

## İNTERSPİNÖZ TELLEME YÖNTEMİNİN OMURGANIN İNTERSPİNÖZ VE SUPRASPİNÖZ LİGAMENTLERİNİN BİYOMEKANİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ: İNVİTRO BİR ÇALIŞMA

### THE EFFECTS OF INTERSPINOUS WIRING TECHNIQUE ON THE BIOMECHANICAL PROPERTIES OF INTERSPINOUS AND SUPRASPINOUS LIGAMENTS OF THE SPINE: AN INVITRO STUDY

Erhan SESLİ\*, Murat ÖZTÜRK\*, Cengizhan KURT\*,  
Bülent ULUBAY\*\*, Halit ÖZYALÇIN\*

#### ÖZET:

Posterior ligaman kompleksi ile ilgili birçok invitro biyomekanik inceleme yapılmıştır. Tüm bu incelemelerde, vertebra stabilitesinde posterior ligaman kompleksinin sağlamlığının önemli olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada, koyun vertebraları arasındaki interspinöz ligamanları sağlam ve yırtık olup telle bağlanmış olan grupları karşılaştırarak, interspinöz telleme yönteminin dayanıklılığı invitro olarak test edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla 24 koyun lomber vertebra invitro olarak biyomekanik teste tabi tutulmuş, örnekler sağlam, posterior ligamanları sakrifiye edilmiş ve interspinöz bölgeden telleme tekniği ile tespit edilmiş grup olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır. Her grupta bulunan 8'er örnek test makinesi ile kompresyon testine tabi tutulmuş, kırılma güçleri

saptanarak istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Her gruptaki fleksiyon güçlerine karşı direnç ve değişiklikler kaydedilmiştir. Kırılma noktasındaki güç 1. grupta ortalama 167,65 N, 2. grupta 66,36 N ve 3. grupta 242,87 N olarak saptanmıştır. Bu sonuçların birbirinden istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde farklı olduğu belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Bu verilerin ışığı altında interspinöz serklay teli ile tespit posterior ligaman kompleksi yırtık olan vertebralarda spinal segmentin fleksiyon güçlerine karşı direncini artırdığı fikri elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Posterior ligaman kompleksi, spinal instabilite, interspinöz telleme

**Kanıt Düzeyi:** Invitro Deneysel Çalışma, Düzey II

\* Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı

\*\* 9 Eylül Üniversitesi Metalurji Mühendisliği Fakültesi, İzmir

**SUMMARY:**

Several *in vitro* biomechanical studies about posterior ligaments of the spine performed. These studies showed that posterior ligaments of the spine support spinal stability and play an important role in restricting spinal motion. The aim of this study is to investigate the strength of interspinous wiring technique in mature sheep lumbar vertebrae *in vitro*. 24 sheep lumbar vertebrae divided into 3 groups as; posterior spinal ligaments intact, sacrificed and fixed with interspinous wiring, and these groups tested biomechanically. Each 8 specimens compressed with testing machine and breaking forces were analyzed statistically.

The resistance and changes for flexion forces saved in each groups. The mean forces at breaking point were 167,65 N in group 1, 66,36 N in group 2 and 242,87 N in group 3. The results demonstrated statistically significant difference between the groups ( $p<0,05$ ). According to these datas, we thought that the fixation with interspinous cerclage wiring could support the resistance of spinal segment for flexion forces in ruptured posterior ligament complex of vertebrae.

**Key words:** Posterior ligamentous complex, spinal instability, interspinous wiring

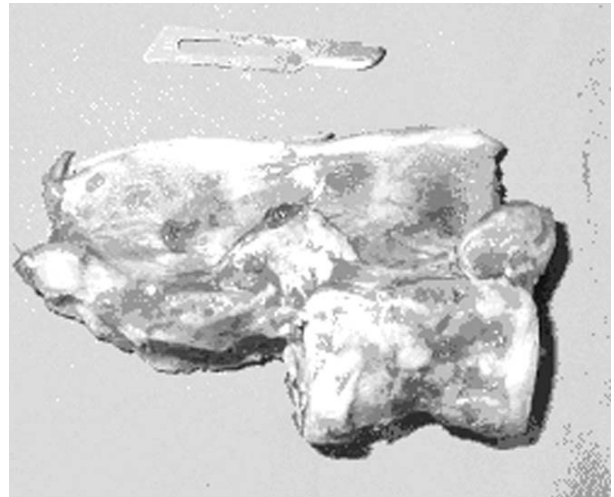
**Level of Evidence:** *In vitro* Experimental Study, Level II

