küçük değişiklikler yapılarak kullanılmıştır. Sonrasında zamanla, biyomekanik özelliklerin ve tekniğin daha iyi anlaşılmasıyla yeni enstrüman sistemleri geliştirilmiş ve kullanıma sunulmuştur(53). Bu sistemler fonksiyonel olarak beş ana grupta incelenir:

1. Distraksiyon/kompresyon enstrümantasyonu
2. Segmental enstrümantasyon
3. Derotasyon sistemleri
4. Pedikül vidası veya translasyonel sistemler
5. Anterior enstrümantasyon

### ***Distraksiyon/kompresyon Enstrümantasyonu***

Traksiyon, Hipokrat'tan bu yana, skolyoz tedavisinde geleneksel olarak kullanılmış bir yöntemdir. Harrington enstrümantasyonu da, skolyotik omurgayı düzeltmek için, eğriliğin konkav tarafına uygulanarak internal traksiyon mekanizması (distraksiyon) oluşturur. Bazı vakalarda konveks tarafa uygulanarak kompresyon da yapılabilir. Bu yöntem, omurgaya, ciltten aktarılandan çok daha büyük kuvvet uygulanmasını ve bu kuvvetin füzyon oluşana

kadar sürdürülmesini sağlar. Cerrahi sonrası uzun yatak istirahati gerekliliğini ortadan kaldırır.

Harrington sisteminin uzun dönemli takiplerinde iyi fonksiyonel sonuçlar ve eğriliğdeki düzelmenin, yaklaşık olarak %50 oranında korunduğu bildirilmiştir(54). Bunun yanında, rotasyonun düzelmemesi veya çok az düzelmesi, sagittal planda omurgada düzleşme ve lomber lordozda azalma, ameliyat sonrası alçı veya korsesiz mobilizasyona imkan vermemesi yöntemin dezavantajları olarak karşımıza çıkmaktadır. Yeni jenerasyon enstrümanların geliştirilmesiyle, bugün çok az kullanılır hale gelmiştir.

### ***Segmental Enstrümantasyon***

Segmental spinal enstrümantasyon, daha fazla düzeltme sağlamak, ayrıca enstrüman ve kemiğe binen yükü, eğriliğin her iki ucu yerine, birçok segmente dağıtarak azaltmak amacıyla geliştirilmiştir. Ek olarak, kuvvetin tüm rot boyunca paylaşılması, saf distraksiyon kuvvetinden daha efektif olan lateral düzeltici kuvvetlerin uygulanmasına izin verir(55).

Segmental enstrümantasyonun prototipi Luque sistemidir. Her seviyede, laminalar altından geçirilen tellerle omurgaya fikse edilen rotlardan oluşur. Bu sistemde, tellerin düzgün yüzeyle rotlar üzerinde kayabilmesi nedeniyle kompresyon veya distraksiyon uygulanamaz. Tellerin geçirilmesi sırasında nörolojik yaralanma riski ve epidural fibrozis potansiyeli nedeniyle, kullanımı daha çok, oturma dengesinin önem kazandığı nöromusküler skolyozlarla sınırlı kalmıştır(53).

### ***Derotasyon Sistemleri***

Üç boyutlu bir deformite olan skolyozda, “derotasyon” kavramı, Cotrel ve Dubousset tarafından geliştirilmiştir(56). Geliştirdikleri enstrümantasyon sisteminde, istenen sagittal eğim kadar bükülen rot eğriliğin konveks tarafına yerleştirilir (sistemde rotların kemiğe fiksasyonu çengeller ile sağlanır). Ardından, rot doksan derece döndürülür ve azalmış kifoz ile birlikte frontal plandaki skolyotik eğrilik düzeltilir. Daha önce kullanılan sistemlerin avantajlarını birleştirmesinin yanında rotasyonel kontrol de sağlar. Segmental (multipl) bağlantılarla kemik-metal stresini azaltmakla birlikte, içerdiği açık çengel ile rotların yerleştirilmesini ve böylece implantasyonu kolaylaştırır. Ayrıca sistemde, bir de transvers traksiyon cihazı bulunur. Bu cihazla, maksimum yer değiştirmiş vertebraya lateral düzeltici kuvvet uygulanabilir ve iki rot birbirine sabitlenerek rijid bir dikdörtgen yapı sağlanmış olur. Her rot üzerinde ayrı ayrı distraksiyon ve kompresyon uygulanabilmesi bir diğer avantajıdır. Sağladığı rijid fiksasyon sayesinde postoperatif dönemde, alçı veya korseye ihtiyaç olmadan erken mobilizasyon imkanı tanır(53,56).

### ***Pedikül Vidası veya Translasyonel Sistemler***

Adölesan idiopatik skolyoz tedavisindeki enstrümantasyon teknikleri konusunda yapılmış en yeni keşif, pedikül vidalarının kullanımındır(57). Bu teknik, omurga bozukluklarının tedavisinde devrimsel bir nitelik taşımaktadır. İlk kez 1960'lı yılların başında kullanılmaya başlayan pedikül vidaları, yıllar içinde gelişme göstererek, 1980'lerde başarılı klinik sonuçların yayınlanması ile popülerlik kazanmıştır(58,59,60). AIS tedavisinde ilk olarak, çift major eğriliklerde, Cotrel-Dubousset (CD) sistemine, lomber bölgede çengel yerine pedikül vidalarının konulması ile kullanılmaya başlanmıştır(61). Daha sonra Suk ve ark. torasik bölgede de pedikül vidalarını kullanarak tedaviye yeni bir boyut kazandırmıştır(62).

Pedikül vidaları, kemiğe bağlantı için, omurun en kuvvetli bölümünü -pedikülü - kullanır ve bu yolla fiksasyonu, omur cisminin içine kadar ilerletme imkanı sağlar. Böylece omurganın her üç kolonunun kontrolü sağlanmış olur(53). Vidanın sıyrılma riskini azaltmak için bu derinlik, omur cisminin %50-75'i kadar olmalıdır(63). Yapılan biyomekanik çalışmalarda, pedikül vidaları ile sağlanan fiksasyon kuvvetinin, diğer yöntemlerden üstün olduğu gösterilmiştir(64). Elde edilen bu sağlam fiksasyonun segmental olarak kullanımı ile, kuvvetin birçok segmente dağılımı ve her bir segmente binen yükün azaltılması sağlanmıştır. Ayrıca her bir ayrı segment arasında selektif olarak distraksiyon ve kompresyon uygulanabilmesi ile deformite çok daha kontrollü bir şekilde düzeltilebilmektedir(62). Bunun yanında, çok daha etkin bir şekilde rotasyonel düzelmelerde elde edilir(61). Postoperatif dönemde de ek bir eksternal cihaz kullanımına gerek olmadan, erken mobilizasyon mümkün olmaktadır.

Yöntemin en önemli avantajlarından birisi de şüphesiz ki, elde edilen güvenli internal fiksasyon sayesinde, ek olarak otojen kemik grefti kullanımının, dolayısıyla donör alan problemlerinin en aza inmesidir(58). 1960'larda altı ila on iki ay olan füzyon iyileşme süresi artık iki-dört aya kadar inmiştir(61).

Pedikül vidaları ile fiksasyonun gelişmesi ve biyomekaniğinin daha iyi anlaşılması ile birlikte, multiaksiyel (poliaksiyel) pedikül vidaları geliştirilmiş ve kullanıma sunulmuştur. Böylece, rotaların uygun şekilde yerleştirilmesi kolaylaşır ve sistemin stabilitesini etkileyebilecek , vida derinliği ve konfigürasyonunda ayarlamalar yapma ihtiyacı en aza indirilmiş olur. Multiaksiyel vidalarla yapılan fiksasyonun, koronal ve sagittal düzlem deformitelerinde monoaksiyel vidalar kadar etkili olduğu , fakat rotasyonel deformitelerin düzeltilmesinde monoaksiyel vidaların daha üstün olduğu gösterilmiştir(65).

### ***Anterior Enstrümantasyon***

Anterior sistemler, direkt olarak vertebra cisminde uygulanan implantlardan oluşur. Anterior terimi, çok büyük oranda anterolateral enstrümantasyonu tanımlar. Skolyotik deformitelerde, vertebra cisminin lateralinden uygulanan vida – rot veya plak sistemleri ile anterior kompresyon, çok büyük düzeltici kuvvete sahiptir(66). Anterior enstrümantasyonun, lordozu azaltıcı etkisi, lomber bölgede risk yaratsa da, torakal bölgede hipokifozun restore edilmesinde oldukça faydalıdır. Bunun yanında, anterior girişim ile, çok ileri rijid eğriliklerde, diskektomi ve anterior gevşetme sonrası daha etkin düzeltme sağlanabileceği düşünülmekle birlikte, son yıllarda pedikül vidaları ile yalnızca posteriordan segmental enstrümantasyonun yeterli olduğu gösterilmiştir(67).

#### **4.3.6.3.2. Preoperatif Planlama**

Skolyoz cerrahisinde preoperatif planlama, bir dizi zor karar vermeyi gerektiren, karmaşık bir süreçtir. Amaç; deformite miktarını azaltıp, eğriliğin ilerlemesini durduracak yeterli füzyonu sağlarken, aynı zamanda stabil, iyi dengelenmiş bir omurga elde etmektir. Bu nedenle planlama yapılırken cerrah, bir çok faktörü göz önünde bulundurmalıdır. Bunlar; hastanın özellikleri (eğriliğin şekli , dengesi, fleksibilitesi, nörolojik durum, matürite, kalan büyüme potansiyeli, vb.), enstrümantasyon parametreleri (enstrüman tipi, kullanılacak vida ve/veya çengellerin yeri, sayısı, enstrüman edilecek segmentler, rotların boyu ve şekli, enstrümantasyon sırasındaki manevralar, vb.) ve diğer cerrahi ihtiyaçları (transfüzyon, kemik greftlemesi, spinal kord monitörizasyonu, postoperatif ağrı kontrolü) içerir(4).

Modern multi-segmental enstrümantasyon sistemleri ile, değişik eğrilik tiplerinde, en uygun ameliyat planlamasının nasıl yapılacağı, ne tür enstrümanların kullanılacağı konusunda net bir görüş birliği yoktur. Füzyon düzeylerinin belirlenmesi ise halen skolyoz cerrahisinin en zorlayıcı kararlarından biridir(68). Harrington enstrümantasyonu dönemlerinde geleneksel yaklaşım, torakal ve lomber eğriliklerde, T4-L4 arası füzyon olmuştur. Ferguson, ideal füzyonun, uzak yüzeyleri birbirine paralel olan vertebralara kadar ilerletilmesi gerektiğini belirtmiştir. Moe ve Goldstein, eğriliğin üstündeki ve altındaki her iki nötral rotasyonlu vertebra arasında füzyon önermiştir(69). Harrington , uygulanan füzyonun alt seviyesinin, stabil zon olarak tanımladığı, her iki lumbosakral fasetten çizilen dikey çizgiler arasında kalan alana kadar uzanması gerektiğini bildirmiştir. King ve arkadaşları ise 1983 yılında yayınladıkları çalışmada, yeni bir sınıflama sistemi olan King-Moe sınıflamasında beş ayrı eğrilik paterni tanımlamışlardır(70). Bu sınıflama, skolyoz cerrahisinde yol gösterici olarak çok yaygın olarak kabul görmüş ve kullanılmıştır.

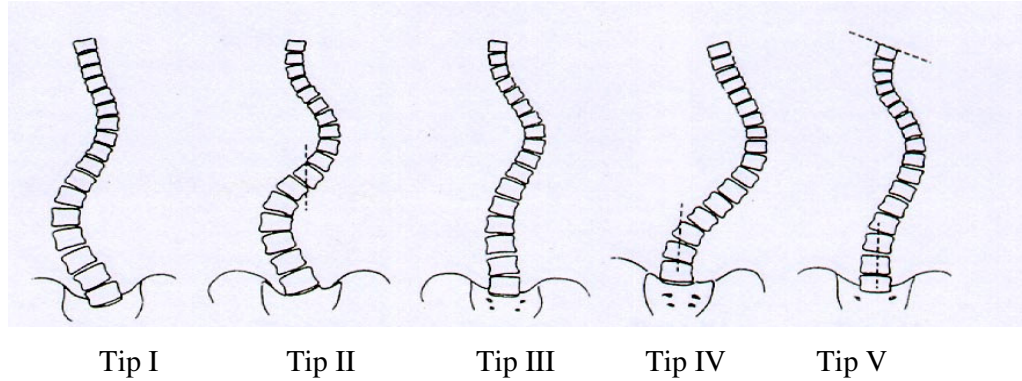


King tip I ve tip II eğrilikler; hem torakal hem lomber eğriliklerin orta hattı geçtiği “S” şeklinde eğriliklerdir. King tip I’de lomber eğrilik, torakal eğrilikten üç derece veya daha fazla büyüktür. Supin eğilme grafilerinde, torakal eğriliğin fleksibilitesi, lomber eğrilikten daha fazladır. King tip II’de torakal eğrilik lomber eğriliğe eşit veya lomber eğrilikten daha büyüktür. Eğilme grafilerinde, lomber eğriliğin fleksibilitesi daha fazladır.

King tip III eğriliklerde; alt seviyesi orta hattı geçmeyen, torakal eğrilik mevcuttur.

King tip IV’te; uzun bir torakal eğrilik bulunur. L5 vertebra sakrum üzerinde santralizedir fakat L4, eğriliğin konveks tarafına doğru eğimlidir.

King tip V eğrilikler, çift torakal eğriliklerdir ve T1, üst torakal eğriliğin konveks tarafına doğru eğimlidir (şekil 4).

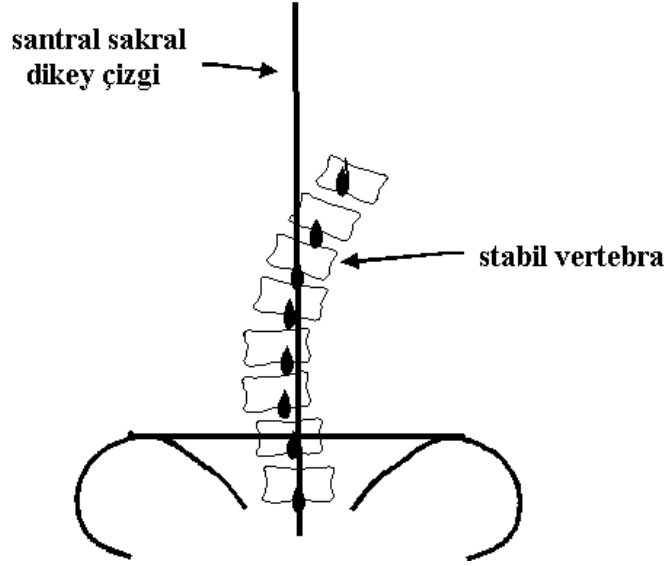


**Şekil 4:** King-Moe sınıflamasına göre eğrilik tipleri

En sık karşılaşılan ve cerrahi tedavi gerektirenler, tip II ve III eğriliklerdir. King ve Moe tarafından tanımlanmayan diğer eğrilik paternleri ise, tek torakolomber, tek lomber, ve “S” şeklinde çift majör eğriliklerdir. Çift majör eğrilikler, hem torakal hem lomber bölgede benzer büyüklükte ve limitli fleksibiliteye sahip eğrilikler olarak tanımlanır ve King tip II eğriliklerden ayrılması önemlidir.

