

# Torakolomber Vertebra Kırıklarının Stabilizasyonuna Kırık Vertebra'nın Dahil Edilmesi: Tek-Merkezli Erken Dönem Klinik ve Radyolojik Sonuçlarımız

Including the Fractured Vertebra in Stabilization of Thoracolumbar Vertebral Fractures: Our Single-Centered Early Stage Clinical and Radiological Results

© Faruk Tonga

Amasya Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nöroşirürji Anabilim Dalı, Amasya, Türkiye

## Öz

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı, torakolomber vertebra kırığı nedeniyle uzun segment (US) ve kırık vertebra'nın dahil edildiği kısa segment (KS+) stabilizasyon teknikleriyle opere ettiğimiz hastaların erken dönem klinik ve radyolojik sonuçlarını karşılaştırmaktır.

**Gereç ve Yöntem:** Ocak 2014-Ağustos 2021 tarihleri arasında T11-L2 vertebra kırığı nedeniyle kliniğimizde opere edilen 38 hasta çalışmaya dahil edildi. İki farklı operasyon tekniği için retrospektif olarak elde edilen radyolojik ve klinik sonuçlar karşılaştırıldı. Ağrı şiddeti için vizüel analog skala (VAS) kullanıldı.

**Bulgular:** Hastaların 17'si kadın ve 21'i erkekti. Ortalama yaş 40,39 idi. Yirmi sekiz hasta trafik kazası, 10 hasta düşme nedeniyle opere edilmişti. Yirmi hastaya US, 18 hastaya KS+ yapıldı. Operasyon süresi, kan kaybı, preoperatif lokal kifoz açısı ve korpus anterior yükseklik kaybı, postoperatif mobilizasyon süresi, postoperatif VAS, hastane kalış süresi, postoperatif lokal kifoz açısı ve korpus anterior yükseklik kaybı US ve KS+ hastalar için sırasıyla; 171-141 dk, 400-300 mL, 11,70°-11,11°, %46-45, 1,7-1,1 gün, 4,8-3,3, 6,4-4,6 gün, 5,30°-4,89°, %29,70-%30 idi. KS+ hasta grubunda; operasyon süreleri, kan kaybı miktarı, postoperatif VAS değerleri, postoperatif mobilizasyon süresi ve hastanede kalış gün sayısı açısından US hasta grubuna göre istatistiksel olarak anlamlılık vardı. Radyolojik ölçümlerde farklılık yoktu.

**Sonuç:** Kırık vertebra'nın dahil edildiği KS+ stabilizasyonun erken dönem klinik sonuçları US stabilizasyona göre daha iyi olabilir. Bu konuda daha çok çalışmaya gereksinim vardır.

**Anahtar Kelimeler:** Lokal Kifoz Açısı, Korpus Anterior Yükseklik Kaybı, Vertebra Kırığı, Posterior Stabilizasyon, Torakolomber Fraktür

## Abstract

**Objectives:** To compare the early stage clinical and radiological results of patients suffering from thoracolumbar vertebral fracture, who we operated with the long segment (LS) and short segment (SS+) stabilization techniques, including the fractured vertebra.

**Materials and Methods:** Thirty-eight patients who were operated in our clinic for T11-L2 vertebral fracture between January 2014 and August 2021 were included in the study. The radiological and clinical results obtained retrospectively for two different operating techniques were compared. The visual analogue scale (VAS) was used for evaluating pain intensity.

**Results:** There were 17 female and 21 male patients. The mean age was 40.39 years. Of the patients, 28 were operated due to traffic accidents, 10 due to falls. LS was performed in 20 patients and SS+ was performed in 18 patients. Operation times, blood loss, preoperative local kyphosis angle and corpus anterior height loss, postoperative mobilization time, postoperative VAS, hospital stay, postoperative local kyphosis angle and corpus anterior height loss for LS and SS+ patients were 171-141 min, 400-300 mL, 11.70°-11.11°, 46-45%, 1.7-1.1 day, 4.8-3.3, 6.4-4.6 day, 5.30°-4.89°, and 29.70-30%, respectively. In the SS+ group, there were statistically significant differences in terms of operation times, blood loss, postoperative

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Faruk Tonga

Amasya Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nöroşirürji Anabilim Dalı, Amasya, Türkiye

Tel.: +90 507 117 71 87 E-posta: ftonga68@gmail.com ORCID ID: orcid.org/0000-0001-7133-8613

Geliş Tarihi/Received: 30.03.2022 Kabul Tarihi/Accepted: 24.07.2022

©Telif Hakkı 2022 Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası, Galenos Yayınevi tarafından yayınlanmıştır.