**GİRİŞ:**

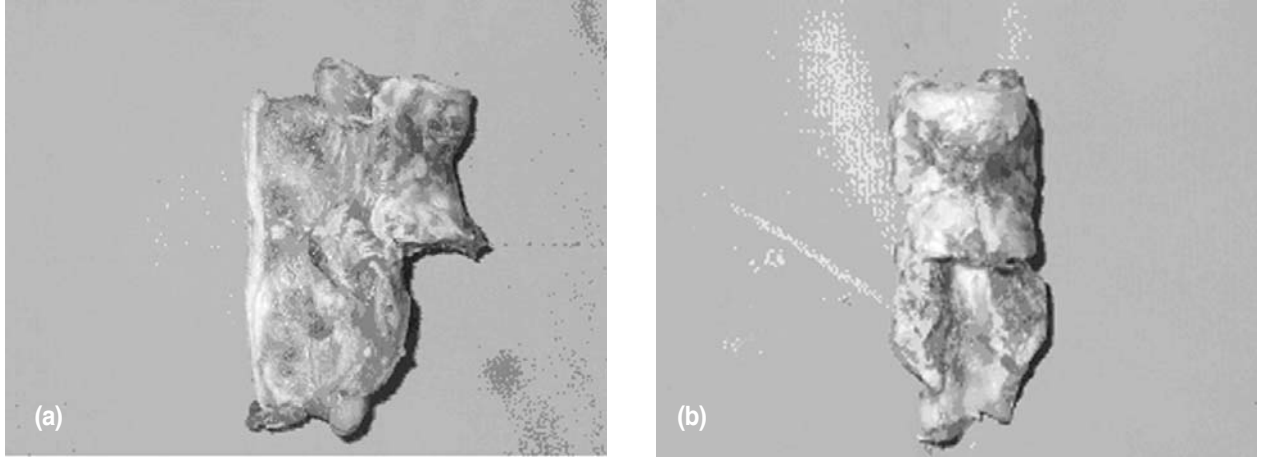
Omurga stabilitesinde posterior ligamentöz kompleksin (PLK : interspinöz ligaman- ISL ve supraspinöz ligaman- SSL) rolü çok önemlidir. Vertebral kolonun fleksiyon, lateral eğilme ve rotasyon hareketleri, posterior ligamentöz kompleks tarafından sınırlanmıştır. Bazen bu ligamanlar, vertebral kolonun kırık-çıkıklarında, fleksiyon-distraksiyon tipi yaralanmalarda veya makaslama yaralanmalarında kopabilirler. Kopmuş posterior ligamentöz kompleks, vertebra instabilitesine neden olur <sup>(1,3)</sup>. Literatürde özellikle servikal bölgede posterior ligamentöz kompleks hasarında, hasarın olduğu seviyede interspinöz telleme ile fiksasyonun başarılı sonuçlarını bildiren çalışmalar mevcuttur <sup>(2,5,6,8,14,19)</sup>. Servikal bölgede interspinöz telleme ile ilgili biyomekanik çalışmalar da yapılmıştır <sup>(1,3,20,22)</sup>. Son yıllarda posterior ligamentöz kompleksin torakolomber ve lomber bölgede de stabilite açısından önemi anlaşılmıştır <sup>(12-13)</sup>. Geçmişte bu bölgelerin kırıklarında da, posterior ligamentöz kompleksin yerine ikame etmek üzere interspinöz telleme denenmiştir. Subspinöz telleme, Drummond tarafından skolyoz tedavisinde sublaminar tellemenin potansiyel nörolojik defisit risklerini elimine etmek üzere kullanılmıştır <sup>(15)</sup>. Ancak, Drummond'un önerdiği Wisconsin sistemi günümüzde artık tamamen terk edilmiştir. Bu çalışmada, geçmişte kullanılan interspinöz telleme ile posterior ligamentöz kompleksin biyomekanik özellikleri karşılaştırılması amaçlanmış, bunun için koyun omurgasının L1-2 segmentleri kullanılmıştır.