“Stabil vertebra”; torakal eğrilik içinde, santral sakral dikey çizgi (SSDÇ) tarafından ortadan ikiye bölünen vertebra olarak tanımlanır. SSDÇ, iliak kanatları birleştiren çizgiye dik olarak, sakrumun orta noktasından çizilen çizgidir (şekil 5). King’e göre stabil vertebra tanımı, tüm eğrilik paternlerinde, uygun füzyon düzeylerinin seçiminde büyük önem taşır. Harrington enstrümantasyonunda, füzyonun alt seviyesinin, stabil vertebrada kalması gerektiğini, böylece eğrilikte makul miktarda düzelme ile birlikte dengeli bir omurga elde edilebileceğini belirtmiştir. King, ayrıca, tip II eğriliklerde, lomber eğriliği enstrümente

etmeden sadece torakal bölgeye yapılan selektif füzyonu önermiştir. Bu yaklaşım, Harrington enstrümantasyonu sonrası tatminkâr spinal denge ve lomber hareketin korunmasını sağlar(70).



**Şekil 5:** Santral sakral dikey çizgi ve stabil vertebra

Her ne kadar, King-Moe sistemi, yayınlandığından beri, AİS sınıflamasında altın standart olarak kabul edilmiş olsa da, değişik skolyotik eğrilik tiplerinin modern segmental enstrümanlar ile tedavisi için kullanımı söz konusu olduğunda çeşitli eksiklikler içerdiği gösterilmiştir(71). Bunun sonucu olarak, Lenke ve arkadaşları tarafından, yeni bir sınıflama sistemi geliştirilmiştir(26). Bu sistem, eğriliğin tam olarak sınıflanması için, ayakta AP ve lateral grafiğin yanında supin yana eğilme grafiğinin değerlendirilmesini gerektirir.

Yeni sınıflama sisteminin geliştirilmesi çeşitli amaçlar taşımaktadır. Sınıflama; tüm eğrilik tiplerini içermeli, sagittal plana daha fazla ilgi gösterilerek iki boyutlu değerlendirme yapılmalı, yapısal olmayan minör eğrilikleri ayırarak, major ve yapısal minör eğriliklere cerrahi uygulanmasını önerecek şekilde tedaviye yönelik olmalı, selektif füzyon için hangi vakaların uygun olduğunu ortaya koyabilmeli, değişik eğrilik tiplerini ayırt edebilmek ve böylece gözlemci içi ve gözlemciler arası güvenilirliği artırmak için objektif kriterlere sahip olmalı, rutin uygulamada kolayca anlaşılır ve kullanılabilir olmalıdır(72).

#### 4.3.6.3.3. Lenke Sınıflama Sisteminin Kullanılması

Sınıflama sistemi, ayakta çekilen grafilerde koronal ve sagittal planın ve yatarak çekilen eğilme grafilerinin değerlendirilmesi ile başlar. Ayakta AP grafilerde, spinal kolonun, eğrilik meydana gelebilecek üç bölgesi belirlenir. Bunlar; proksimal torasik (PT), ana torasik (AT) ve torakolomber/lomber (TL/L) bölgelerdir. Cobb ölçümü en büyük olan eğrilik, majör eğrilik olarak belirlenir ve cerrahi tedavide her zaman füzyona dahil edilmelidir. Geri kalan iki bölgedeki eğrilikler minör eğriliklerdir. AIS cerrahisinde verilecek kararların en önemlilerinden biri, bu minör eğriliklerin, füzyona dahil edilip edilmeyeceğidir. Bu karara yardımcı olmak amacıyla, Lenke sınıflamasında, minör eğriliklerin yapısal olma kriterleri belirlenmiştir. Supin yana eğilme grafileri ile, minör eğriliklerin her biri için, yapılan fleksibilite değerlendirilmesinde, eğer, kalan eğrilik 25 derece veya daha fazla ise, bu minör eğrilik yapısal olarak kabul edilir. Ek olarak, sagittal planda, proksimal torasik bölgede (T2-T5) veya torakolomber bileşkede (T10-L2) 20 derece veya daha fazla hiperkifoz mevcutsa bu bölgelerdeki minör eğrilikler de yapısaldır. Böylece her üç bölgedeki (PT, AT, TL/L) majör, minör yapısal ve minör yapısal olmayan eğriliklerin belirlenmesi ile altı farklı eğrilik tipi tanımlanır: Tip 1, ana torasik (AT); tip 2, çift torasik (ÇT); tip 3, çift majör (ÇM); tip 4 üçlü majör (ÜM); tip 5, torakolomber/lomber (TL/L); tip 6, torakolomber/lomber-ana torasik (TL/L-AT) (26) (Tablo 5).

Tip	Tanım	Proksimal torasik	Ana torasik	Torakolomber /lomber	Yapısal eğrilikler
1	Ana torasik	Yapısal değil	Yapısal (majör)	Yapısal değil	AT
2	Çift torasik	Yapısal	Yapısal (majör)	Yapısal değil	PT, AT
3	Çift majör	Yapısal değil	Yapısal (majör)	Yapısal	AT, TL/L
4	Üçlü majör	Yapısal	Yapısal (majör*)	Yapısal (majör*)	PT, AT, TL/L
5	Torakolomber/lomber	Yapısal değil	Yapısal değil	Yapısal (majör)	TL/L
6	Torakolomber/lomber-ana torasik	Yapısal değil	Yapısal	Yapısal (majör)	TL/L, AT

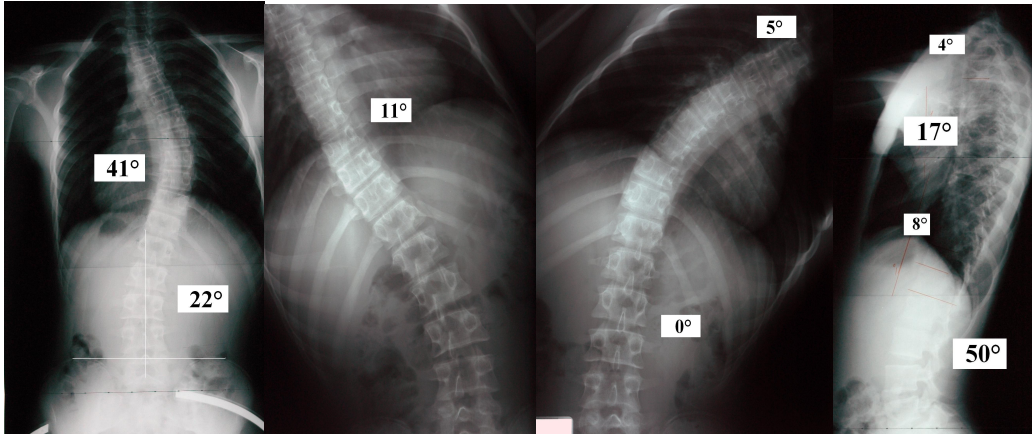
**Tablo 5:** Lenke sınıflamasına göre eğrilik tipleri

(\*Tip 4'te ana torasik veya torakolomber/lomber eğrilikler majör olabilir)

Eğrilik tipleri tespit edildikten sonra, iki adet değişken eklenir. Bunlar; lomber değişken ve sagittal torasik değişkenlerdir. Lomber değişken, preoperatif lomber eğriliğin apeksinin, santral sakral dikey çizgiye göre olan pozisyonu ile belirlenir(73). Buna göre; santral sakral dikey çizgi, stabil vertebraya kadar lomber omurların pedikülleri arasından ilerlerse lomber değişken A olarak değerlendirilir. Lomber değişken B’de, santral sakral dikey çizgi, lomber apikal vertebranın pedikülüne teğet geçer. Tip C’de ise santral sakral dikey çizgi lomber apikal vertebranın tamamen dışından geçer (şekil 7).

Son olarak, T5-T12 arası sagittal Cobb ölçümü ile sagittal torasik değişken belirlenir. Eğer ölçülen değer, +10 derecenin altında, yani hipokifoz veya lordoz söz konusu ise “-”, +10 ve +40 derece arasında ise “N”, +40 derecenin üzerinde ise “+” olarak kaydedilir.


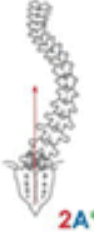



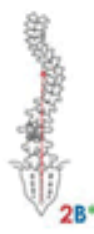
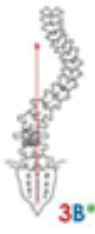


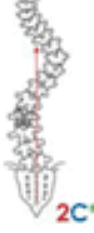










Böylece bu üçlü sisteminde, eğrilik tipi (1-6), lomber değişken (A,B,C) ve sagittal torasik değişken (-,N,+) komponentleri birleştirilerek tam bir sınıflama elde edilmiş olur (örneğin, 1AN, şekil 6). Bu sistemle kırk iki ayrı eğrilik sınıflamak mümkündür. Yapılan çalışmalarda, Lenke sınıflamasının, gözlemci içi ve gözlemciler arası güvenilirlik açısından, King-Moe sınıflamasından üstün olduğu gösterilmiştir(71,74).



**Şekil 6:** Lenke tip 1AN tipi majör torasik eğrilik.

41° torasik, 22° lomber eğrilik, eğilme grafilerinde 11° ve 0° olarak ölçülmekte.

Torasik kifoz (T5-T12) 17° (N), proksimal torasik kifoz (T2-T5) 4° ve torakolomber kifoz (T10-L2) 8°.

Eğrilik tipleri (1-6)						
Lomber Değişken	Tip1	Tip2	Tip3	Tip4	Tip5	Tip6
<b>A</b>	 1A*	 2A*	 3A*	 4A*		
<b>B</b>	 1B*	 2B*	 3B*	 4B*		
<b>C</b>	 1C*	 2C*	 3C*	 4C*	 5C*	 6C*
<b>Sagital plan ölçümüne göre yapısal kriterleri (&gt;20°)</b>	 normal	 PT kifoz	 TL kifoz	 PT ve TL kifoz	 normal	 TL kifoz

T5-T12 ölçümüne göre  
sagital torasik değişken  
-: <10°  
N: 10-40°  
+: >40°

Şekil 7: Lenke sınıflamasına göre eğrilik tipleri, lomber ve sagital değişkenler  
(P.T: Proksimal torasik, T.L: Torakolomber)

#### 4.3.6.3.4. Lenke Sınıflamasına Göre Tedavi

Bu sınıflama sisteminin esas yol gösterici noktası, majör yapısal ve minör yapısal eğriliklerin füzyona dahil edilip, yapısal olmayan minör eğriliklerin füzyon dışında bırakılması gerekliliğidir. Tip 1, ana torasik eğrilikler için, ana torasik eğrilik, anterior veya posteriordan füzyone edilmelidir. Tip2, çift torasik eğrilikte, hem proksimal torasik hem de ana torasik eğriliklere posterior füzyon uygulanır. Tip 3, çift majör eğriliklerde de, hem ana torasik hem de torakolomber/lomber bölgelere posterior füzyon gereklidir. Tip 4, üçlü majör eğriliklerde, her üç bölgeye de (proksimal torasik, ana torasik, torakolomber/lomber) posterior füzyon uygulanmalıdır. Tip 5, torakolomber/lomber eğriliklerde, torakolomber/lomber bölgeye anteriordan veya posteriordan füzyon yapılabilir. Tip 6, torakolomber/lomber-ana torasik eğriliklerde ise hem ana torasik hem de torakolomber/lomber bölge posteriordan füzyone edilmelidir. Bazı belirli durumlarda ise, torasik veya lomber bölgede anterior ve posterior yaklaşımın birlikte uygulanması gerekebilir. Bunlar; çok büyük eğrilikler, eğilme grafilerinde sınırlı fleksibilite, artmış kifoz ve crankshaft fenomeni riski taşıyan immatüredir.

Majör ve yapısal minör eğriliklerin füzyonunda izlenmesi gereken genel kurallar şu şekildedir:

##### ***Tip 1: Ana Torasik Eğrilikler***

Tip 1 eğriliklerde genel kural, sadece ana torasik bölgenin, selektif olarak, anterior veya posterior yaklaşımla füzyone edilmesidir. Lomber değişkenler, A, B veya C , sagittal değişken ise -, + veya N olabilir. Bununla birlikte, ana torasik eğriliklerde selektif torasik füzyon halen bir çok tartışma ve çalışmaya konu olmaktadır. Genel olarak tip 1 eğriliklerde, sadece torasik eğriliğin füzyonunun güvenli ve yeterli olduğu kabul edilmekle birlikte, bazı hastalarda postoperatif dengesizliklerin ve lomber eğrilikte artışın ortaya çıkması nedeniyle, selektif füzyon seçilirken bazı önemli kriterlere dikkat edilmesi gerektiği bildirilmiştir. Sıklıkla, füzyon, üst uç vertebranın bir üst seviyesi ile, alt uç vertebranın bir alt seviyesi arasında yapılır. Fakat, eğer füzyonun alt seviyesi, nötral vertebranın iki veya daha fazla seviye üzerinde sonlandırılırsa, postoperatif dengesizlik ve eğrilikte artış problemlerinin ortaya çıkma riski yüksektir. Nötral vertebra, alt uç vertebra ile aynı seviyede ise veya bir seviye distalinde ise, nötral vertebraya kadar füzyon güvenlidir. Eğer preoperatif nötral vertebra ile alt uç vertebra arasında iki veya daha fazla seviye farkı mevcutsa, nötral vertebranın bir üst seviyesine kadar uzanan füzyon da aynı şekilde yeterli olur. Ayrıca, 25 derecenin üzerinde

proksimal torasik eğriliklerde, omuzlar aynı hizada veya sol omuz daha yüksekte ise bu proksimal torasik eğrilik de füzyona dahil edilmelidir(75,76,77,78).

Tip 1 eğrilikler primer olarak posterior yaklaşım ile tedavi edilir. Tüm tip 1 eğrilikler için posteror füzyon uygun olabilir. Günümüzde, AİS cerrahisinde artan sıklıkla pedikül vidası kullanılan enstrümanlar tercih edilmektedir. Bu implantlarla elde edilen güçlü düzeltici kuvvetlere ek olarak, çok seviyeli segmental pedikül vidaları sayesinde, direkt olarak apikal vertebral derotasyon manevraları uygulanarak etkili düzeltme sağlamak mümkün olmaktadır.

Lordotik sagittal dizilimi olan hastalarda, selektif anterior füzyonun, lomber eğriliğin spontan olarak düzelmesini optimize edebileceği C tipi lomber eğriliği olan hastalarda, apikal pedikül vidası kullanılmadan yapılan posterior füzyon sonucu crankshaft fenomeni gelişme riski taşıyan immatür hastalarda anterior yaklaşım tercih edilebilir. Ayrıca, posterior enstrümantasyon ve füzyon ile kombine edilen anterior gevşetme ve füzyon da uygulanabilir. Bu yaklaşım için endikasyonlar; ayakta çekilen grafilerde 90-100 dereceyi geçen, eğilme grafilerinde 60-70 derecenin altına inmeyen ciddi, rijid eğrilikler ve sagittal planda, ciddi lordoz veya hiperkifoz olmasıdır(72).