Yayınlanan tüm içerik CC BY-NC-ND lisansı altındadır.



VAS values, postoperative mobilization time and number of days of hospitalization compared to the LS patients group. There was no difference in radiological measurements.

**Conclusion:** The early stage clinical results of SS+ stabilization including the fractured vertebra may be better than LS stabilization. Further clinical studies are needed on this subject.

**Key Words:** Local Kyphosis Angle, Anterior Corpus Height Loss, Fractured Vertebra, Posterior Stabilization, Thoracolumbar Fracture

## Giriş

Torakolomber bölge (TKLB), kısmen hareketsiz ve hafif kifotik alt torakal vertebralar ile daha hareketli üst lomber vertebralar (T10-L2). Biyomekanik özelliklerine bağlı olarak TKLB bölge, vertebra travmalarının en fazla görüldüğü bölgedir (1,2).

TKLB bölge kırıkları, travmanın tipine göre cerrahi ya da medikal olarak tedavi edilir. Tedavi yöntemlerinin belirlenmesinde çeşitli sınıflamalar mevcuttur. Günümüzde AO spine TKLB spine travma sınıflama sistemi kullanılmaktadır (1). Cerrahi tedavi seçenekleri arasında anterior, posterior, lateral veya kombine yaklaşımlar bulunmaktadır. Posterior pediküler stabilizasyon, her üç kolonun da tespitine olanak sağladığından, spinal cerrahlar tarafından en çok tercih edilen cerrahi tekniktir (2). Posterior stabilizasyon kısa segment (KS) ya da uzun segment (US) olarak uygulanır. Kırık vertebranın 2 üst ve 2 alt vertebrayı içine alacak şekilde stabilizasyonu US, 1 üst ve 1 alt vertebrayı içine alacak şekilde stabilizasyonu ise KS stabilizasyon olarak tanımlanmaktadır. Bu tekniklerin; kırık vertebranın stabilizasyona dahil edildiği US+ ve KS+ versiyonları da bulunmaktadır (1,2).

Çalışmamızın amacı; kliniğimizde TKLB vertebra kırığı nedeniyle US ve KS+ teknikleriyle opere edilen hastaların erken dönem klinik ve radyolojik sonuçlarını karşılaştırmak, KS+ ve US stabilizasyonun avantaj ve dezavantajlarını tartışmaktır.

## Gereç ve Yöntem

Ocak 2014-Ağustos 2021 tarihleri arasında T11-L2 vertebra kırığı nedeniyle kliniğimizde 38 hasta opere edildi. Preoperatif ağır nörolojik defisiti olmayan, AO Spine TKLB yaralanma skoru (TLAOSIS) 4 ve üzeri olan hastalar çalışmaya dahil edildi. Hastalar US ve KS+ olmak üzere 2 gruba ayrıldı. US grupta kırık vertebraya vida yerleştirilmedi (Şekil 1). KS+ da ise kırık vertebraya 2 adet pedikül vidası yerleştirildi (Şekil 2). Retrospektif olarak hastaların demografik özellikleri, preoperatif-postoperatif vizüel analog skala (VAS) değerleri, operasyon süreleri ve intraoperatif kan kaybı miktarları, preoperatif ve postoperatif lokal kifoz açıları (LKA) ve kırık vertebralardaki korpus anterior yükseklik kayıpları (KAYK), postoperatif mobilizasyon süreleri ve hastane kalış süreleri karşılaştırıldı. Postoperatif LKA ve KAYK ölçümleri hastalar taburcu edilmeden önce çekilen kontrol grafileri üzerinde yapıldı. Hastaların hepsi yazar tarafından opere edildi.

Hastaların preoperatif ve postoperatif ağrı şiddetlerini ölçmek için VAS kullanıldı. LKA ölçümlerinde Kuklo ve ark.'nın (3) en güvenilir yöntem olarak kabul ettiği metod 1, KAYK ölçümlerinde ise Mumford ve ark.'nın (4) tanımladığı yöntem kullanıldı [ $KAYK = Z / ((X+Y)/2) \times 100$ ] (Şekil 1A, D).

Bu çalışma için Amasya Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan onay alındı (karar no: 146, tarih: 04.11.2021).