**MATERYAL VE METOD:**

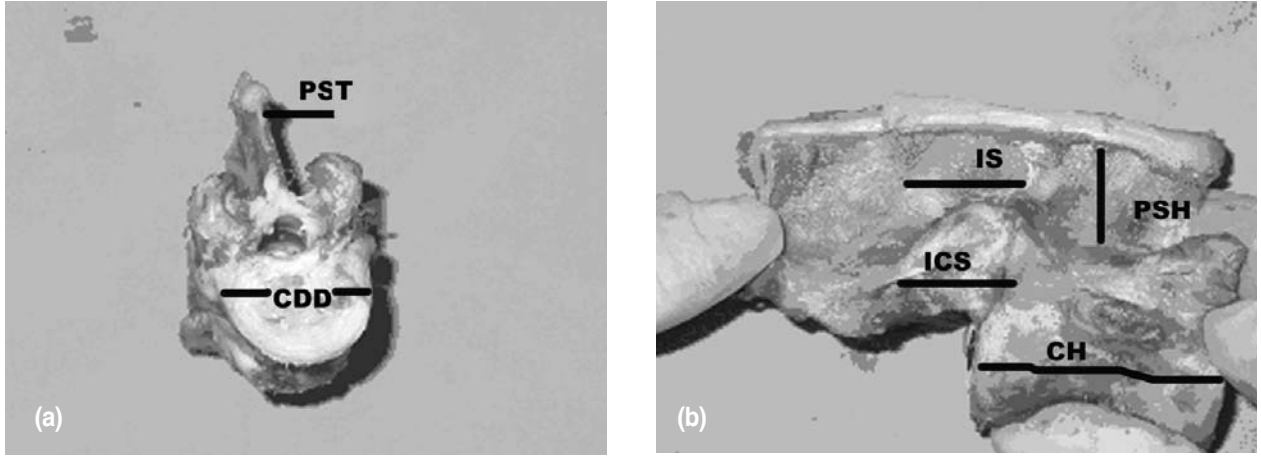
Olgun koyunlara ait yirmi dört lomber spinal segment (L1-L2) bulunarak test gerçekleştirilene kadar -20°'de soğutucularda dondurularak depolanmıştır. Testi uygulamadan önce bütün numuneler oda sıcaklığında 24 saat boyunca çözölmeye bırakıldı ve tüm kas dokularından sıyrılmıştır (Şekil-1). Ayrıca vertebranın disk, eklem ve diğer yapılarının destekleyici etkisini önlemek için bir vertebranın (L2) korpus ve pedikülü eksize edilirken diğer vertebranın (L1) korpus ve pedikülü korunmuştur (Şekil-2). Interspinöz aralık (IA), Spinöz Proses Yüksekliği (PSH), Spinöz Proses Kalınlığı (PST), Korpus Diafiz Çapı (CDD), Korpus Yüksekliği (CH) ve İnterkorpus Mesafe (disk aralığı) ölçülerek her numune için kaydedilmiştir (Şekil-3). Tüm numunelerin bu anatomik ölçümlerinin istatistiki olarak benzer olduğu tespit edilmiştir.



**Şekil 1.** Tüm numuneler kas dokularından ayrılmıştır.



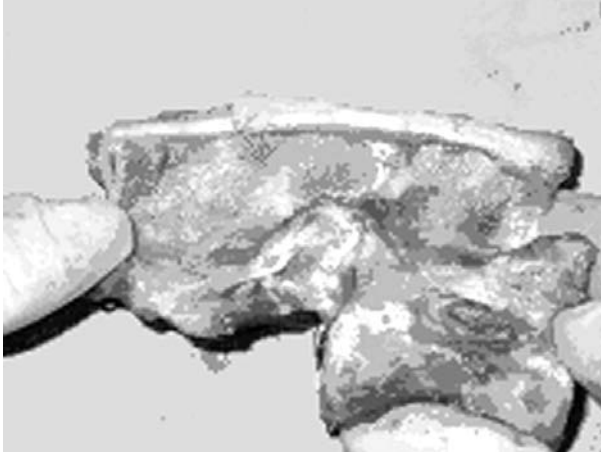
**Şekil 2.** Bir vertebranın (L1) korpus ve pedikülü eksenize edilirken diğer vertebra (L2) korunmuştur. (a) yandan, (b) ön-arka görünüm.