### ***Tip 2: Çift Torasik Eğrilikler***

Tip 2, çift torasik eğrilikler, proksimal torasik ve ana torasik bölgelerin posteriordan enstrümantasyon ve füzyonunu gerektirir. Nadiren, çok büyük ve sert eğriliklerde anterior gevşetme gerekebilir. Bunun için gerekli kriterler tip 1 eğriliklerdeki ile benzerdir. Enstrümantasyon ve füzyon; sıklıkla T2'den, daha nadiren T3'ten başlar ve distalde, santral sakral dikey çizgi tarafından kesilen en proksimal vertebraya kadar uzanır. Lomber değişkenin A, B veya C olması fark etmez. Sağ ana torasik eğriliğin maksimum düzeltilmesi sonrası, sol omuzun eleve olması az rastlanılan bir durum olmadığından, tip 2 eğrilikler tedavi edilirken klinik ve radyolojik olarak omuz dengesinin sağlanması çok önemlidir(79). Proksimal torasik bölge, konveks tarafta kompresyon ve konkav tarafta distraksiyon kuvvetleri kullanılarak düzeltilmelidir. Bu bölgedeki kifoza düzeltmek için önce kompresyonun yapılması daha uygundur(72).

### ***Tip 3: Çift Majör Eğrilikler***

Tip 3 eğriliklerde, ana torasik ve torakolomber/lomber bölgenin posterior enstrümantasyon ve füzyonu gereklidir. Torasik ve lomber eğrilikler arası bileşkede, değişen derecelerde torakolomber kifoza görülebilir. T10-L2 arasında 20 derece veya üzerindeki bir kifoza, otomatik olarak her iki eğriliği de yapısal yapar. Böyle bir çift majör eğrilik, L3 veya L4'e kadar posterior füzyon gerektirir(61). Nadiren, iki eğrilik arasında bileşke kifoza yoksa

ve dengeli bir omurga elde edilebilecekse, 3C tipi eğriliklerde selektif torasik füzyon uygulanabilir. Bu durumda hastanın klinik görünümü ve muayenesi çok önemlidir. Torasik bölgenin, klinik görünüm ve kozmetik açıdan deformitenin en belirgin yeri olduğundan ve selektif bir torasik füzyona izin vereceğinden emin olunmalıdır(72).

#### ***Tip 4: Üçlü Majör Eğrilikler***

Tip 4 eğrilikler, her üç yapısal eğriliğin de posterior enstrümantasyonu ve füzyonunun gerektiği nadir görülen eğriliklerdir. Sıklıkla, lomber eğriliğin apeksinin orta hattan uzaklaştığı 4C tipi eğrilik olarak karşımıza çıkar. Normal olarak füzyon, proksimalde T2 veya T3'ten, distalde L3 veya L4'e kadar uzanmalıdır. Nadiren, bir eğriliğin diğerine göre orantısız olarak büyük veya sert olduğu durumlarda anterior gevşetme gerekebilir.

#### ***Tip 5: Torakolomber/Lomber Eğrilikler***

Bu eğrilik tipinde, majör eğrilik torakolomber/lomber bölgededir ve üstteki minör proksimal torasik ve ana torasik eğrilikler yapısal değildir. Sonuçta torakolomber/lomber eğrilik izole olarak anterior veya posteriordan tedavi edilebilir. Bu tip eğrilikler, geleneksel olarak, tek veya çift rotlu anterior enstrümantasyon sistemleri ile anteriordan tedavi edilmiştir. Bu durumda üst uç vertebradan, alt uç vertebraya kadar füzyon uygulanır. Genellikle bu, distalde, posterior enstrümantasyonun gerektirdiğinden bir seviye daha kısadır. Yapısal greft ve kafesler kullanılarak ve rotlara uygun eğim verilerek sagittal dizilimin sağlanması gereklidir. Ayrıca iyileşme sağlanana kadar bu dizilimin korunması için çift rot sistemlerinin kullanılması önerilir(80). Transpediküler vida fiksasyonunun gelişmesi sonucu bu eğrilikler posteriordan da, uç vertebranın bir seviye distaline veya daha nadiren uç vertebraya kadar yapılan füzyonlar ile tedavi edilebilir.

#### ***Tip 6: Torakolomber/Lomber-Ana Torasik Eğrilikler***

Tip 6 eğrilik, majör eğriliğin torakolomber/lomber bölgede, üstteki ana torasik eğriliğin ise yapısal olduğu eğrilik tipidir. Her iki bölgenin de posterior enstrümantasyon ve füzyonu gerekir. Normalde enstrümantasyon ve füzyon L3 veya L4'e kadar iner. Nadiren, klinik ve radyolojik bulguların izin verdiği durumlarda izole, selektif torakolomber/lomber füzyon uygulanabilir.

Özet olarak, AİS'da Lenke sınıflama sistemi, ayrıntılı, iki planlı ve güvenilir bir sistemdir. Fakat bazen, hastanın radyolojik ve klinik durumunda olabilecek çeşitli varyasyonlar nedeniyle, bu sistemin önerilerinin dışına çıkmak gerekebileceğinden, tam olarak her zaman tedaviyi yönlendiremeyebilir. Sınıflamanın nihai amacı, benzer eğrilik



paternlerini organize ederek değişik tedavi yöntemlerinin karşılaştırılmasını ve en uygun tedavi yöntemini bulmaya yönelik bilgi edinmeyi sağlamaktır(72).

## **6.GEREÇ VE YÖNTEMLER**

Çalışmaya, 1991-2006 yılları arasında, Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji kliniğinde, adölesan idiopatik skolyoz nedeniyle ameliyat edilen 52 adet hasta dahil edildi. Hastalar, uygulanan enstrümantasyon teknikleri açısından iki gruba ayrıldı. Birinci grup (vida grubu); segmental pedikül vidası fiksasyonu kullanılarak enstrümantasyon uygulanan 26 hastayı, ikinci grup (hibrid grubu) ise; lomber bölgede pedikül vidası, torasik bölgede çengel kullanılarak hibrid enstrümantasyon uygulanan 26 hastayı içermektedir. Her iki grup da, Lenke sınıflamasına göre tip 1 (ana torasik) eğriliği olan hastalardan oluşmaktaydı. Hastaların tümü, tek seansta ve sadece posterior yaklaşım ile ameliyat edilmişti. Segmental pedikül vidası yöntemi ile ameliyat edilen hastalarda, mümkün olan her segmentte, iki adet pedikül vidası ile fiksasyon uygulanmıştı. Veriler, bütün hastaların, preoperatif ve erken postoperatif (ameliyat sonrası iki ay içinde çekilen) direkt radyografilerinin retrospektif olarak değerlendirilmesi ile elde edildi.

Vida grubu; 20 bayan, altı erkek hastadan oluşmaktaydı. Ameliyat sırasındaki yaş ortalaması 13,8 (dağılım, 10-20 yaş) idi. Lenke sınıflamasına göre lomber değişken; 17 hastada tip A, dört hastada tip B, beş hastada tip C olarak belirlendi. On dokuz hastada, normal torasik kifoz (T5-T12, +10° - +40° arasında), beş hastada hipokifoz (T5-T12 < +10°), iki hastada hiperkifoz (T5-T12 > +40°) mevcuttu.

Hibrid grubu; 17 bayan, dokuz erkek hasta içermektedir. Operasyon sırasındaki yaş ortalaması 14,4 (dağılım, 11-18 yaş) idi. Lenke sınıflamasına göre lomber değişken; 18 hastada tip A, yedi hastada tip B, bir hastada tip C olarak belirlendi. On dört hastada, normal torasik kifoz (T5-T12, +10°- +40° arasında), yedi hastada hipokifoz (T5-T12 < +10°), beş hastada hiperkifoz (T5-T12 > +40°) mevcuttu (tablo 6).

### ***Radyolojik Değerlendirme***

Radyolojik ölçümler, hastaların, preoperatif ve erken postoperatif (postoperatif iki ay içinde) ayakta çekilen, ön-arka (AP) ve yan (lateral) grafileri üzerinde yapıldı. Ayakta çekilen ön-arka grafilerde majör ve minör eğriliklerin Cobb açıları preoperatif ve postoperatif olarak ölçüldü ve postoperatif düzelme yüzdeleri aşağıdaki formüle göre hesaplandı:

$$[(\text{Preoperatif Cobb açısı} - \text{Postoperatif Cobb açısı}) / \text{Preoperatif Cobb açısı}] \times 100$$

Eğriliklerin fleksibilitelerinin değerlendirilmesinde supin pozisyonda çekilen sağa ve sola eğilme grafileleri kullanıldı. Bir eğriliğin fleksibilite yüzdesi şu formüle göre hesaplandı:

$$[(AP\ Cobb\ açısı - Eğilme\ grafisinde\ Cobb\ açısı) / AP\ Cobb\ açısı] \times 100$$

Ön-arka grafi kullanılarak ayrıca apikal vertebral translasyon (AVT) ölçümü yapıldı. AVT, santral sakral dikey çizgi ile apikal vertebra veya diskin orta noktası arasındaki mesafe ölçülerek bulundu. Genel koronal denge ise C7 orta noktasından çizilen düşey çizgi ile santral sakral dikey çizgi arasındaki mesafenin ölçülmesi ile bulundu.

Ayakta çekilen, preoperatif ve postoperatif yan grafilelerde; T5 üst kenarı ve T12 alt kenarı arasından torasik kifoz, L1 üst kenarı ile L5 alt kenarı arasından ise lomber lordoz ölçümleri yapıldı.

Her bir grubun kendi içerisindeki preoperatif ve postoperatif değerlerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde “t” testi, iki grup arasındaki preoperatif ve postoperatif değişikliklerin değerlendirilmesinde ise “Mann-Whitney U” testi kullanıldı. Bütün istatistikler bilgisayarda, StatPlus (version 3.9.8.0, AnalystSoft, Vancouver, Canada) programı kullanılarak yapıldı. P değeri 0.05’in altında olan sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

		VİDA	HİBRİD
<b>Hasta Sayısı</b>	<b>Bayan</b>	20	17
	<b>Erkek</b>	6	9
<b>Yaş</b>		13,8	14,4
<b>Lomber Değişken (hasta sayısı)</b>	<b>A</b>	17	18
	<b>B</b>	4	7
	<b>C</b>	5	1
<b>Sagittal Torasik Değişken (hasta sayısı)</b>	<b>-</b>	5	7
	<b>N</b>	19	14
	<b>+</b>	2	5

**Tablo 6:** Hastaların cinsiyet, yaş, lomber ve torasik değişkenler açısından dağılımı

## **6.BULGULAR**

Torasik eğriliğin preoperatif Cobb açısı, vida grubunda ortalama 57,3°, hibrid grubunda ortalama 51° idi. Yine, torasik eğriliğin fleksibilitesi vida ve hibrid grubunda sırasıyla ortalama %42 ve %39 olarak belirlendi. İki grup arasında, torasik eğriliğin preoperatif Cobb açısı ve fleksibilitesi açısından istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu (P değerleri sırasıyla 0,06 ve 0,49). Postoperatif torasik Cobb açıları ise, vida grubunda ortalama 9,2°, hibrid enstrümantasyon uygulanan grupta ortalama 13,4° olarak ölçüldü. Her iki grupta da postoperatif çok belirgin düzelme sağlanmakla birlikte (P < 0,0001), düzelme oranları karşılaştırıldığında vida grubunda, istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha fazla oranda düzelme elde edildiği görüldü. Düzelme yüzdeleri vida grubunda ortalama %83, hibrid grubunda ortalama %73 olarak belirlendi (P = 0,016).

Sekonder eğrilik olan lomber eğrilik değerleri, preoperatif dönemde her iki grupta da birbirine yakındı. Lomber eğriliğin preoperatif Cobb açısı ortalaması, vida grubunda 28,7°, hibrid enstrümantasyon uygulanan grupta 29° olarak ölçüldü. Lomber eğriliğin fleksibilitesi, vida grubunda ortalama %78, hibrid grubunda ise ortalama %84'tü. İki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuyordu (P = 0,13). Postoperatif dönemde heriki grupta da lomber eğrilikte belirgin düzelme sağlandığı görüldü. Postoperatif lomber Cobb açıları vida grubunda ortalama 4,6°, hibrid grubunda ortalama 6,1° , düzelme yüzdeleri, sırasıyla %81 ve %79 olarak belirlendi. Lomber eğriliğin düzelme oranları karşılaştırıldığında iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmedi (P = 0,86).

Hastaların koronal plandaki dengesi, C7'den aşağıya doğru çizilen düşey çizgi ile santral sakral dikey çizgi arasındaki mesafe ölçülerek belirlendi. Preoperatif dönemde bu mesafe, vida grubunda ortalama 17,9 mm, hibrid grubunda ortalama 19,5 mm olarak ölçüldü (P = 0,96). Operasyon sonrası iki grupta da koronal dengede anlamlı oranda düzelme sağlanmıştı. Postoperatif değerler, vida grubunda ortalama 11,6 mm (P = 0,011), hibrid enstrümantasyon grubunda ortalama 12,7 mm (P = 0,021) olarak ölçüldü. Düzelme miktarları ( vida grubunda ortalama 6,3 mm, hibrid grubunda ortalama 6,8 mm) karşılaştırıldığında ise iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı (P = 0,86).

Majör torasik eğriliğin preoperatif apikal vertebral translasyon değerleri, vida grubunda ortalama 50,6 mm, hibrid grubunda ortalama 52 mm idi. Postoperatif dönemde iki grupta da belirgin düzelme ile bu değerler sırasıyla, ortalama 11,2 mm ve 15,8 mm olarak ölçüldü. İki grup arasında, AVT'daki azalma miktarları karşılaştırıldığında

(vida grubunda ortalama 39,4 mm, hibrid grubunda ortalama 36,2 mm) istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (P = 0,52).

Sagittal planda, preoperatif T5-T12 arası kifoz açıları, vida grubunda ortalama 22,8°, hibrid grubunda ortalama 25,1° idi. İki grup arasında, preoperatif istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuyordu (P = 0,54). Postoperatif torasik kifoz açıları vida grubunda ortalama 19,9°, hibrid grubunda ortalama 21,2° olarak ölçüldü. Torasik kifozda postoperatif değişim ( vida grubunda ortalama 2,9°, hibrid grubunda ortalama 3,9° azalma) açısından iki grup arasında anlamlı fark saptanmadı (P = 0,84). Vida grubunda, ameliyat öncesi hipokifozu olan beş hastanın ve hiperkifozu olan iki hastanın da, torasik kifoz açılarının postoperatif dönemde normal sınırlara geldiği saptandı. Hibrid grubunda ise, preoperatif hipokifozu olan yedi hastanın dördünde, hiperkifozu olan beş hastanın dördünde, ameliyat sonrası normal torasik kifoz elde edilirken, hiperkifozu olan diğer hastada ise postoperatif 2°'lik torasik kifoz artışı saptandı. Bir hastada, preoperatif dönemde normal sınırlarda olan torasik kifoz açısının, ameliyat sonrasında hipokifozu döndüğü görüldü.