## İstatistiksel Analiz

Verilerin istatistiksel analizi SPSS 25.0 programı ile yapıldı (IBM, Armonk, NY, USA). Kategorik değişkenler, frekans ve yüzde olarak tanımlandı; sürekli değişkenler ortalama  $\pm$  standart hata olarak tanımlandı. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirildi. İkili grupların ortalamasını karşılaştırmak için bağımsız örneklem t-testi ve normal dağılıma uymayan ikili grupların ortancasını karşılaştırmak için Mann-Whitney U testi kullanıldı. Araştırmada istatistiksel anlamlılık düzeyi 0,05 olarak kabul edildi.

## Bulgular

Çalışmaya toplam 38 hasta (17 K, 21 E) katıldı. Hastaların ortalama yaşı 40,39 (25-58) idi. Travma nedenleri; 28 (%73,68) hastada trafik kazası, 10 (%26,32) hastada yüksekte düşme olarak belirlendi. Yirmi bir (%55,26) hastada L1, 10 (%26,32) hastada T12, 5 (%13,16) hastada L2, 2 (%5,26) hastada ise T11 vertebra kırığı vardı. Otuz iki (%84,21) hasta burst kırığı (Şekil 2B, C), 6 (%15,79) hasta distraksiyon tipi kırık (Şekil 1A-C) nedeniyle opere edildi. Bu kırık tipleri US ve KS+ grupta sırası ile 16 /16 burst tipi ve 4 /2 distraksiyon tipi idi. US grupta 3, KS+ grupta 1 olmak üzere toplam 4 hastada geçici nörodefisit saptandı. Diğer hastaların preoperatif nörolojik muayeneleri normaldi (Tablo 1). Posterior yaklaşımla 20 hastaya US, 18 hastaya KS+ stabilizasyon yapıldı. Operasyon süreleri; US'de 171 dakika ve KS+'da ise 141 dakika, intraoperatif kan kaybı; US'de 400 mL ve KS+'da 380 mL idi. Postoperatif mobilizasyon süreleri; genel ortalama 1,4 gün, US grupta 1,7 gün ve KS+'da ise 1,1 gündü. Postoperatif VAS değerleri; US'de 4,8, KS+'da ise 3,3 idi. Postoperatif hastane kalış süreleri; US'de 6,4 gün, KS+'da 4,6 gündü. Preoperatif LKA, postoperatif LKA, preoperatif KAYK ve postoperatif KAYK ortalama değerleri US ve KS+ grupta sırası ile 11,70° ve 11,11°, 5,30° ve 4,89°, %46 ve %45,83, %29,70 ve %30 idi. Her iki gruptaki hastaların yaşları, preoperatif VAS, LKA ve KAYK, postoperatif LKA ve KAYK değerlerinde istatistiksel olarak

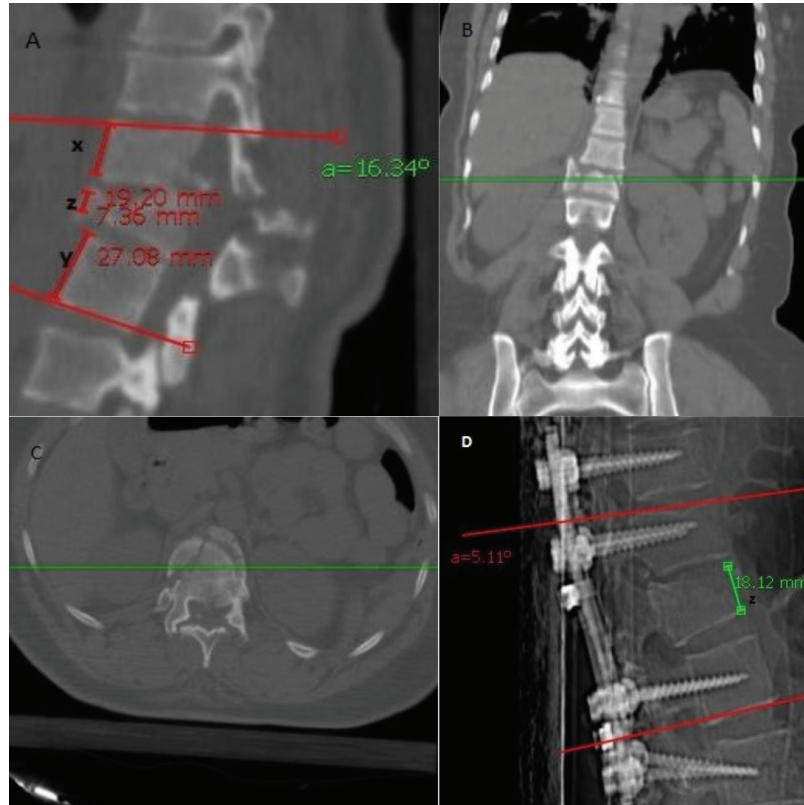
farklılık yoktu. KS+ hasta grubunda operasyon süreleri, kan kaybı miktarı, postoperatif VAS değerleri, postoperatif mobilizasyon süresi ve hastanede kalış gün sayısı açısından US hasta grubuna göre istatistiksel olarak anlamlılık vardı (Tablo 2). Postoperatif dönemde US grupta, obez olan 2 hastada insizyon yerinden yağ