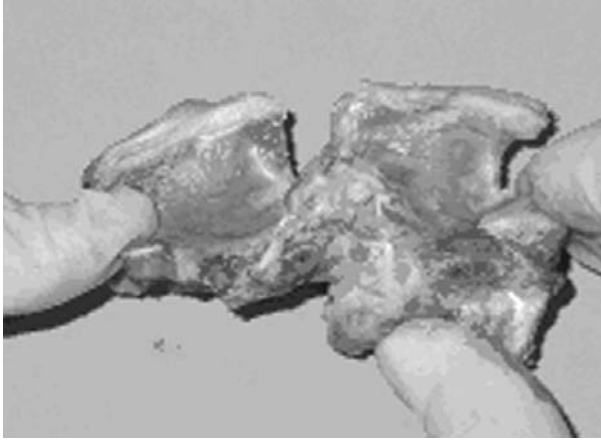
**Şekil 3.** Numunelerin anatomik özellikleri. (a) üstten, (b) yandan görünüş.

Numuneler üç gruba ayrılmıştır; ilk grupta posterior ligamentöz kompleks (PLK) korunmuştur (Grup-1). Bunlar kontrol grubu olarak belirlenmiştir (Şekil-4). İkinci grupta, sadece PLK hasarlanmıştır (Grup-2) (Şekil-5). Üçüncü grupta PLK hasarlanmış ve hasarlı PLK komşu spinöz prosesin tabanına dril ile delikler açıldıktan sonra 1 mm incelikte çok lifli paslanmaz çelik tel deliklerden geçirilerek basit ilmik tekniği ile bağlanmıştır (Şekil-6). Her numune özel metal çerçeveler ile test makinesine yerleştirilmiştir (Universal Testing Machine/Shimadzu AG 50 Kng/Kyoto,JAPAN) (Şekil-7). Test makinesi tarafından her bir

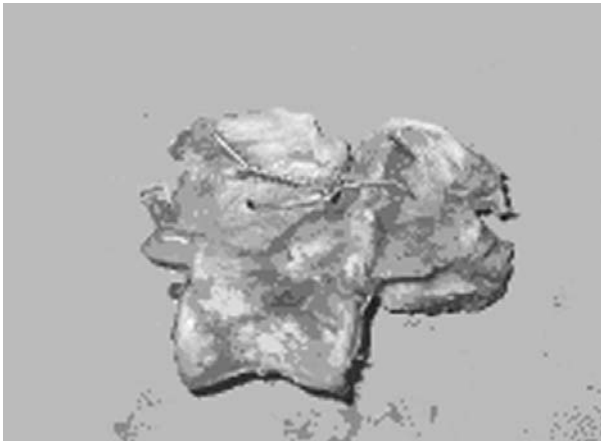
numunenin kırılma noktasına kadar zorlayıcı fleksiyon kuvvetleri uygulanmıştır (Şekil-8). Zorlayıcı fleksiyon, tüm numunelerde deformasyon veya kırık olana kadar uygulanmış ve kırık olduğu anda teste son verilerek bu kırığa yol açan kuvvet kaydedilmiştir. Test sonunda paslanmaz çelik telin kopma noktası süresi de aynı test makinesiyle ölçülmüştür. Tüm toplanan bilgiler kaydedilmiş ve her grup için ortalama kırığa yol açan kuvvet ortalamaları belirlenmiştir. Bu ortalamalar, student-t test kullanılarak Microsoft Windows için SPSS 10.0 programı ile istatistiksel olarak mukayese edilmiş, olasılık değeri 0.05 olarak alınmıştır