L1-L5 arası lomber lordoz açısının, vida grubunda preoperatif ortalama 35,5°'den postoperatif ortalama 30,6°'ye indiği görüldü. Bu azalma istatistiksel olarak anlamlı idi (P = 0,014). Hibrid grubunda ise lomber lordoz açısı ortalama 35,1°'den , 33,4°'ye inmişti (P = 0,45). İki grup arasında, lomber lordozdaki azalma miktarları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı (P = 0,25).

Her iki grubun kendi içindeki ve birbirleri arasındaki postoperatif değişimleri, tablo 7, tablo 8 ve tablo 9'da gösterilmiştir.

	<b>N</b>	<b>Preoperatif değer</b> (ortalama ± SD)	<b>Postoperatif değer</b> (ortalama ± SD)	<b>P</b>
<b>Torasik Cobb (°)</b>	26	57,3 ± 12,4	9,2 ± 6,1	<0,0001
<b>Lomber Cobb (°)</b>	26	28,7 ± 9,4	4,6 ± 4	<0,0001
<b>T5-T12 kifoz (°)</b>	26	22,8 ± 12,8	19,9 ± 5,6	0,19
<b>L1-L5 lordoz (°)</b>	26	35,5 ± 6,7	30,6 ± 9,1	0,014
<b>Koronal denge (mm)</b>	26	17,9 ± 8,9	11,6 ± 9,5	0,011
<b>AVT (mm)</b>	26	50,6 ± 17,5	11,2 ± 7,4	<0,0001

**Tablo 7:** Vida grubunun preoperatif ve postoperatif ortalama ölçüm değerleri

(AVT: apikal vertebral translasyon N: hasta sayısı, SD: standart sapma)

	<b>N</b>	<b>Preoperatif değer</b> (ortalama ± SD)	<b>Postoperatif değer</b> (ortalama ± SD)	<b>P</b>
<b>Torasik Cobb (°)</b>	26	51 ± 10,1	13,4 ± 8,6	<0,0001
<b>Lomber Cobb (°)</b>	26	29 ± 7,5	6,1 ± 6,8	<0,0001
<b>T5-T12 kifoz (°)</b>	26	25,1 ± 15,8	21,2 ± 9,8	0,09
<b>L1-L5 lordoz (°)</b>	26	35,1 ± 11,5	33,4 ± 10,6	0,45
<b>Koronal denge (mm)</b>	26	19,5 ± 13,4	12,7 ± 8,6	0,021
<b>AVT (mm)</b>	26	52 ± 23,4	15,8 ± 12,2	<0,0001

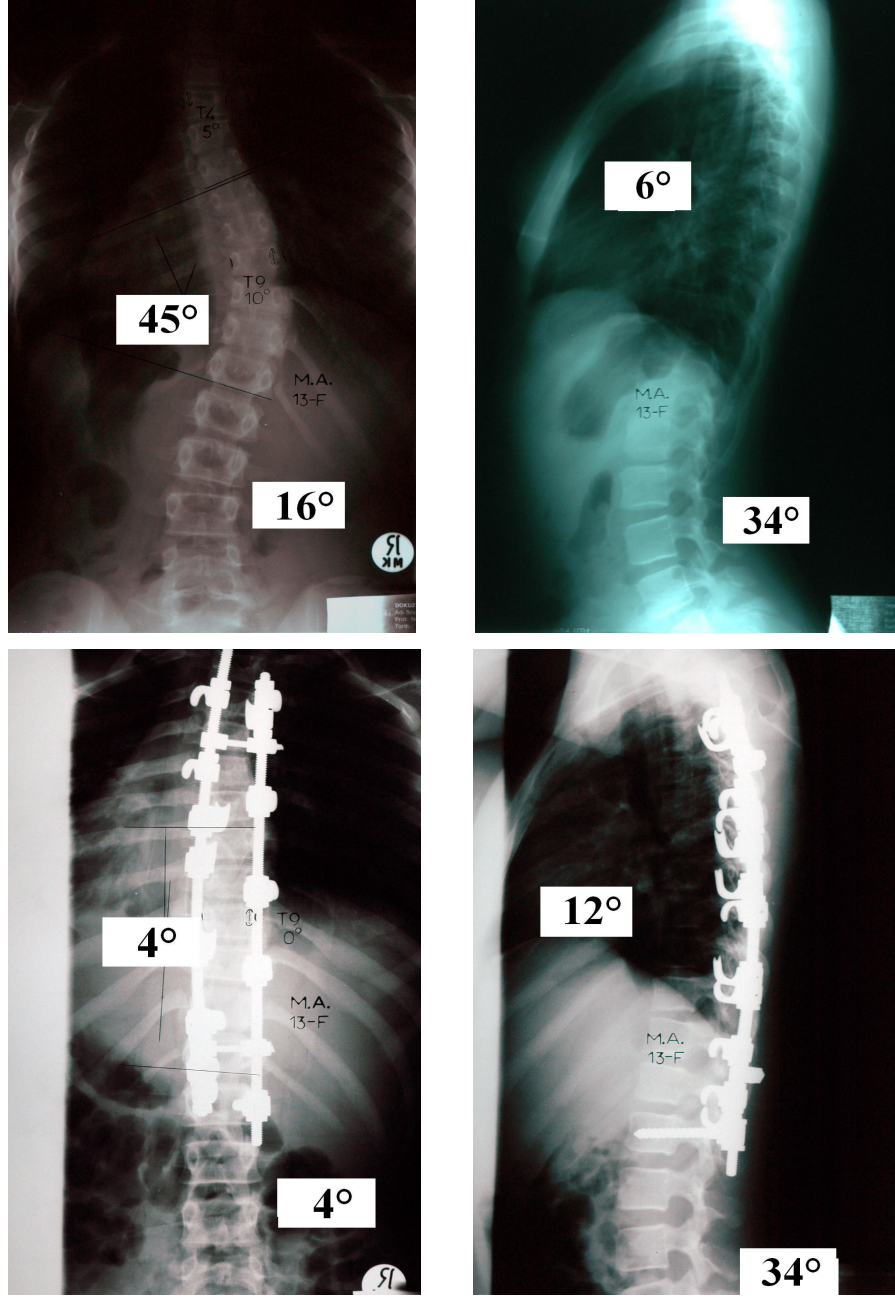
**Tablo 8:** Hibrid grubunun preoperatif ve postoperatif ortalama ölçüm değerleri

(AVT: apikal vertebral translasyon N: hasta sayısı, SD: standart sapma)

	<b>Vida</b> (ortalama±SD)	<b>Hibrid</b> (ortalama±SD)	<b>P</b>
<b>Torasik düzelme (%)</b>	83 ± 11	73 ± 16	0,016
<b>Lomber düzelme (%)</b>	81 ± 21	79 ± 21	0,86
<b>Torasik kifoz değişimi (°)</b>	-2,9 ± 11,1	-3,9 ± 11,6	0,84
<b>Lomber lordoz değişimi (°)</b>	-4,9 ± 9,4	-1,7 ± 11,7	0,25
<b>Koronal denge değişimi (mm)</b>	-6,3 ± 11,7	-6,8 ± 14,1	0,86
<b>AVT değişimi (mm)</b>	-39,4 ± 18,2	-36,2 ± 19,2	0,52

**Tablo 9:** İki grup arasında postoperatif değişikliklerin karşılaştırılması

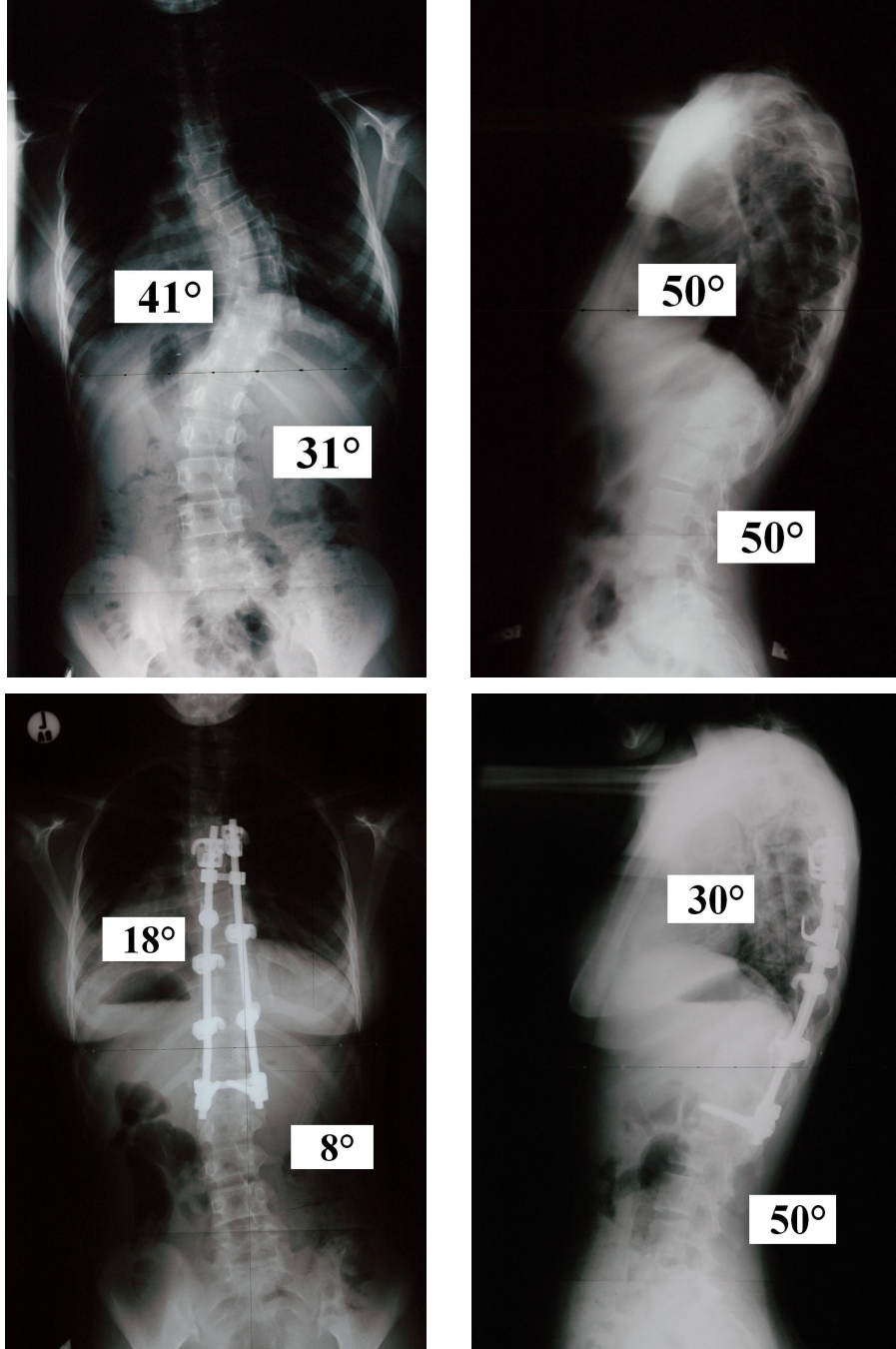
(AVT: apikal vertebral translasyon, SD: standart sapma)



**Şekil 8:** 13 yaşında bayan hasta. Lenke 1A(-) tipi sağ torasik eğriliği mevcut. Lomber bölgede pedikül vidası, torasik bölgede çengeller ile hibrid enstrümantasyon uygulanmış..

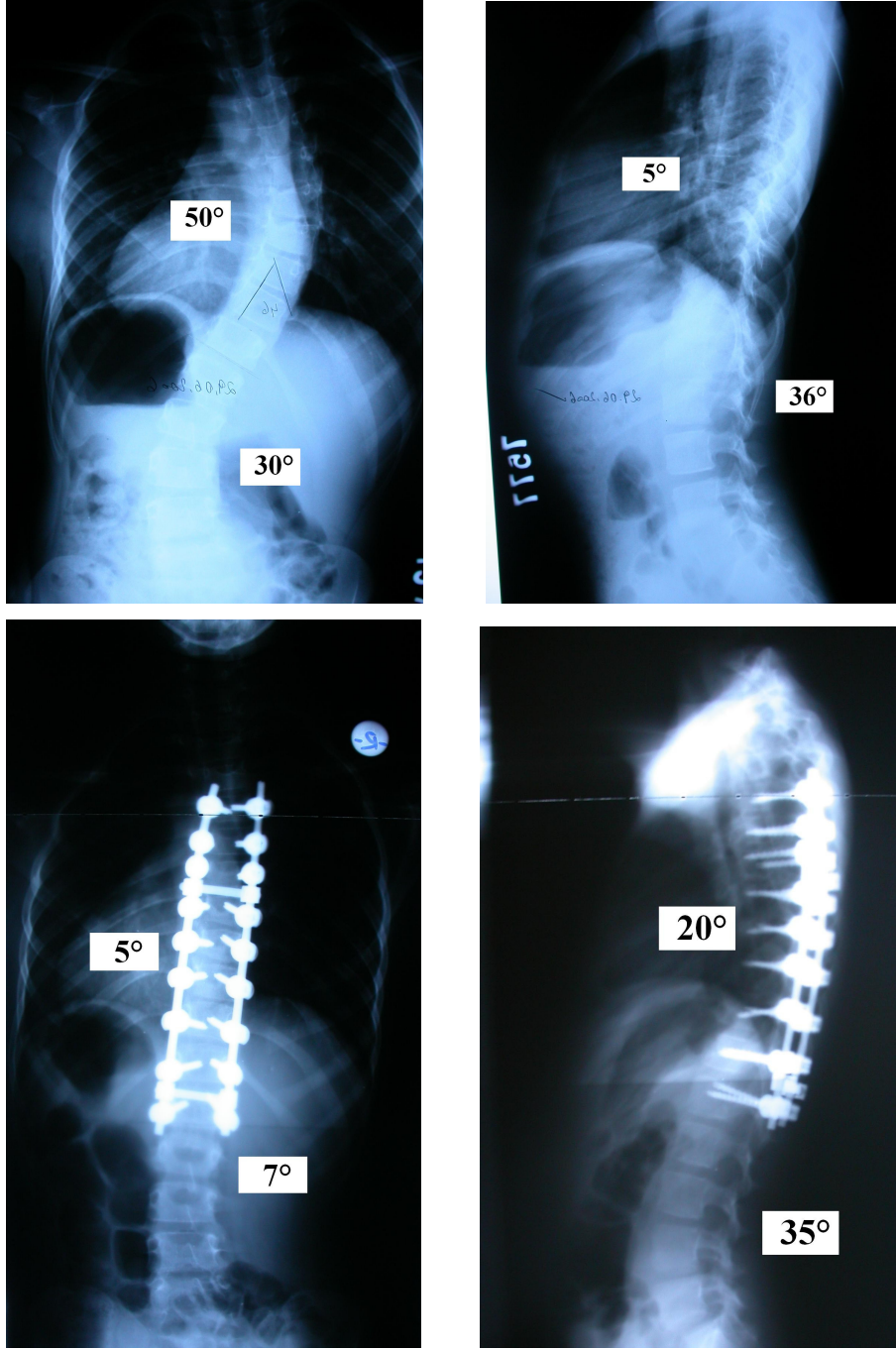
Preoperatif 45° torasik, 16° lomber Cobb açıların, postoperatif torasik ve lomber bölgede 4°'ye inmiş olduğu görülüyor.