nekrozuna bağlı hafif akıntı oldu. Bu iki hastada postoperatif 7. günde oral antibiyotik ile taburcu edildi. US tekniği çoğunlukla çalışmanın ilk yıllarındaki hastalarda uygulandı. Çalışmanın son yıllarında ise KS+ tekniği tercih edildi.

**Tablo 1: Hastaların genel özellikler**

Özellik		Toplam hasta	US (n=20)	KS+ (n=18)
Cinsiyet (%)	Kadın	17 (44,7)	8	9
	Erkek	21 (55,3)	12	9
Kırık seviyesi (%)	T11	2 (5,26)	2	-
	T12	10 (26,32)	3	7
	L1	21 (55,26)	12	9
	L2	5 (13,16)	3	2
Travma nedeni (%)	Trafik kazası	28 (%73,68)	15	13
	Düşme	10 (%26,32)	5	5
Yaş (ortalama yıl)		40,39	40,05	40,78
Kırık tipi (%)	Burst	32 (%84,21)	16	16
	Distraksiyon	6 (%15,79)	4	2
Nörolojik durum	Nörodefisit yok	34	17	17
	Geçici nörodefisit	4	3	1

US: Uzun segment, KS+: Kısa segment



**Şekil 1:** US tekniikle opere edilen T12 vertebra kırığı. A) Preoperatif sagittal planda LKA ve AVYK ölçümleri, B,C) Preoperatif koronal ve aksiyal tomografi kesitleri D) Postoperatif LKA ve AVYK ölçümleri

US: Uzun segment, LKA: Lokal kifoz açısı, AVYK: Anterior cisim yükseklik kaybı

## Tartışma

TKLB vertebra kırıklarında cerrahi tedavinin amacı, kırığın neden olduğu mekanik stabilizasyonun sağlanması, nörolojik defisitın önlenmesi ya da var olan nörolojik defisitın iyileşmesinin hızlandırılması, hastaların ağrılarının azaltılması, erken mobilizasyon ve uzun hastane kalış sürelerinin önlenmesidir.

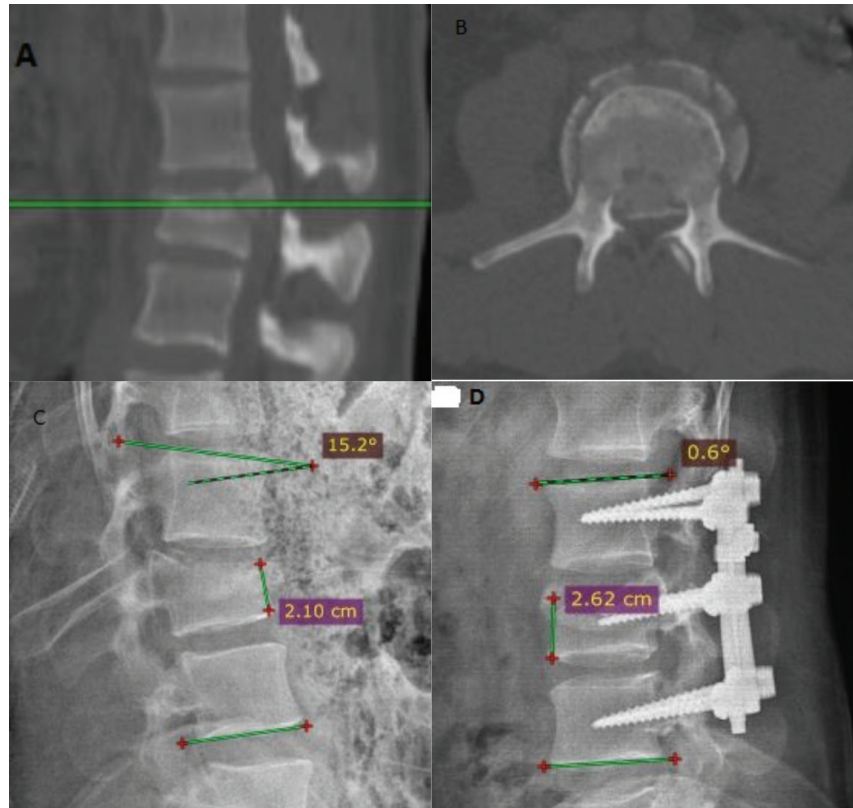
TKLB vertebra kırıklarının cerrahi tedavi seçenekleri arasında posterior, anterior, lateral ya da bunların kombinasyonlarından oluşan cerrahi teknikler kullanılır. Posterior stabilizasyon teknikleri, spinal cerrahlar tarafından en çok uygulanan cerrahi tekniktir ve posterior segmental stabilizasyon 1986'da Roy-Camille ve ark. (5) tarafından tanımlanmıştır.