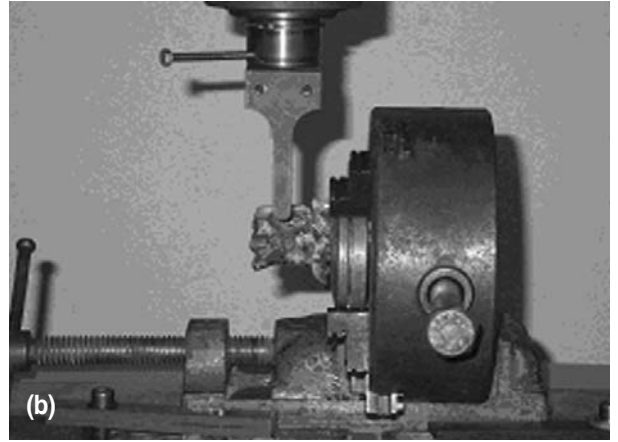
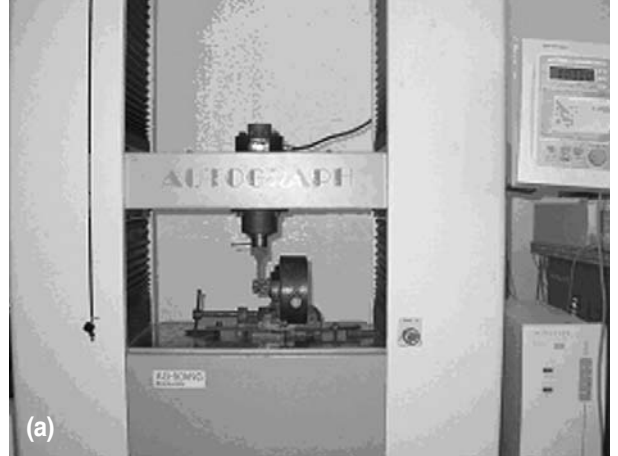
**Şekil 4.** Kontrol grubu: posterior ligamentöz kompleks sağlam örnek



**Şekil 5.** Posterior ligamentöz kompleks hasarlanmış örnek



**Şekil 6.** Posterior ligamentöz kompleks hasarlanmış ve interspinöz telle bağlama uygulanan örnek



**Şekil 7.** Test makinesi (a) ve metal halkalar (b)



**Şekil 8.** Zorlayıcı fleksiyon kuvveti uygulaması

**SONUÇLAR:**

Birinci grupta kırılma noktası için gerekli kuvvet ortalama  $167.65 \pm 65.54$  N ( $60.75 - 264.50$  N), ikinci grupta  $66.36 \pm 43.71$  N ( $20.72 - 136.0$  N) ve 3. grupta  $242.87 \pm 85.46$  N ( $118.25 - 335.62$  N) olarak bulunmuştur. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda her grup için fleksiyon kuvvetine karşı dirençte anlamlı farklılık olduğu saptanmıştır ( $p < 0.05$ ). Bu sonuçlara göre, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, posterior ligament kompleksi kesilen örneklerde fleksiyon kuvvetlerine en zayıf direnç ortaya çıktığı, buna karşın, interspinöz telleme yapılan örneklerde istatistiki olarak anlamlı olacak şekilde fleksiyon kuvvetlerine karşı daha yüksek direnç olduğu belirlenmiştir.

**TARTIŞMA:**

Servikal bölge travmalarında interspinöz telleme yöntemi en eski ve en yaygın kullanılan fiksasyon yöntemidir. Literatürde bu yöntemin başarılı sonuçlarını bildiren bir çok çalışma mevcuttur <sup>(2,5,6-8,14,17,19)</sup>. Allen ve arkadaşlarına göre en sık görülen servikal yaralanma tipi fleksiyon distraksiyon tipi yaralanmadır <sup>(1)</sup>. Fleksiyon kuvvetlerinin özellikle servikal bölgede telleme yöntemleri kullanılan hayvan ve insan kadavra modellerinde biyomekanik etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmalarda, tellemenin servikal omurgada fleksiyon kuvvetlerine direnci artırdığı belirlenmiştir <sup>(1,3,18,20,22-23)</sup>. Abitbol ve arkadaşları, çalışmalarında anterior plak uygulamasının, posterior tellemeye nazaran biyomekanik olarak daha dayanıklı olduğunu ileri sürmüşlerdir <sup>(1)</sup>.