Preoperatif hipokifozu olan hastanın torasik kifozunda, postoperatif artış sağlanmış.

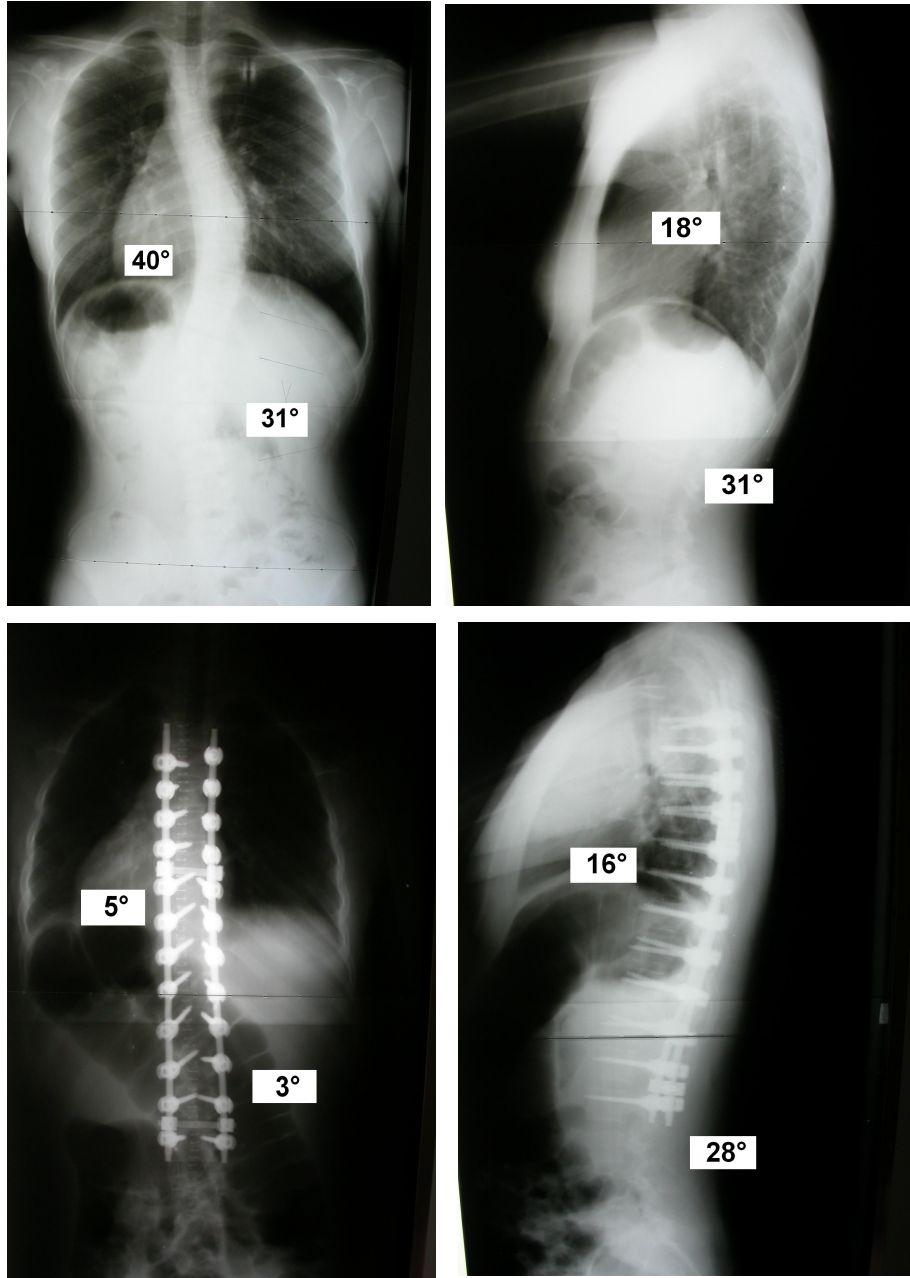


**Şekil 9:** 13 yaşında bayan hasta. Lenke 1A(+) tipi eğriliği mevcut. Preoperatif 41° ve 31° olan torasik ve lomber eğrilikler, hibrid enstrümantasyon sonrası 18° ve 8°'ye gerilemiş. Preoperatif dönemde mevcut olan hiperkifozun da düzeldiği görülüyor.





**Şekil 10:** 10 yaşında bayan hasta. Lenke 1A(-) tipi eğriliği mevcut. Preoperatif 50° torasik, 30° lomber eğrilik, segmental pedikül vidası enstrümantasyonu sonrası, 5° ve 7°'ye gerilemiş. Lateral grafide, hipokifozun restore edildiği görülüyor.



**Şekil 11:** 16 yaşında bayan hasta. Lenke tip 1CN eğriliği mevcut. Segmental pedikül vidaları ile enstrümantasyon sonrası eğrilik torasik bölgede 40°'den 5°'ye, lomber bölgede 31°'den 3°'ye gerilemiş.

## **7.TARTIŞMA**

Adölesan idiopatik skolyoz (AİS), omurganın, koronal, sagital ve aksiyel planlarını içeren üç boyutlu deformitesi ile karakterize, patolojik bir kavramdır. Hippocrates tarafından tanımlanan bu antite, 19. yy ortalarında Bauer tarafından tanıtıldığından bu yana her yönüyle, omurga ile ilgilenen hekimleri meşgul etmiş ve zorlamıştır. Günümüzde de bu özelliğini halen korumakta ve her geçen gün yeni gelişmelerle birlikte yeni sorunlarla karşımıza çıkmaktadır.

AİS'un etiyolojisi, henüz net olarak ortaya konulamamış, genel kabul gören bir teoriye dayandırılmamıştır. Açıklamaya yönelik birçok çalışma yapılmış, bir çok faktör ortaya atılmış olmakla birlikte, tek bir etkeni sorumlu tutmak mümkün görünmemektedir. Günümüzde artık, multifaktöriyel etiyolojiye sahip olduğu kabul görmektedir. Bunların başında, genetik faktörler, melatoninin etkisi, bağ dokusu bozuklukları, iskelet kası anomalileri, trombosit bozuklukları, nörolojik etkiler, büyüme ve gelişmenin etkileri, biyomekanik faktörler gelir(7).

AİS tedavisi, ortopedik cerrahinin her zaman en zorlayıcı konularından birini oluşturmuştur. AİS, eğriliğin ciddiyeti, paterni ve progresyonu açısından çok geniş bir spektrumda klinik özellikler gösteren, heterojen bir hastalıktır. Bu yüzden, homojen olan hastalıklarda uygulanması daha uygun ve kolay olan randomize, prospektif çalışmaların, AİS'da uygulanması çok zordur. Bu da tedavi edilen hastalarla, edilmeyenlerin karşılaştırılmasını zorlaştırmaktadır. Bu yüzden, AİS tedavisindeki zorluklar henüz karar aşamasında karşımıza çıkmaktadır(52). Seçenekler, genel olarak, izlem, konservatif tedavi ve cerrahi tedaviden oluşmaktadır. İzlem ve konservatif tedavi, prensiplerinin ve sınırlarının, nispeten daha iyi anlaşılması nedeniyle belirli ve genel kabul görmüş standartlara sahip olmakla birlikte, cerrahi tedavi bir çok zor karar gerektiren, kompleks prosedürler içerir (füzyon uygulanacak segmentler, kullanılacak enstrümanın türü, yerleştirme şekli, konfigürasyonu, cerrahi yaklaşım, peroperatif uygulanacak teknikler ve manevralar, vb.). Bu yüzden, üzerinde görüş birliğine varılmış, herkes tarafından aynı şekilde uygulanan standart bir tedavi yaklaşımı beklenemez. Aubin ve arkadaşlarının yaptığı çalışma bu görüşü destekler niteliktedir. Bu çalışmada altı deneyimli SRS cerrahından, verilen beş farklı AİS hastası için cerrahi tedavi yaklaşımlarını belirtmeleri istenmiştir. Sonuç olarak, cerrahların, kullanılan enstrümandan, füzyon düzeylerinin

seçimine kadar, anlamlı derecede birbirinden farklı yaklaşımlarda buldukları görülmüştür(68).

AİS'un cerrahi tedavisinde, şüphesiz ki en büyük devrimlerin başında Harrington tarafından tanıtılan, spinal enstrümantasyon sistemi gelir(81). Harrington enstrümanı, spinal enstrümanların ilk formudur. Skolyotik eğriliğin düzeltilmesinde, konkav distraksiyon ve konveks kompresyon prensibini kullanır. Her ne kadar, koronal düzlemde kabul edilebilir düzelme sağlasa da, üç planlı bir deformite olan idiopatik skolyozda rotasyonel komponentin kontrolünü sağlamakta etkisiz kalır ve sagittal kontrun düzleşmesine neden olur(62). Bu yüzden, üç plandaki deformiteyi düzeltmeye yönelik tedavi yöntemlerini uygulamak daha rasyonel bir yaklaşım olacaktır.

Segmental bir yapı olan omurganın fiksasyonu, en iyi şekilde ancak, her seviyeye uygulanan segmental spinal enstrümantasyon ile sağlanabilir(82). 1980'lerin başında, Luque, şekil verilmiş rotlar ve sublaminar teller kullandığı segmental spinal enstrümantasyon sistemini tanıtmıştır(55). Bu sistem, frontal ve sagittal planda düzelme ile birlikte, eksternal immobilizasyon ihtiyacını ortadan kaldıran rijid fiksasyon sağlamaktadır(83). Fakat bu sistemde de, konveks taraftaki rotun önce yerleştirilmesi ve ardından eğriliğe dahil olan omurların teller ile orta hatta çekilmesiyle frontal düzlemde düzgün bir omurga sağlanırken, derotasyon kuvvetlerinin eksik kalması nedeni ile rotasyonel deformitede düzelme sağlanamamaktadır. Dickson, bu derotasyon gücü eksikliğini, idiopatik torasik skolyozda, eğriliğin apeksinde kısa bir segmentte görülen lordoza bağlamıştır. Bu lordoz nedeniyle rotasyon eksenini apeksin arkasında kalır ve rotasyonu ve normal torasik kifozu eş zamanlı olarak restore etmek, ancak konkav tarafı bu eksenin arkasına doğru çekmekle mümkün olabilir(84).

1986 yılında, Cotrel ve Dubousset yeni bir segmental spinal enstrümantasyon yöntemi tanıtmışlardır(56). Bu sistem, sadece frontal ve sagittal planın değil, aynı zamanda transvers planın deformitelerini de düzeltmeye yönelik olarak tasarlanmıştır. Diğer konvansiyonel segmental fiksasyon yöntemlerinden farklı olarak, deformitenin düzeltilmesi primer olarak, konkav taraftaki rotun yerleştirilmesi ve ardından derotasyon manevrası uygulanması sonucu, frontal plandaki eğriliğin, sagittal plana çevrilmesi ile sağlanır. Cotrel-Dubousset (CD) enstrümantasyonu, Harrington ve Luque enstrümantasyonları ile karşılaştırıldığında, koronal planda Cobb açısını daha üstün bir şekilde düzeltmesinin yanında omurganın rotasyonel ve sagittal deformitelerinin restorasyonunu da sağlamış olur(81,85,86).

CD sisteminde, fiksasyon için iki çeşit implant bulunur; çengeller ve vidalar. Yıllar boyunca, sadece çengeller kullanılarak yapılan enstrümantasyon, AİS tedavisinde altın standart olarak kabul edilmiştir(57). Lomber eğriliklerde, distal bağlantı olarak pedikül vidalarından yararlanılmaya başlanması ile, çeşitli deformitelerde, düzelme miktarı ve stabilizasyonun arttığı görülmüştür. Literatürde, bu şekilde, distalde lomber pedikül vidası, proksimalde çengeller ile yapılan hibrid enstrümantasyon uygulamalarının, tamamıyla çengel kullanılarak yapılan enstrümantasyona göre klinik avantajlar taşıdığını gösteren çeşitli çalışmalar bulunmaktadır.

Hamill ve arkadaşları, 1996 yılında, distalde pedikül vidaları, proksimalde çengeller ile uyguladıkları hibrid enstrümantasyon ile ilgili çalışmalarını yayınlamışlardır(61). Çift majör veya King tip IV eğriliği olan 44 hasta üzerinde yaptıkları bu çalışmada, lomber eğriliğin konveks tarafında pedikül vidası fiksasyonu ile hibrid enstrümantasyon uygulanan hastaların Cobb açılarında, sadece çengel kullanılan gruba oranla, istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla düzelme bildirmişlerdir. Enstrümanite edilen en alt vertebranın tiltinin ve translasyonunun da daha iyi düzeldiğini, böylece daha dengeli bir omurganın elde edildiğini belirtmişlerdir. Bunun sebebi, pedikül vidalarının, vertebranın üç kolonunda sağladığı yüksek tutunma kuvvetidir. Bu güçlü tutunma ile birlikte, vidanın sıyrılma kuvveti de artar ve böylece çok daha güçlü ve efektif olarak yapılan rot derotasyon manevrası ile, koronal planda güvenli ve etkili bir şekilde düzelme elde edilirken, aynı zamanda sagittal dizilimde de gelişim sağlanmış olur. Rot rotasyonunun, düzelmeyi, rotasyonel değil, translasyonel kuvvetleri kullanarak sağladığı gösterilmiştir(87,88). Böylece, lomber bölgeye yerleştirilen pedikül vidaları, bu translasyonel kuvvetlerin çok daha etkin kontrolüne izin verir.

Barr ve arkadaşları da, 39 AİS hastasında yaptıkları benzer bir çalışmada, lomber pedikül vidalarının kullanımı ile lomber bölgede ve füzyon sahasının altında, herhangi bir komplikasyon olmadan çok daha iyi düzelme elde edildiğini bildirmişlerdir(89).

Bununla birlikte, Delorme ve arkadaşları, iki farklı enstrümantasyon tekniğini (rot rotasyonu ve translasyon) karşılaştırmışlardır. Yaptıkları çalışmada, distalde vidalar kullanılarak uygulanan translasyon tekniğinin, koronal planda torasik Cobb açısının düzeltilmesinde daha etkili olduğunu, bunun yanında diğer deformiteler ve parametreler göz önüne alındığında iki tekniğin de birbirine yakın düzeyde etkili olduğunu belirtmişlerdir(90).