TKLB vertebra kırıklarında US ve KS posterior transpediküler fiksasyon sıklıkla kullanılan cerrahi tekniklerdendir (6,7).

**Tablo 2: US ve KS+ hasta gruplarının karşılaştırılma sonuçları**

	US (n=20) $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	KS+ (n=18) $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	p-değeri
Yaş (yıl)	40,051,565	40,781,748	0,757
Operasyon süresi (dk)	171,152,444	141,282,717	0,001
Kan kaybı (mL)	400,03,536	380,03,593	0,001
Postop. mobilizasyon (gün)	1,700,105	1,110,111	0,001
Preop. VAS	8,500,115	8,670,162	0,510
Postop. VAS	4,800,2	3,330,214	0,001
Postop. hastane kalış süresi (gün)	6,400,134	4,610,143	0,001
Preop. LKA (°)	11,700,963	11,111,357	0,721
Postop. LKA (°)	5,300,524	4,890,874	0,682
Preop. KAYK (%)	46,001,948	45,831,511	0,947
Postop. KAYK (%)	29,705,411	30,001,532	0,878

$\bar{X}$ : Ortalama,  $S_{\bar{x}}$ : Standart hata, dk: Dakika, mL: Mililitre, LKA: Lokal kifoz açısı, KAYK: Korpus anterior yükseklik kaybı



**Şekil 2:** L2 vertebra kırığı. A-B-C) Preoperatif sagittal aksiyal CT ve lateral X-ray, D) Postoperatif KS+ ve X-ray görüntüleri  
CT: Bilgisayarlı tomografi, KS+: Kısa segment

Kifoz korreksiyonu ve vertebra yüksekliğinin US posterior transpediküler stabilizasyon ile daha iyi sağlandığı bildirilmiştir (8,9). 1994 yılında Dick ve ark. (10), kırık vertebraya da transpediküler vida yerleştirilerek KS internal fiksasyonunun US fiksasyona göre dezavantajlarını ortadan kaldırmıştır. Bu biyomekanik çalışmanın sonucunda, aksiyel yük kapasitesinin %160, eğilme rezistansının %48 ve torsional rijiditenin %38 arttığı bildirilmiştir. Daha az segmentin fikse edildiği KS stabilizasyonda füzyon yetmezliği ve kifoz gelişimi yüksektir (2,11-13). Kırık vertebranın KS füzyona dahil edilmesinin bu komplikasyonları önlediği (önleyebileceği) bildirilmiştir (11-19). Biyomekanik çalışmalar, KS stabilizasyonda kırık vertebranın stabilizasyona dahil edilmesinin stabilizasyon direncini artırdığı, kırık vertebraya vida yerleştirilmeyen stabilizasyonlara göre vidalar üzerindeki stresi ve fleksiyon-ekstansiyonda omurganın hareketini %30-100 oranında azalttığını göstermiştir (9,14,20,21). Radyolojik çalışmalarda KS+ ve US stabilizasyon teknikleri karşılaştırılmış, gerek erken dönemde gerekse uzun dönem takiplerde benzer radyolojik sonuçların elde edilmesi nedeniyle KS+ tekniğinin US stabilizasyona tercih edilebileceği bildirilmiştir (16,18,22-24). US ve KS+ tekniğini karşılaştırdığımız çalışmamızda preoperatif LKA, KAYK ve postoperatif LKA, KAYK değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit etmedik (sırası ile  $p>0,721$ ,  $p>0,947$ ,  $p>0,682$ ,  $p>0,878$ ). Bu konuda çalışmamız literatür ile uyumludur. Çalışmada her iki stabilizasyon tekniğinin kullanılmasının nedeni, ilk yıllarında çoğunlukla US tekniğini tercih etmekten, son yıllarda deneyimimizin artması ve klinik sonuçların memnuniyet verici olması nedeniyle KS+ tekniği kullanmamızdır.