Laminektominin, tüm vertebral seviyelerde, vertebranın distraktif ve eğici kuvvetlere

direncini azalttığı saptanmıştır <sup>(4,21)</sup>. Son yıllarda yapılan bir çok çalışma, posterior ligamentöz kompleksin torakal, torakolomber ve lomber bölgede de vertebral stabilite için en önemli yapılardan biri olduğunu göstermiştir. Panjabi ve arkadaşlarının yaptıkları invitro biyomekanik çalışmada, üç aşamalı fizyolojik aktivitelerde, L3-4 ve L4-5 omurga segmentindeki ligamanların insitu davranışları değerlendirilmiştir. Bu çalışmada, fleksiyon hareketinde interspinöz ve supraspinöz ligamanlar en yüksek gerilimle karşılaşırken bunları kapsüler ligamanlar ve ligamentum flavumun takip ettiği belirlenmiştir. Ekstansiyon sırasında en yüksek gerilime sahip olan anterior longitudinal ligamanlardır. Lateral eğilme hareketinde interspinöz ve supraspinöz ligamanlar neredeyse gerilmezken, kontralateral transvers ligamanlar en yüksek gerilimi taşırlar. Rotasyonda kapsüler ligamanlar en çok gerilen ligamanlardır <sup>(16)</sup>. Sıcaklık ligamentöz gerimi değiştirmektedir <sup>(10)</sup>.

Hindle ve arkadaşları, yaptıkları deneysel çalışmada, gerçek yaşamda omurgada ileri fleksiyon ile meydana gelen deformasyona benzer bir simülasyon, interspinöz ve supraspinöz ligamanları çıkarılmış numulere uygulayarak, interspinöz ve supraspinöz ligamanların mekanik fonksiyonlarını araştırmışlardır. Kuvvet-Gerim eğrileri fleksiyonun başlangıcında ligamanların çok az bir yük taşıdığını, fakat fleksiyonun son aşamasında 134 N'a kadar arttığını göstermişlerdir. Supraspinöz ligaman kesildiğinde, interspinöz ligamanın tek başına bu yükün % 75'ine dayanabildiğini bulmuşlardır. Bu durum, supraspinöz ligamanın posterior ligamentöz kompleksin gücünü yaklaşık % 30 artırdığı anlamına gelmektedir. Bu ligamanlarca üretilen

maksimum gerilme momenti yaklaşık 7 nm veya sırt kas grubu tarafından herbir intervertebral eklemlerde oluşturulan hareketin % 5'i olarak hesaplanmıştır <sup>(12)</sup>.

Deneysel olarak oluşturulan spondilolitik defektin, omurgadaki bükme direncine (fleksiyon-distraksiyon) karşı belirgin bir azalmaya sebep olduğu ve telle bağlama tekniklerinin (hem intra-segmenter hem de inter-segmenter) normal sağlam spinal segmente göre daha fazla bükme direnci sağladığını gösterilmiştir <sup>(9)</sup>. Telleme yöntemleri arasında da biyomekanik olarak farklar bulunmaktadır <sup>(17)</sup>.

Drummond'a göre posterior spinal enstrumentasyona ek olarak cerrahi sırasında interspinöz bağlama uygulanması sagittal plandaki deformiteleri düzeltmede daha başarılı olmaktadır <sup>(15)</sup>.

Bu çalışmada, biyomekanik olarak oldukça büyük öneme sahip posterior ligamentöz kompleksin, lomber bölgede fleksiyon kuvvetlerine gerim kuvveti, koyun lomber omur segmentlerinde invitro olarak biyomekanik laboratuvarında araştırılmıştır. Kompleksin sağlam olmasının, kesik olmasına nazaran neredeyse 4 kat direnci artırdığı belirlenmiştir. Diğer taraftan posterior ligamentöz kompleksin kesildiği örneklerde interspinöz tellemenin, bu bağ yapısının sağlam olduğu örneklerden fleksiyon kuvvetlerine direnci yaklaşık olarak 2 kat arttırdığı saptanmıştır. Bu veriler ışığı altında, gerçekten posterior ligamentöz kompleksin lomber omurgada stabilite için çok önemli olduğu, orta ve ön kolonda bir hasar oluşmadan ortaya çıkan yaralanmalarında sadece multiflaman interspinöz tellemenin yeterli bir fiksasyon ve vertebral stabilite sağlayabileceği fikri elde edilmiştir.