Liljenqvist ve arkadaşları ise 99 hastayı içeren çalışmalarında, çengel ve hibrid enstrümantasyon uygulanan hastaların sonuçlarını karşılaştırdıklarında, postoperatif erken dönemde iki grup arasında belirgin bir fark tespit edememişlerdir. Bununla birlikte, uzun dönem takiplerde (2 – 12 yıl), primer eğrilikteki düzelmelerin, vida grubunda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha fazla olduğunu ortaya koymuşlardır(91).

Torasik bölgede pedikül vidalarının kullanımı ise ilk kez 1970'lerin sonunda travma ve tümörlerin tedavisinde kullanılmaya başlanmıştır. AİS tedavisinde bir seçenek olarak torasik pedikül vidalarının kullanımı ise 1995 yılında Suk ve arkadaşları tarafından tanımlanmıştır(62). Yetmiş sekiz hasta üzerinde yaptıkları çalışmada, sadece çengel kullanılan hastalarla, tümüyle pedikül vidası kullanılan hastaların sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Otuz bir hastada sadece çengel, 23 hastada çengel paterninde vida ve 24 hastada segmental pedikül vidası fiksasyonu uygulanmıştır. Sonuç olarak sadece çengel kullanılan grupta %55, çengel paterninde vida kullanılan grupta %66, segmental pedikül vidası ile fiksasyon yapılan grupta ise %72 düzelme sağlanmıştır. Hipokifozun restorasyonu, takiplerde, sağlanan düzelmelerin korunması ve rotasyonel düzelme de belirgin şekilde segmental pedikül vidası grubunda daha iyi bulunmuştur.

Kim ve arkadaşları da 52 hasta üzerinde yaptıkları benzer bir çalışmada, çengel kullanılan hastalarda, majör eğrilikteki ortalama postoperatif düzelme oranını %50 olarak belirlerken, segmental pedikül vidası kullanılan hastalarda bu oran %76 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca segmental pedikül vidası ile enstrümantasyon uygulanan hastaların pulmoner fonksiyonlarında da daha fazla gelişme olduğu ortaya konmuştur(92).

Literatürde, segmental pedikül vidaları ile çengel enstrümantasyonunu karşılaştıran birkaç çalışma daha mevcuttur. Bunlardan, Halm ve arkadaşları, Dobbs ve arkadaşlarının yaptığı araştırmalarda da, segmental pedikül vidası kullanılarak tedavi edilen AİS hastalarında, tek başına çengel kullanılan hastalara oranla anlamlı derecede daha fazla miktarda düzelme sağlandığı gösterilmiştir(78,93).

Segmental pedikül vidası yönteminin, sadece çengel kullanımına göre üstün olduğunu gösteren birkaç çalışma olmasına rağmen(62,78,92,93), uzun zamandır yaygın olarak kullanılan hibrid sistemler ile karşılaştırıldığı çalışmalar oldukça sınırlıdır. Şu andaki bilgilerimiz dahilinde, literatürde bu konu ile ilgili yapılmış sadece iki adet çalışma mevcuttur(57,94). Biz de bu nedenle, çok yeni olan bu konsept ile ilgili henüz yeterli sayıda araştırma yapılmamış olması ve yapılan çalışmalarda da birbiriyle tam olarak uyumlu sonuçların bulunmaması nedeniyle kendi serimizde bulunan hastaların sonuçlarını

incelemeye karar verdik. Diğer çalışmalardan farklı olarak araştırmamıza sadece Lenke tip 1 eğriliği olan hastaları dahil ettik. Böylece daha homojen bir hasta grubu kullanarak karşılaştırmanın, çok daha sağlıklı ve tutarlı sonuçlar elde etmemize yardımcı olduğu düşüncesindeyiz.

Bu konudaki ilk çalışma, Kim ve arkadaşlarına aittir(94). 2006 yılında yapılan çalışmaya 58 AİS hastası dahil edilmiştir. Yazarlar, hastaların erken postoperatif ve postoperatif 2 yıllık takiplerini yayınlamışlardır. Buna göre, vida grubunda ortalama 62°, hibrid grubunda ortalama 60° olan preoperatif majör eğriliğin Cobb açıları, ameliyat sonrası dönemde sırasıyla %70 ve % 56 düzelme göstererek ortalama 19° ve 27 °'ye gerilemiştir. İki grup arasındaki düzelme miktarları istatistiksel olarak anlamlı fark göstermiştir. Lowenstein ve arkadaşları ise, 34 hastayı kapsayan çalışmalarında, her ne kadar, vida grubunda daha iyi düzelme elde etmişlerse de (vida grubunda 38°, hibrid grubunda 29°'lik düzelme), bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını ve her iki yöntemin de benzer etkinlikte olduğunu belirtmişlerdir(57). Biz de çalışmamızda , majör eğriliğin, vida grubunda %83, hibrid enstrümantasyon grubunda ise %73'lük düzelme gösterdiğini gördük. Hastalarımızda, her iki grupta da yüksek düzelme miktarları elde etmekle birlikte, bizim çalışmamızda da vida grubunda majör eğriliğin düzelme oranı, diğer gruba göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha iyiydi (P = 0,016). Minör eğriliğin düzelme miktarları karşılaştırıldığında bu değerler, Kim ve arkadaşlarının çalışmasında vida grubunda %65, hibrid grubunda ise %58 olarak bulunmuştur. Vida uygulanan grupta daha iyi düzelme görülmesine rağmen, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Lowenstein ve arkadaşları da iki grup arasında minör eğriliğin düzelmesi açısından anlamlı bir fark tespit edememiştir. Bizim çalışmamızda da, vida grubu bir miktar daha iyi olmakla birlikte iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu. Üç çalışmaya göre de, iki tekniğin sekonder eğrilik üzerinde benzer etkinlikte olduğu görülmektedir.

Bu sonuçlar, majör eğriliğin düzeltilmesinde segmental olarak pedikül vidası kullanımının çengellere oranla çok daha etkin olduğu görüşünü desteklemektedir. Fiksasyon için her segmentte pedikül vidasının kullanımı (segmentalizasyon), daha rijid fiksasyon sağlamış ve manipülasyon sırasında her bir vida üzerine düşen stres yoğunluğunu azaltarak daha etkili korreksiyona olanak sağlamıştır(95). Bu sayede çok daha güçlü derotasyon manevraları yapılabilmektedir. Ayrıca, yöntem, her bir segment arasında selektif olarak kompresyon ve distraksiyon uygulanmasıyla, her segmentin ayrı

ayrı kontrolünü sağlar. Apeks ve rijid segmentler de dahil olmak üzere eğrilik içindeki tüm vertebraların fiksasyonu, en fazla rotasyona sahip olan komponentin de direkt olarak kontrol edilmesi avantajını getirir(96). Nitekim daha önce kliniğimizde yapılan bir çalışmada da, apikal vertebra enstrümantasyonunun, AIS'da çok daha iyi apikal derotasyon sağladığı gösterilmiştir(97).

Sagittal plandaki değişimler incelendiğinde, Kim ve arkadaşları vida fiksasyonu uyguladıkları grupta istatistiksel olarak anlamlı miktarda daha fazla olmak üzere, her iki grupta da belirgin derecede torasik kifozda azalma tespit etmişlerdir(94). Bunu ameliyat sırasındaki lordotik pozisyona bağlamışlardır. Ayrıca iki yıllık takip sonucunda, çengeller, anteriorda çökmeye daha fazla izin verdiği için, bu grupta torasik kifoz, erken postoperatif döneme oranla artış göstermiştir. Vida grubunda ise, vertebranın üç kolonunda da elde edilen fiksasyon nedeniyle, sagittal plan daha fazla korunmuş ve takip sonucunda iki grup arasındaki fark daha belirgin hale gelmiştir. Lomber lordozda da benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Lordozdaki azalma da, yine vida grubunda anlamlı derecede daha fazladır. Lowenstein ve arkadaşları da benzer sonuçlara ulaşmışlardır. Vida grubunda torasik kifozda anlamlı derecede azalma görülürken, hibrid grubunda, bu azalma daha sınırlıdır ve istatistiksel olarak fark göstermemiştir. Lomber lordoz açısından da, her iki grup kendi içerisinde postoperatif anlamlı derecede azalma göstermiştir. Fakat, iki farklı grup arasında azalma miktarları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir(57). Biz de kendi hastalarımızda, torasik kifozun her iki grupta da bir miktar azaldığını gördük. Ameliyat sırasında, rotalara torasik kifoz için şekil verilirken, eğimin bir miktar normalden az tutulması, derotasyon manevrası sırasında yük kolunun ksalmasını sağlar. Böylece daha güçlü derotasyon elde edilir. Bizim düşüncemize göre, torasik kifozun bir miktar azalmasında, bu faktör önemli bir rol oynamaktadır. Çalışmamızda, hem vida grubunda, hem de hibrid grubunda bu azalmanın sınırlı miktarda gerçekleştiğini ve torasik kifozun genel olarak iyi korunduğunu gördük. İki grup arasında lomber lordozdaki azalma açısından istatistiksel olarak anlamlı derecede fark yoktu. Vida grubu preoperatif döneme göre anlamlı derecede azalma gösteriyordu (ortalama 35,5°'den, 30,6°'ye, P = 0,014). Hibrid grubunda ise bu azalma daha sınırlıydı (ortalama 35,1°'den, 33,4°'ye). İki grubu incelediğimizde ise vida grubunda, lomber değişkeni "C" olan hastaların daha fazla olduğunu gördük (vida grubunda beş, hibrid grubunda bir hasta). Bu hastalarda selektif torasik füzyon uygulamasında, dekompanzasyon sık karşılaşılan bir sorundur. Bunu engellemek için, primer torasik eğriliğin ve dolayısıyla sekonder lomber eğriliğin



korreksiyon miktarı sınırlı tutulmalıdır(78). Kalan bu rezidüel eğriliğin uzun dönem sonuçları ise belirsizdir. Biz ise kendi hastalarımızda daha fazla düzelme elde etmeyi, fakat buna karşılık lomber bölgede daha fazla segmenti içeren füzyon uygulamayı tercih ettik. Bizim düşüncemize göre; vida grubunda görülen lomber lordozdaki anlamlı azalmanın bu sebebe bağlı olma ihtimali yüksektir.

Şüphesiz ki, AİS'da cerrahi tedavinin en önemli amaçlarından biri, pelvis üzerinde dengeli bir gövde ve baş elde ederek füzyon sağlamaktır. Koronal denge tanımı, başın pelvis üzerindeki satralizasyonunu belirtmekle birlikte, koronal denge ile birlikte AVT'un da bilinmesi gövdenin dengesinin belirlenmesinde çok önemlidir. Genel olarak koronal denge ölçümünün 2 cm'nin üzerinde olduğu durumlarda, dengenin iyi olmadığı kabul edilir(98).

Kim ve arkadaşları, koronal dengedeki değişim açısından iki grupta da birbirine yakın değerler elde etmişlerdir. AVT değerleri karşılaştırıldığında ise, vida grubunun iki yıllık takiplerde daha iyi düzelme sağladığı belirtilmiştir(94). Lowenstein ve arkadaşları, iki grupta sağlanan koronal dengedeki düzelmenin birbirine yakın değerlerde olduğunu ve denge açısından iki grup arasında fark bulunmadığını bildirmişlerdir(57). Bizim çalışmamızda, her iki grupta gerek koronal dengede gerekse AVT'da operasyon sonrasında anlamlı derecede gelişme sağlanarak çok daha dengeli bir omurga elde edildiği görüldü. AVT, vida grubunda bir miktar daha fazla gelişme göstermekle beraber, iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi. Üç çalışmaya da bakıldığında, her iki tekniğin de dengeli bir füzyon sağlamak konusunda birbirine yakın değerlerde ve etkili olduğu görülmektedir.

Yapılan çeşitli çalışmalar sonucunda, torasik bölgede pedikül vidasının klinik üstünlükleri gösterilmiş olmakla birlikte, halen yaygın olarak kullanımında çekinceler mevcuttur. Bunun en başlıca sebebi, geri dönüşümsüz olarak nörolojik yapılarda yaralanmaya sebep olma korkusudur(99,100). Literatürü incelediğimizde, genel olarak, pedikül vidalarının yanlış yere konulma oranları, %3 ila %40 ve bundan kaynaklanan nörolojik komplikasyon oranları da %0 ila %41 gibi çok değişken oranlarda belirtilmektedir(101,102,103,104). Torasik pedikül vidaları için ise yanlış yerleştirilme oranları %3-25, bundan kaynaklanan nörolojik komplikasyonlar ise %0-0,9 olarak verilmektedir(62,99,101,105). Bu kadar değişken oranlar, büyük ihtimale, çalışmalarda, pedikül vidalarının yerinin belirlenmesinde kullanılan metodlardan kaynaklanmaktadır.

Çeşitli çalışmalara göre, pediküllerin en dar olduğu bölüm, T4-T6 seviyesidir. Bu bölgelerde pedikül genişlikleri, genellikle rutin kullanımdaki en küçük pedikül vidalarına yakın (4 mm) hatta daha dardır(106, 107,108,109). Ek olarak, anatomik çalışmalar, apeksin konveks tarafında, dura ile pedikülün medial duvarı arasında en az 0-0,7 mm mesafe olduğunu ortaya koymuştur(110, 111). Ayrıca medial duvar lateral duvardan yaklaşık iki-üç kat daha kalındır. Kırılma ve perforasyon olmadan, pediküllerin, plastik deformasyon ve genişleme özelliğine sahip olduğu da gösterilmiştir(112). Üstelik, medial duvar 2mm, hatta daha fazla aşıldığında bile nörolojik yaralanma riski oldukça düşüktür(113). Kaldı ki, çengellerin pedikül vidalarından daha güvenli olduğunu gösteren bir çalışma da yayınlanmamıştır.

Biz de çalışmamızda , hiçbir hastamızda pedikül vidalarına bağlı olarak gelişen nörolojik bir yaralanma ile karşılaşmadık. Yeterince deneyim kazanıldığı takdirde, pedikül vidalarının diğer yöntemler kadar güvenli olarak kullanılabilceğini düşünmekteyiz.

Pedikül vidası ile fiksasyonun getirdiği bir diğer avantaj da multiaksiyel (poliaksiyel) vidaların kullanılabilmesidir. Multiaksiyel pedikül vidaları, ek olarak vidaların derinliğini ve oriyantasyonunu ayarlama gereği olmadan peroperatif rot yerleştirilmesini kolaylaştırır. Bu da potansiyel olarak fiksasyon gücünü artırma imkanı tanır. Kuklo ve arkadaşları, yaptıkları bir klinik çalışmada, multiaksiyel vidaların, koronal ve sagittal planda, en az monoaksiyel vidalar kadar korreksiyon gücüne sahip olduğunu belirtmiştir. Rotasyonel düzelmede ise monoaksiyel vidaların daha üstün olduğu gösterilmiştir(65). Bizim çalışmamızdaki vida grubuna dahil olan hastalarda da büyük oranda multiaksiyel vidalar kullanılmıştı. Bu yüzden iki tip vida arasında karşılaştırma yapamadık. Fakat, elde ettiğimiz yüksek düzelme oranı, literatürdeki bilgiyi destekler niteliktedir. Yerleştirilen implantların, vertebraların kenarlarına ve pedikül imajlarına süperpoze olması nedeniyle rotasyon ölçümünü ise çalışmamıza dahil etmedik.