TKLB vertebra kırıkları en sık 3. ve 4. dakikada, sıklıkla L1 ve T12 vertebralarda görülür. En sık neden trafik kazasıdır (%34-78) (8,11,15,25). Çalışmamızda da en sık neden trafik kazası (%73,68) olarak saptanmıştır. TKLB vertebra kırıklarının erkeklerde daha sık görüldüğü bildirilse de opere ettiğimiz hastalarda cinsiyet farkı yoktur (8,11,12,15,16,25-27). Çalışmamızdaki yaş ortalaması 40,39 ve en sık rastlanan neden trafik kazası (%73,68) olarak saptanmıştır. L1 (21 hasta) ve T12 (10 hasta) vertebralardan en sık kırılan vertebralardır.

KS+ tekniğinin diğer tekniklerle karşılaştırıldığı çalışmalarda operasyon öncesi ve sonrası VAS değerlendirilmesinin yapıldığı çalışmalar çok fazla değildir. Kapoen ve ark.'nın (19), yaptığı meta-analizde, KS+ stabilizasyonun diğer tekniklerle karşılaştırıldığında, postoperatif VAS değerlerini istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşürdüğünü tespit etmiştir. Ancak başka bir çalışmada postoperatif VAS değerlerinde anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (28). Bizim 38 hastalık serimizde de KS+ stabilizasyonu uyguladığımız hastaların VAS değerleri de US stabilizasyona göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ( $p<0,001$ ). Bunun nedeninin kırık vertebraya yerleştirilen vidaların, kırık parçaları erken dönemde stabilize etmesine bağlı olduğunu düşünüyoruz.

TKLB vertebra kırıklarının cerrahi tedavileri sırasında operasyon süresi ve kan kaybı miktarı, operasyonun yapıldığı merkez, cerrahi ve anestezi ekibinin deneyimi yanında cerrahi teknikle de ilişkilidir. Cerrahi teknikten bağımsız olarak operasyon süresi ve kan kaybı açısından çok fazla farklılık olmadığı bildirilse de (13,25), 176 hastalık bir meta-analiz çalışmasında KS stabilizasyonda, US stabilizasyona göre daha kısa operasyon süresi ve kan kaybı miktarında ise farklılık olmadığı saptanmıştır (29). Çalışmamızda operasyon süresi ve intraoperatif kan kaybı KS+ stabilizasyonda istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde düşük bulunmuştur ( $p<0,001$ ). Bunun nedeni, 5 vertebra yerine 3 vertebraın eksplore edilmesi, deri kesisinin ve disseke edilen kas miktarının daha az olmasıdır.

US ve KS/KS+ stabilizasyon yapılan hastaların postoperatif mobilizasyon ve hastanede kalış sürelerini karşılaştıran çok fazla çalışma yoktur. Guven ve ark.'nın (25), 72 hastalık US, US+, KS ve KS+ tekniklerinin karşılaştırmasını yaptığı çalışmada cerrahi teknikten bağımsız olarak hastaları postoperatif ortalama 3. günde mobilize etmiş ve 10. günde ise taburcu etmiştir. Biakto ve ark. (30), US tekniikle opere edilen hastaların %37,5 oranında 14 günden fazla hastanede kaldıklarını, KS hastalarda ise 14 günden fazla hastanede kalan olmadığını bildirmiştir. Wang ve ark. (8), tüm hastalarını postoperatif 2. veya 3. günde mobilize etmiştir. Bizim serimizde ise tüm hastalar postoperatif ortalama 1,4 günde, US hastalar 1,7 günde, KS+ hastalar 1,1 günde mobilize edildi ve US hastalar 6,4 günde, KS+ hastalar 4,6 günde taburcu edildi. KS+ gruptaki hastaların US gruba göre daha erken mobilizasyonu ve hastanede kalış sürelerinin daha kısa olması istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,001$ ). İntraoperatif kan kaybının ve operasyon süresinin kısa olması, postoperatif VAS değerlerinin düşük olması, kırık vertebranın stabilizasyona dahil edilmiş olmasının bu süreleri etkilediğini düşünmekteyiz.