## KAYNAKLAR

1. Abitbol JJ, Zdeblick TA, Kunz D et al. A biomechanical analysis of modern anterior and posterior cervical stabilization techniques. *Orthop Trans* 1994; 18: 338.
2. Aebi M, Mohler J, Zach GA, Morscher E. Indication, surgical technique, and results of 100 surgically-treated fractures and fracture-dislocations of the cervical spine. *Clin Orthop Relat Res* 1986; 203: 244-257.
3. Coe JD, Warden KE, Sutterlin CE 3rd, McAfee PC. Biomechanical evaluation of cervical spinal stabilization methods in a human cadaveric model. *Spine* 1989; 14 (10): 1122-1131.
4. Comarr AE, Kaufman AA. A survey of the neurological results of 858 spinal cord injuries; a comparison of patients treated with and without laminectomy. *J Neurosurg* 1956; 13 (1): 95-106.
5. Davey JR, Rorabeck CH, Bailey SI, Bourne RB, Dewar FP. A technique of posterior cervical fusion for instability of the cervical spine. *Spine* 1985; 10 (8): 722-728.
6. Edwards CC, Matx SO, Levine AM. The oblique wiring technique for rotational injuries of the cervical spine: Scientific exhibit. *49th annual meeting of the American Academy of Orthopedic Surgeons*. New Orleans, LA, January 23, 1982.
7. Eismont FJ, Bohlman HH. Posterior methylmethacrylate fixation for cervical trauma. *Spine* 1981; 6 (4): 347-353.
8. Feldborg Nielsen C, Annertz M, Persson L, Wingstrand H, Saveland H, Brandt L. Posterior wiring without bony fusion in traumatic distractive flexion injuries of the mid to lower cervical spine. Long-term follow-up in 30 patients. *Spine* 1991; 16 (4): 467-472.
9. Hambly M, Lee CK, Gutteling E, Zimmerman MC, Langrana N, Pyun Y. Tension band wiring-bone grafting for spondylolysis and spondylolisthesis. A clinical and biomechanical study. *Spine* 1989; 14 (4): 455-460.
10. Hasberry S, Percy MJ. Temperature dependence of the tensile properties of interspinous ligaments of sheep. *J Biomed Eng* 1986; 8 (1): 62-66.

11. Heller KD, Prescher A, Schneider T, Block FR, Forst R Stability of different wiring techniques in segmental spinal instrumentation. An experimental study. *Arch Orthop Trauma Surg* 1998; 117 (1-2): 96-99.
12. Hindle RJ, Pearcy MJ, Cross A. Mechanical function of the human lumbar interspinous and supraspinous ligaments. *J Biomed Eng* 1990; 12 (4): 340-344.
13. Holdsworth FW. Fracture, dislocations, and fracture-dislocations of the spine. *J Bone Joint Surg* 1963; 45-B: 6-20.
14. McAfee PC, Bohlman HH, Wilson WL. The triple wire fixation technique for stabilization of acute cervical fracture dislocations: a biomechanical analysis. *Orthop Trans* 1985; 9: 142.
15. Neuwirth MG, Drummond DS, Casden AS. Results of interspinous segmental instrumentation in the sagittal plane. *J Spinal Disord* 1993; 6 (1): 1-4.
16. Panjabi MM, Goel VK, Takata K. Physiologic strains in the lumbar spinal ligaments. An in vitro biomechanical study 1981 Volvo Award in Biomechanics. *Spine* 1982; 7 (3): 192-203.
17. Ranawat CS, O'Leary P, Pellicci P, Tsairis P, Marchisello P, Dorr L. Cervical spine fusion in rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg* 1979; 61-A (7): 1003-1010.
18. Songer MN, Spencer DL, Meyer PR Jr, Jayaraman G. The use of sublaminar cables to replace Luque wires. *Spine* 1991; 16 (8 Suppl): S418-S421.
19. Stauffer ES. Wiring techniques of the posterior cervical spine for the treatment of trauma. *Orthopedics* 1988; 11 (11): 1543-1548.
20. Sutterlin CE 3rd, McAfee PC, Warden KE, Rey RM Jr, Farey ID. A biomechanical evaluation of cervical spinal stabilization methods in a bovine model. Static and cyclical loading. *Spine* 1988; 13 (7): 795-802.
21. Whartonm GW. Routine laminectomy for spinal injury criticized. *JAMA* 1970; 211: 913-917.
22. White AA 3rd, Johnson RM, Panjabi MM, Southwick WO. Biomechanical analysis of clinical stability in the cervical spine. *Clin Orthop Relat Res* 1975; 109: 85-96.
23. Whitehill R, Barry JC. The evolution of stability in cervical spinal constructs using either autogenous bone graft or methylmethacrylate cement. A follow-up report on a canine in vivo model. *Spine* 1985; 10 (1): 32-41.