Segmental pedikül vidası fiksasyonu uygulamasının sağladığı rijid fiksasyon, füzyon için otojen kemik grefti kullanımını, böylece ameliyat süresini, kan kaybını ve donör alan morbiditesini önemli ölçüde azaltmaktadır(58). Bizim çalışmamızda da, vida grubundaki hiçbir hastada ekstra otojenik veya allojenik kemik grefti kullanılmamış, sadece posterior dekortikasyon uygulanmıştı.

## **8. SONUÇ VE ÖNERİLER**

1. Adölesan idiopatik skolyozun cerrahi tedavisinde segmental enstrümantasyon, günümüzde etkin olarak uygulanan bir tedavi şeklidir.
2. Koronal planda, segmental pedikül vidası ile posterior enstrümantasyon, majör eğrilikte sağlanan düzelme miktarı açısından, hibrid enstrümantasyondan daha etkili bir yöntemdir.
3. Kemik grefti kullanılmayan segmental pedikül vidası grubundaki hastalarda erken dönemde herhangi bir komplikasyon ile karşılaşılması, uzun dönemde elde edilecek füzyonun başarısı açısından umut verici olmakla birlikte, bu konuda kesin bir yargıya varmak için uzun süreli takip ve ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.
4. Segmental pedikül vidası ile sağlanan etkili düzelmenin, hastalar üzerindeki klinik etkilerinin ortaya konması amacıyla uzun dönem izlemleri çalışmaları planlanmalıdır.

## **9. KAYNAKLAR**

1. Alıcı E. Omurga hastalıkları ve deformiteleri. Dokuz Eylül Üniversitesi yayınları. 1991:271.
2. Kane WJ. Scoliosis prevalence: a call for a statement of terms. Clin Orthop Relat Res. 1977;(126):43-6.
3. Goldstein L.A., Waugh T.R.: Classification and terminology of scoliosis. Clin Orthop Relat Res. 1973;(93):10-22
4. Herring JA. Tachdjian's pediatric orthopaedics. W.B. Saunders Company. Third edition. 2002; Vol. 1:213.
5. Wynne-Davies R. Familial (idiopathic) scoliosis. A family survey. J Bone Joint Surg Br. 1968;50(1):24-30.
6. Rogala EJ, Drummond DS, Gurr J. Scoliosis: incidence and natural history. A prospective epidemiological study. J Bone Joint Surg Am. 1978;60(2):173-6.
7. Lowe TG, Edgar M, Margulies JY, Miller NH ve ark. Etiology of idiopathic scoliosis: current trends in research. J Bone Joint Surg Am. 2000;82-A(8):1157-68.
8. Riseborough EJ, Wynne-Davies R. A genetic survey of idiopathic scoliosis in Boston, Massachusetts. J Bone Joint Surg Am. 1973;55(5):974-82.
9. Kesling KL, Reinker KA. Scoliosis in twins. A meta-analysis of the literature and report of six cases. Spine. 1997;22(17):2009-14.
10. Echenne B, Barneon G, Pages M, Caillens JP ve ark. Skin elastic fiber pathology and idiopathic scoliosis. J. Pediat. Orthop. 1988; 8: 522-528.
11. Oegema TR, Jr., Bradford DS, Cooper KM, Hunter RE. Comparison of the biochemistry of proteoglycans isolated from normal, idiopathic scoliotic and cerebral palsy spine. Spine. 1983; 8: 378-384.
12. Taylor TKF, Ghosh P, Bushnell GR. The contribution of the intervertebral disk to the scoliotic deformity. Clin. Orthop.1981;156:79-90.
13. Harrington PR. The etiology of idiopathic scoliosis. Clin. Orthop. 1977;126: 17-25.
14. Bylund P, Jansson E, Dahlberg E, Eriksson E. Muscle fiber types in thoracic erector spinae muscles. Fiber types in idiopathic and other forms of scoliosis. Clin. Orthop. 1987;214: 222-228.
15. Yarom R, Robin GC, Gorodetsky R. X-ray fluorescence analysis of muscles in scoliosis. Spine. 1978;3:142-145.

16. Yekutiel M, Robin GC, Yarom R. Proprioceptive function in children with adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 1981;6: 560-566.
17. Yarom R, Robin GC. Studies on spinal and peripheral muscles from patients with scoliosis. *Spine*.1979;4:12-21.
18. Low WD, Chew EC, Kung LS, Hsu LCS ve ark. Ultrastructures of nerve fibers and muscle spindles in adolescent idiopathic scoliosis. *Clin. Orthop*. 1983;174:217-221.
19. Ford DM., Bagnall KM, Clements CA, McFadden KD. Muscle spindles in the paraspinal musculature of patients with adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 1988;13: 461-465.
20. Kindsfater K, Lowe T, Lawellin D, Weinstein D ve ark. Levels of platelet calmodulin for the prediction of progression and severity of adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am*. 1994;76(8):1186-92.
21. Yamada K, Yamamoto H, Nakagawa Y, Tezuka A ve ark. Etiology of idiopathic scoliosis. *Clin Orthop Relat Res*. 1984;(184):50-7.
22. Cheng JC, Guo X, Sher A.H, Chan YL ve ark. Correlation between curve sensitivity, somatosensory evoked potentials, and magnetic resonance imaging in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 1999;24: 1679-1684.
23. Gupta P, Lenke LG, Bridwell KH. Incidence of neural axis abnormalities in infantile and juvenile patients with spinal deformity. Is a magnetic resonance image screening necessary? *Spine*.1998;23: 206-210.
24. Nissinen M, Heliövaara M, Seitsamo J, Poussa M. Trunk asymmetry, posture, growth, and risk of scoliosis. A three-year followup of Finnish prepubertal school children. *Spine*.1993;18: 8-13.
25. Misol S, Ponseti IV, Samaan N, Bradbury JT. Growth hormone blood levels in patients with idiopathic scoliosis. *Clin. Orthop*.1971;81: 122-125.
26. Lenke LG, Betz RR, Harms J, Bridwell KH ve ark. Adolescent idiopathic scoliosis: a new classification to determine extent of spinal arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am*.2001;80A:1169–81.
27. Drummond D, Ranallo F, Lonstein J, Brooks HL, Cameron J. Radiation hazards in scoliosis management. *Spine*. 1983;8:741-8.
28. Morrissy RT, Goldsmith GS, Hall EC, Kehl D ve ark. Measurement of the Cobb angle on radiographs of patients who have scoliosis. Evaluation of intrinsic error. *J Bone Joint Surg Am*. 1990;72(3):320-7.

29. Rhee JM, Bridwell KH, Won DS, Lenke LG, Chotigavanichaya C, Hanson DS. Sagittal plane analysis of adolescent idiopathic scoliosis: the effect of anterior versus posterior instrumentation. *Spine*. 2002. 1;27(21):2350-6.
30. Liljenqvist U, Lepsien U, Hackenberg L, Niemeyer T, Halm H. Comparative analysis of pedicle screw and hook instrumentation in posterior correction and fusion of idiopathic thoracic scoliosis. *Eur Spine J*. 2002;11(4):336-43.
31. Kuklo TR, Potter BK, Lenke LG. Vertebral rotation and thoracic torsion in adolescent idiopathic scoliosis: what is the best radiographic correlate? *J Spinal Disord Tech*. 2005;18(2):139-47.
32. Perdriolle R, Vidal J. Thoracic idiopathic scoliosis curve evolution and prognosis. *Spine*. 1985;10(9):785-91
33. Perdriolle R, Vidal J. Morphology of scoliosis: three-dimensional evolution. *Orthopedics*. 1987;10(6):909-15.
34. Aaro S, Dahlborn M. Estimation of vertebral rotation and the spinal and rib cage deformity in scoliosis by computer tomography. *Spine*. 1981;6(5):460-7.
35. Ho EK, Upadhyay SS, Chan FL, Hsu LC, Leong JC. New methods of measuring vertebral rotation from computed tomographic scans. An intraobserver and interobserver study on girls with scoliosis. *Spine*. 1993;18(9):1173-7.
36. Bunnell WP. The natural history of idiopathic scoliosis before skeletal maturity. *Spine*. 1986;11(8):773-6.
37. Lonstein JE, Carlson JM. The prediction of curve progression in untreated idiopathic scoliosis during growth. *J Bone Joint Surg Am*. 1984;66(7):1061-71.
38. Lonstein JE. Comparison of symposium papers on natural history of idiopathic scoliosis. *Spine*. 1986;11:807.
39. Moe JH, Kettleson DH. Idiopathic scoliosis. Analysis of curve patterns and the preliminary results of Milwaukee-brace treatment in one hundred sixty-nine patients. *J Bone Joint Surg Am*. 1970;52(8):1509-33.
40. Acaroğlu E. Adölesan idioPATİK skolyozda genel değerlendirme ve konservatif tedavi. *TOTBİD Dergisi*. 2002;1(1):10-14.
41. Albanese S. İdiopathic scoliosis: etiology and evaluation; natural history and nonsurgical management. In Richards B (ed). *Orthopaedic Knowledge Update-Pediatrics*. Rosemont, IL, AAOS, 1996:97.

42. Lonstein JE, Winter RB. The Milwaukee brace for the treatment of adolescent idiopathic scoliosis: a review of one thousand and twenty patients. *J Bone Joint Surg Am.* 1994;76(8):1207-21.
43. Emans JB, Kaelin A, Bancel P, Hall JE, Miller ME. The Boston bracing system for idiopathic scoliosis. Follow-up results in 295 patients. *Spine.* 1986;11(8):792-801.
44. Chase AP, Bader DL, Houghton GR. The biomechanical effectiveness of the Boston brace in the management of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine.* 1989;14(6):636-42.
45. Olafsson Y, Saraste H, Soderlund V, Hoffsten M. Boston brace in the treatment of idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop.* 1995;15(4):524-7.
46. DiRaimondo CV, Green NE. Brace-wear compliance in patients with adolescent idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop.* 1988;8(2):143-6.
47. Federico DJ, Renshaw TS. Results of treatment of idiopathic scoliosis with the Charleston bending orthosis. *Spine.* 1990;15(9):886-7.
48. Price CT, Scott DS, Reed FE Jr, Riddick MF. Nighttime bracing for adolescent idiopathic scoliosis with the Charleston bending brace. Preliminary report. *Spine.* 1990;15(12):1294-9.
49. Katz DE, Richards BS, Browne RH, Herring JA. A comparison between the Boston brace and the Charleston bending brace in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine.* 1997;22(12):1302-12.
50. Nachemson AL, Peterson LE. Effectiveness of treatment with a brace in girls who have adolescent idiopathic scoliosis. A prospective, controlled study based on data from the Brace Study of the Scoliosis Research Society. *J Bone Joint Surg Am.* 1995;77(6):815-22.
51. Weinstein SL, Ponseti IV. Curve progression in idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am.* 1983;65(4):447-55.
52. Bridwell KH. Surgical treatment of idiopathic adolescent scoliosis. *Spine.* 1999;24(24):2607-16.
53. Foster MR. A functional classification of spinal instrumentation. *Spine J.* 2005;5(6):682-94.
54. Cochran T, Irstam L, Nachemson A. Long-term anatomic and functional changes in patients with adolescent idiopathic scoliosis treated by Harrington rod fusion. *Spine.* 1983;8(6):576-84.

55. Luque ER. Segmental spinal instrumentation for correction of scoliosis. *Clin Orthop Relat Res.* 1982;(163):192-8.
56. Cotrel Y, Dubousset J, Guillaumat M. New universal instrumentation in spinal surgery. *Clin Orthop Relat Res.* 1988;227:10-23.
57. Lowenstein JE, Matsumoto H, Vitale MG, Weidenbaum M ve ark. Coronal and sagittal plane correction in adolescent idiopathic scoliosis: a comparison between all pedicle screw versus hybrid thoracic hook lumbar screw constructs. *Spine.* 2007;32(4):448-52.
58. Gaines RW Jr. The use of pedicle-screw internal fixation for the operative treatment of spinal disorders. *J Bone Joint Surg Am.* 2000;82-A(10):1458-76.
59. Dick W. The "fixateur interne" as a versatile implant for spine surgery. *Spine.* 1987;12(9):882-900.
60. Roy-Camille R, Saillant G, Mazel C. Internal fixation of the lumbar spine with pedicle screw plating. *Clin Orthop Relat Res.* 1986;(203):7-17.
61. Hamill CL, Lenke LG, Bridwell KH, Chapman MP, Blanke K, Baldus C. The use of pedicle screw fixation to improve correction in the lumbar spine of patients with idiopathic scoliosis. Is it warranted? *Spine.* 1996;21(10):1241-9.
62. Suk SI, Lee CK, Kim WJ, Chung YJ, Park YB. Segmental pedicle screw fixation in the treatment of thoracic idiopathic scoliosis. *Spine.* 1995;20(12):1399-405.
63. Krag MH, Beynon BD, Pope MH, DeCoster TA. Depth of insertion of transpedicular vertebral screws into human vertebrae: effect upon screw-vertebra interface strength. *J Spinal Disord.* 1988;1(4):287-94.
64. An HS, Singh K, Vaccaro AR, Wang G, Yoshida H, Eck J, McGrady L, Lim TH. Biomechanical evaluation of contemporary posterior spinal internal fixation configurations in an unstable burst-fracture calf spine model: special references of hook configurations and pedicle screws. *Spine.* 2004;29(3):257-62.
65. Kuklo TR, Potter BK, Polly DW, Lenke LG. Monoaxial versus multiaxial thoracic pedicle screws in the correction of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine.* 2005;30(18):2113-20.
66. Betz RR, Harms J, Clements DH 3rd, Lenke LG, Lowe TG ve ark. Comparison of anterior and posterior instrumentation for correction of adolescent thoracic idiopathic scoliosis. *Spine.* 1999;24(3):225-39.