### Çalışmanın Kısıtlılıkları

Hastaların takip süreleri kısadır. Bunun nedeni; hastanemiz ülkemizin batısı ile doğusu arasındaki birçok ilin kavşak noktasında bulunması ve opere ettiğimiz hastaların çoğunluğu bu iller arasındaki yolculuk sırasında trafik kazası geçiren hastalardan oluşmasıdır. Bu hastalar taburculuk sonrası ikamet ettikleri merkezlere nakledildiği için uzun dönem izlemleri ve radyolojik verileri elde edilememiştir.

### Sonuç

Torakolomber vertebra kırıklarında kırık vertebrayı stabilizasyona dahil ederek yapılan KS stabilizasyonu; US stabilizasyona göre erken dönemde radyolojik olarak benzer, klinik seyir açısından ise daha iyi sonuçlar vermektedir. Yine de daha çok olgulu ve daha uzun süre takipli retrospektif/prospektif klinik çalışmalara ihtiyaç vardır.

**Etik**

**Etik Kurul Onayı:** Bu çalışma için Amasya Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan onay alındı (karar no: 146, tarih: 04.11.2021).

**Hasta Onayı:** Retrospektif çalışmadır.

**Hakem Değerlendirmesi:** Editörler kurulu dışında olan kişiler tarafından değerlendirilmiştir.

**Finansal Destek:** Yazar tarafından finansal destek almadığı bildirilmiştir.

**Kaynaklar**

- Vaccaro AR, Schroeder GD, Kepler CK, et al. The surgical algorithm for the AOSpine thoracolumbar spine injury classification system. *Eur Spine J.* 2016;25:1087-1094.
- Paşahan R, Doğan Ş. Torakolomber Bileşke Kırıklarına Yaklaşım. *Türk Nöroşir Derg.* 2020;30:428-431.
- Kuklo TR, Polly DW, Owens BD, et al. Measurement of thoracic and lumbar fracture kyphosis: evaluation of intraobserver, interobserver, and technique variability. *Spine (Phila Pa 1976).* 2001;26:61-5; discussion 66.
- Mumford J, Weinstein JN, Spratt KF, et al. Thoracolumbar burst fractures. The clinical efficacy and outcome of nonoperative management. *Spine (Phila Pa 1976).* 1993;18:955-970.
- Roy-Camille R, Saillant G, Mazel C. Internal fixation of the lumbar spine with pedicle screw plating. *Clinical orthopaedics and related research.* 1986;203:7-17.
- Kim BG, Dan JM, Shin DE. Treatment of thoracolumbar fracture. *Asian Spine J.* 2015;9:133-146.
- Scheer JK, Bakhsheshian J, Fakurnejad S, et al. Evidence-Based Medicine of Traumatic Thoracolumbar Burst Fractures: A Systematic Review of Operative Management across 20 Years. *Global Spine J.* 2015;5:73-82.
- Wang ST, Ma HL, Liu CL, et al. Is fusion necessary for surgically treated burst fractures of the thoracolumbar and lumbar spine?: a prospective, randomized study. *Spine (Phila Pa 1976).* 2006;31:2646-52; discussion 2653.
- Anekstein Y, Brosh T, Mirovsky Y. Intermediate screws in short segment pedicular fixation for thoracic and lumbar fractures: a biomechanical study. *J Spinal Disord Tech.* 2007;20:72-77.
- Dick JC, Jones MP, Zdeblick TA, et al. A biomechanical comparison evaluating the use of intermediate screws and cross-linkage in lumbar pedicle fixation. *J Spinal Disord.* 1994;7:402-407.
- Farrokhi MR, Razmkon A, Maghami Z, et al. Inclusion of the fracture level in short segment fixation of thoracolumbar fractures. *Eur Spine J.* 2010;19:1651-1656.
- Tian JW, Wang L, Xia T, et al. Posterior short-segmental fixation combined with intermediate screws vs conventional intersegmental fixation for monosegmental thoracolumbar fractures. *Orthopedics.* 2011;34:e389-e396.
- Li K, Zhang W, Liu D, et al. Pedicle screw fixation combined with intermediate screw at the fracture level for treatment of thoracolumbar fractures: a meta-analysis. *Medicine (Baltimore).* 2016;95:e4574.
- Norton RP, Milne EL, Kaimrajh DN, et al. Biomechanical analysis of four- versus six-screw constructs for short-segment pedicle screw and rod instrumentation of unstable thoracolumbar fractures. *Spine J.* 2014;14:1734-1739.
- Kanna RM, Shetty AP, Rajasekaran S. Posterior fixation including the fractured vertebra for severe unstable thoracolumbar fractures. *Spine J.* 2015;15:256-264.
- Gajjar SH, Menon HJ, Chaudhari N, et al. Outcomes of Short Segment Posterior Instrumentation in Unstable Thoracolumbar Fractures. *J Clin Diagn Res.* 2016;10:RC04-RC08.
- Zhang C, Liu Y. Combined pedicle screw fixation at the fracture vertebrae versus conventional method for thoracolumbar fractures: A meta-analysis. *Int J Surg.* 2018;53:38-47.
- Çetin E, Öner A. Torakolomber kırıklarda kırık omurgaya vida yerleştirilerek uygulanan kısa segmentposteriorpedikül vidası tespiti ile uzun segment tespiti karşılaştırılması. *J Acad Res Med.* 2020;10:32-35.
- Kapoen C, Liu Y, Bloemers FW, et al. Pedicle screw fixation of thoracolumbar fractures: conventional short segment versus short segment with intermediate screws at the fracture level-a systematic review and meta-analysis. *Eur Spine J.* 2020;29:2491-2504.
- Wang H, Li C, Liu T, et al. Biomechanical efficacy of monoaxial or polyaxial pedicle screw and additional screw insertion at the level of fracture, in lumbar burst fracture: An experimental study. *Indian J Orthop.* 2012;46:395-401.
- Basaran R, Efendioglu M, Kaksi M, et al. Finite Element Analysis of Short-Versus Long-Segment Posterior Fixation for Thoracolumbar Burst Fracture. *World Neurosurg.* 2019;128:e1109-e1117.
- Bolesta MJ, Caron T, Chinthakunta SR, et al. Pedicle screw instrumentation of thoracolumbar burst fractures: Biomechanical evaluation of screw configuration with pedicle screws at the level of the fracture. *Int J Spine Surg.* 2012;6:200-205.
- El-Shehaby A, Saoud K, Elayouty A. Comparison of long segment fixation versus short segment fixation with pediclescrews at the level of the fracture in the management of Thoracolumbar fractures. *Egyptian Spine Journal.* 2013;5:47-52.
- Dobran M, Nasi D, Brunozzi D, et al. Treatment of unstable thoracolumbar junction fractures: short-segment pedicle fixation with inclusion of the fracture level versus long-segment instrumentation. *Acta Neurochir (Wien).* 2016;158:1883-1889.
- Güven O, Kocaoglu B, Bezer M, et al. The use of screw at the fracture level in the treatment of thoracolumbar burst fractures. *J Spinal Disord Tech.* 2009;22:417-421.
- Pellisé F, Barastegui D, Hernandez-Fernandez A, et al. Viability and long-term survival of short-segment posterior fixation in thoracolumbar burst fractures. *Spine J.* 2015;15:1796-1803.
- El Behairy HF, M Abdelaziz A, Saleh AK, et al. Short-Segment Fixation of Thoracolumbar Fractures with Incorporated Screws at the Level of Fracture. *Orthop Surg.* 2020;12:170-176.
- Ye C, Luo Z, Yu X, et al. Comparing the efficacy of short-segment pedicle screw instrumentation with and without intermediate screws for treating unstable thoracolumbar fractures. *Medicine (Baltimore).* 2017;96:e7893.
- Li J, Liu L. Comparison of short-segment versus long-segment fixation for the treatment of thoracolumbar burst fracture: a meta-analysis. *Int J Clin Exp Med.* 2017;10:1750-1762.
- Biakto KT, Usman MA, Limoa W, et al. Comparison between short segment pedicle screw fixation and long segment pedicle screw fixation for treatment of neglected single level thoracolumbar burst fracture. *International Journal of Surgery Open.* 2020;26:145-9.