67. Dobbs MB, Lenke LG, Kim YJ, Luhmann SJ, Bridwell KH. Anterior/posterior spinal instrumentation versus posterior instrumentation alone for the treatment of adolescent idiopathic scoliotic curves more than 90 degrees. *Spine*. 2006;31(20):2386-91.
68. Aubin CE, Labelle H, Ciolofan OC. Variability of spinal instrumentation configurations in adolescent idiopathic scoliosis. *Eur Spine J*. 2007;16(1):57-64.
69. Goldstein LA. The surgical management of scoliosis. *Clin Orthop Relat Res*. 1971;77:32-56.
70. King HA, Moe JH, Bradford DS, Winter RB. The selection of fusion levels in thoracic idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am*. 1983;65(9):1302-13.
71. Lenke LG, Betz RR, Bridwell KH, Clements DH ve ark. Intraobserver and interobserver reliability of the classification of thoracic adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am*. 1998;80(8):1097-106.
72. Lenke LG. Lenke classification system of adolescent idiopathic scoliosis:treatment recommendations. *AAOS Instructional Course Lectures*. 2005;54:537-42.
73. Lenke LG, Betz RR, Bridwell KH, Harms J, Clements DH, Lowe TG. Spontaneous lumbar curve coronal correction after selective anterior or posterior thoracic fusion in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 1999;24(16):1663-71.
74. Ogon M, Giesinger K, Behensky H, Wimmer C, Nogler M, Bach CM, Krismer M. Interobserver and intraobserver reliability of Lenke's new scoliosis classification system. *Spine*. 2002;27(8):858-62.
75. Puno RM, An KC, Puno RL, Jacob A, Chung SS. Treatment recommendations for idiopathic scoliosis: an assessment of the Lenke classification. *Spine*. 2003;28(18):2102-14.
76. Suk SI, Lee SM, Chung ER, Kim JH, Kim WJ, Sohn HM. Determination of distal fusion level with segmental pedicle screw fixation in single thoracic idiopathic scoliosis. *Spine*. 2003;28(5):484-91.
77. Suk SI, Lee SM, Chung ER, Kim JH, Kim SS. Selective thoracic fusion with segmental pedicle screw fixation in the treatment of thoracic idiopathic scoliosis: more than 5-year follow-up. *Spine*. 2005;30(14):1602-9.
78. Dobbs MB, Lenke LG, Kim YJ, Kamath G, Peelle MW, Bridwell KH. Selective posterior thoracic fusions for adolescent idiopathic scoliosis: comparison of hooks versus pedicle screws. *Spine*. 2006;31(20):2400-4.

79. Kuklo TR, Lenke LG, Won DS, Graham EJ, Sweet FA ve ark. Spontaneous proximal thoracic curve correction after isolated fusion of the main thoracic curve in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 2001;26(18):1966-75.
80. Sweet FA, Lenke LG, Bridwell KH, Blanke KM. Maintaining lumbar lordosis with anterior single solid-rod instrumentation in thoracolumbar and lumbar adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 1999;24(16):1655-62.
81. Harrington PR. Treatment of scoliosis: correction and internal fixation by spine instrumentation. June 1962. *J Bone Joint Surg Am*. 2002;84-A(2):316.
82. Resina J, Alves AF. A technique of correction and internal fixation for scoliosis. *J Bone Joint Surg Br*. 1977;59(2):159-65.
83. Kostuik JP. Operative treatment of idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am*. 1990;72(7):1108-13.
84. Leatherman KD, Dickson RA. The management of spinal deformities. London:Wright. 1988:55-121.
85. Lovullo JL, Banta JV, Renshaw TS. Adolescent idiopathic scoliosis treated by Harrington-rod distraction and fusion. *J Bone Joint Surg Am*. 1986;68(9):1326-30
86. Thompson GH, Wilber RG, Shaffer JW, Scoles PV, Nash CL Jr. Segmental spinal instrumentation in idiopathic scoliosis. A preliminary report. *Spine*. 1985;10(7):623-30.
87. Lenke LG, Bridwell KH, Baldus C, Blanke K, Schoenecker PL. Cotrel-Dubousset instrumentation for adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am*. 1992;74(7):1056-67.
88. Wood KB, Transfeldt EE, Ogilvie JW, Schendel MJ, Bradford DS. Rotational changes of the vertebral-pelvic axis following Cotrel-Dubousset instrumentation. *Spine*. 1991;16(8 Suppl):S404-8.
89. Barr SJ, Schuette AM, Emans JB. Lumbar pedicle screws versus hooks. Results in double major curves in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 1997;22(12):1369-79.
90. Delorme S, Labelle H, Aubin CE, de Guise JA ve ark. Intraoperative comparison of two instrumentation techniques for the correction of adolescent idiopathic scoliosis. Rod rotation and translation. *Spine*. 1999;24(19):2011-7.
91. Liljenqvist U, Lepsien U, Hackenberg L, Niemeyer T, Halm H. Comparative analysis of pedicle screw and hook instrumentation in posterior correction and fusion of idiopathic thoracic scoliosis. *Eur Spine J*. 2002;11(4):336-43.

92. Kim YJ, Lenke LG, Cho SK, Bridwell KH, Sides B, Blanke K. Comparative analysis of pedicle screw versus hook instrumentation in posterior spinal fusion of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 2004;29(18):2040-8.
93. Halm H, Niemeyer T, Link T, Liljenqvist U. Segmental pedicle screw instrumentation in idiopathic thoracolumbar and lumbar scoliosis. *Eur Spine J*. 2000;9(3):191-7.
94. Kim YJ, Lenke LG, Kim J, Bridwell KH, Cho SK, Cheh G, Sides B. Comparative analysis of pedicle screw versus hybrid instrumentation in posterior spinal fusion of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 2006;31(3):291-8.
95. Hart R, Hettwer W, Liu Q, Prem S. Mechanical stiffness of segmental versus nonsegmental pedicle screw constructs: the effect of cross-links. *Spine*. 2006;31(2):E35-8.
96. McMaster MJ. Luque rod instrumentation in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis. A comparative study with Harrington instrumentation. *J Bone Joint Surg Br*. 1991;73(6):982-9.
97. Akcali O, Alici E, Kosay C. Apical instrumentation alters the rotational correction in adolescent idiopathic scoliosis. *Eur Spine J*. 2003;12(2):124-9.
98. Richards BS, Scaduto A, Vanderhave K, Browne R. Assessment of trunk balance in thoracic scoliosis. *Spine*. 2005;30(14):1621-6.
99. Suk SI, Kim WJ, Lee SM, Kim JH, Chung ER. Thoracic pedicle screw fixation in spinal deformities: are they really safe. *Spine*. 2001;26(18):2049-57.
100. Papin P, Arlet V, Marchesi D. Unusual presentation of spinal cord compression related to misplaced pedicle screws in thoracic scoliosis. *Eur Spine J*. 1999;8:156-9.
101. Brown CA, Lenke LG, Bridwell KH. Complications of pedicle thoracolumbar and lumbar pedicle screws. *Spine*. 1998;23:1566-71.
102. Esses SI, Sachs BL, Dreyzin V. Complications associated with the technique of pedicle screw fixation: a selected survey of ABS members. *Spine*. 1993;18:2231-9.
103. Garfin SR. Spinal fusion: the use of bone screws in the vertebral pedicles: summation. *Spine*. 1994;19(suppl):2300-5.
104. Hirabayashi S, Kumano K, Kuroki T. Cotrel-Dubousset pedicle screw system for various spinal disorders: merits and problems. *Spine*. 1991;16:1298-304.
105. Liljenqvist UR, Halm HF, Link TM. Pedicle screw instrumentation of the thoracic spine in idiopathic scoliosis. *Spine*. 1997;22:2239-45.

106. O'Brien MF, Lenke LG, Mardjetko S. Pedicle morphology in thoracic adolescent idiopathic scoliosis: is pedicle fixation an anatomically viable technique? *Spine*. 2000;25:2285–93.
107. Vaccaro A, Rizzolo SJ, Allardyce TJ. Placement of pedicle screws in the thoracic spine: I. Morphometric analysis of the thoracic vertebrae. *J Bone Joint Surg Am*. 1995;77:1193–9.
108. Vaccaro A, Rizzolo SJ, Balderston RA. Placement of pedicle screws in the thoracic spine: II. An anatomical and radiographic assessment. *J Bone Joint Surg Am*. 1995;77:1200–6.
109. Kothe R, O'Holleran JD, Liu W. Internal architecture of the thoracic pedicle. *Spine*. 1996;21:264–70.
110. Parent S, Labelle H, Skalli W. Thoracic pedicle morphometry in vertebrae from scoliotic spines. *Spine*. 2004;29:239–48.
111. Liljenqvist UR, Allkemper T, Hackenberg L. Analysis of vertebral morphology in idiopathic scoliosis with use of magnetic resonance imaging and multiplanar reconstruction. *J Bone Joint Surg Am*. 2002;84:359–68.
112. Zdeblick TA, Kunz DN, Cooke ME. Pedicle screw pullout strength: correlation with insertional torque. *Spine*. 1993;18:1673–6.
113. Belmont PJ, Klemme WR, Dhawan A. In vivo accuracy of thoracic pedicle screws. *Spine* 2001;26:2340–6.

Hasta	Y	ET	PREOP								POSTOP							
			T	L	Tfleks%	Lfleks%	T5T12	L1L5	Den	AVT	T	L	T Düz%	LDüz%	T5T12	L1L5	Den	AVT
1	14	A	55	22	49	63	10	38	20	52	4	2	92	90	20	46	12	1
2	13	B	55	38	63	68	8	34	9	33	8	3	85	92	28	27	2	6
3	12	B	50	22	54	100	19	32	11	37	5	0	90	100	16	35	14	1
4	13	A	50	20	56	100	16	44	2	50	7	2	86	90	16	34	8	11
5	15	B	60	34	63	76	28	40	2	55	4	6	93	82	22	30	5	20
6	15	C	41	24	41	83	22	30	20	18	10	8	75	66	20	20	28	15
7	16	C	40	31	15	100	18	30	32	7	5	3	87	90	16	28	11	10
8	10	A	50	30	52	80	5	36	32	62	5	7	90	76	20	35	12	15
9	12	A	58	32	41	68	28	30	16	53	2	0	96	100	10	30	0	0
10	20	A	80	34	17	56	8	36	17	76	15	7	81	79	10	23	3	8
11	14	A	48	23	66	100	15	42	9	49	0	1	100	95	23	42	0	7
12	15	A	46	28	67	82	18	28	23	51	8	4	82	85	18	50	24	7
13	14	B	52	36	46	83	4	22	18	26	8	2	84	94	10	20	9	8
14	13	C	73	50	9	56	30	42	21	55	12	6	83	88	32	30	5	20
15	15	A	58	20	28	80	46	50	18	62	10	5	82	75	26	36	23	20
16	12	A	58	22	65	100	12	37	25	65	8	0	86	100	20	38	3	6
17	12	A	36	14	44	100	37	31	18	34	20	14	44	0	22	22	34	21
18	15	A	65	22	13	81	32	34	27	65	18	2	72	91	16	20	12	4
19	14	A	40	18	70	100	26	34	5	35	2	2	95	88	20	14	0	0
20	13	A	56	30	57	66	4	40	37	72	0	0	100	100	14	22	10	20
21	12	A	66	32	24	75	32	40	19	62	8	3	87	90	20	24	19	14
22	20	A	81	32	18	68	22	36	9	71	18	8	77	75	20	36	11	20
23	14	A	70	30	28	40	37	40	27	70	22	13	68	56	26	46	3	12
24	10	A	66	12	27	100	36	34	20	63	16	6	75	50	20	30	18	5
25	12	C	78	42	35	52	50	20	14	55	10	13	87	69	28	24	8	15
26	14	C	58	48	32	50	30	44	15	39	14	4	75	91	24	35	28	25
<b>ORT</b>	<b>13,8</b>		<b>57,3</b>	<b>28,7</b>	<b>42</b>	<b>78</b>	<b>22,8</b>	<b>35,5</b>	<b>17,9</b>	<b>50,6</b>	<b>9,2</b>	<b>4,6</b>	<b>83</b>	<b>81</b>	<b>19,9</b>	<b>30,6</b>	<b>11,6</b>	<b>11,2</b>

**Ek 1:** Vida grubundaki hastaların preoperatif ve postoperatif ölçüm sonuçları (Y:yaş, LD:lomber değişken, T:torakal Cobb, L:lomber Cobb, Tfleks:torakal fleksibilite, Lfleks:lomber fleksibilite, T5T12:torakal kifoz, L1L5:lomber lordoz, Den:koronal denge, AVT:apikal vertebra translasyonu).

			PREOP								POSTOP							
Hasta	Y	LD	T	L	Tfleks%	Lfleks%	T5T12	L1L5	Den	AVT	T	L	TDüz%	LDüz%	T5T12	L1L5	Den	AVT
1	15	A	41	22	76	100	17	50	10	42	5	0	87	100	10	41	7	5
2	17	A	30	25	13	100	48	32	55	83	15	0	50	100	20	40	30	55
3	16	A	47	19	56	100	5	20	7	35	3	0	93	100	10	50	17	15
4	13	A	41	31	51	100	50	50	0	35	18	8	56	74	30	50	30	20
5	15	A	40	20	20	85	42	42	19	45	18	0	55	100	44	52	15	5
6	16	A	50	28	28	100	36	30	30	60	10	0	80	100	36	41	13	20
7	14	B	57	29	33	100	50	44	12	29	10	0	82	100	26	26	0	16
8	13	A	52	28	55	100	44	57	18	65	15	0	71	100	30	34	20	23
9	14	C	56	50	11	52	33	40	41	7	32	28	42	44	21	30	4	14
10	15	A	58	20	46	100	37	42	2	34	26	12	55	40	34	34	7	12
11	14	A	80	38	17	73	38	42	18	80	14	9	82	76	18	32	7	15
12	17	B	46	34	39	85	20	26	7	35	0	14	100	58	22	26	9	6
13	13	A	58	30	13	93	0	27	15	75	22	6	62	80	17	39	15	22
14	13	A	50	32	40	100	4	26	15	32	4	8	92	75	8	10	8	6
15	14	B	63	24	14	58	32	32	15	52	34	16	46	33	20	35	25	10
16	16	A	35	20	37	40	24	36	15	23	15	11	57	45	24	38	15	18
17	16	A	54	32	74	100	7	10	25	85	8	6	85	81	9	19	20	26
18	11	A	52	30	34	100	20	35	20	80	14	0	73	100	4	20	5	8
19	12	B	64	39	22	41	30	24	11	70	18	10	71	74	24	32	0	19
20	13	A	45	16	97	100	6	34	0	30	4	4	91	75	12	34	0	4
21	13	A	52	27	53	100	20	58	32	56	10	0	80	100	22	50	9	8
22	18	A	56	32	32	100	8	34	35	100	20	12	64	62	9	32	26	46
23	16	B	54	38	51	55	38	46	24	41	9	0	83	100	35	34	15	0
24	14	A	41	27	34	70	22	27	43	68	10	3	75	88	20	17	7	10
25	12	B	55	28	40	82	4	23	22	63	10	7	81	75	23	27	15	18
26	15	B	50	36	36	66	18	27	16	27	4	5	92	86	23	26	11	9
<b>ORT</b>	<b>14,4</b>		<b>51</b>	<b>29</b>	<b>39</b>	<b>84</b>	<b>25,1</b>	<b>35,1</b>	<b>19,5</b>	<b>52</b>	<b>13,4</b>	<b>6,1</b>	<b>73</b>	<b>79</b>	<b>21,2</b>	<b>33,4</b>	<b>12,7</b>	<b>15,8</b>

**Ek 2:** Hibrid grubundaki hastaların preoperatif ve postoperatif ölçüm sonuçları (Y:yaş, LD:lomber değişken, T:torakal Cobb, L:lomber Cobb, Tfleks:torakal fleksibilite, Lfleks:lomber fleksibilite, T5T12:torakal kifoz, L1L5:lomber lordoz, Den:koronal denge, AVT:apikal vertebra translasyonu).



