

## Dejeneratif Omurga Cerrahisinde Dinamik Sistemlerin Yeri

### The Role of the Dynamic Systems in Degenerative Spine Surgery

#### ÖZ

Dejeneratif omurga hastalığı, yaşlanmayla birlikte disk, faset eklemler ve ligamanlarda meydana gelen bozulma ve yıpranmadır. Bu durum omurilik kanalında ve sinir köklerinde daralmaya, ağrıya, hareket kısıtlılığına ve fonksiyon kaybına neden olabilir. Dejeneratif omurga hastalığının cerrahi tedavisinde, klasik füzyon cerrahilerinin uzun dönemde komşu segment hastalığı gibi bazı sorunlara neden olması, omurganın stabilitesini sağlayan ve hareketliliğini koruyan dinamik ve yarı dinamik sistemlerin geliştirilmesine zemin hazırlamıştır. Bu sistemler, omurganın fizyolojik yük dağılımını sağlamak, disk yüksekliğini korumak ve faset eklemleri üzerindeki basıncı azaltmak için tasarlanmıştır. Ancak birçok avantajı olan bu dinamik sistemlerin kullanılan materyallere bağlı bazı temel sorunlarını göz ardı etmemek gerekir.

**Anhtar Sözcükler:** Dinamik stabilizasyon, Dejeneratif omurga, Spinal stabilizasyon

#### ABSTRACT

Degenerative spine disease is the gradual loss of normal structure and function of the discs, facet joints and ligaments that occur with aging. This condition can cause narrowing of the spinal canal and nerve roots, pain, limited movement and loss of function. In the surgical treatment of degenerative spine disease, the classical fusion surgeries causing some problems such as adjacent segment disease in the long term. This situation has paved the way for the development of dynamic and semi-dynamic systems that provide and maintain the stability and mobility of the spine. These systems are designed to provide physiological load distribution of the spine, preserve disc height and reduce pressure on the facet joints. However, it is necessary to keep on mind that some basic problems of these dynamic systems depending on the materials used.

**Keywords:** Dynamic stabilization, Degenerative spine, Spinal stabilization

#### GİRİŞ

Omurga cerrahisinde füzyon tekniğinin uygulanması 100 yıldan önceye dayanmaktadır. Daha sonraki yıllarda, daha güçlü bir füzyon elde edebilmek için omurgaya metalik stabilizasyon uygulanım yöntemleri geliştirilmiştir.

Füzyon işlemi omurgada gelişen instabiliteyi ve deformiteyi düzeltmek için uzun yıllardır yaygın olarak kullanılmaktadır. Uygulanım şekline ait olan komplikasyonların dışında iki temel problem füzyon cerrahisinin sorgulanmasına yol açmıştır. Bu problemlerden ilki uzun dönemli takip içeren çalışmalarda, hastaların yaklaşık %20-30'unda ağrının bir süre sonra tekrar başlaması (7) ve bu ağrının kaynağı olarak füzyon uygulanan seviyelere komşu segmentlerde "komşu segment hastalığı (KSH)"nın gelişmesinin gösterilmesidir (11,12). Bir diğer önemli problemde günümüzde %95'lere varan bir füzyon oluşma oranı olmasına rağmen klinik gözlemlerde ağrı tedavisinin başarısı %60-80 arasında bildirilmektedir (29). Bu ciddi problemler araştırmacıları yeni stabilizasyon tekniklerinin geliştirilmesine yöneltmiştir.

#### Dejeneratif Omurgada Ağrı

Dejeneratif değişikliklere bağlı gelişen bel problemleri günümüzde çok önemli bir sağlık sorunu hâline gelmiştir. Yaşam süresinin uzaması ve sedanter yaşam tarzı nedeniyle kas gücünün azalması bu problemlerin başlıca nedenleridir. Dejeneratif disk dokusunda ağrı mekanizmasının nasıl geliştiği, günümüzde iki temel teori ile açıklanmaktadır.

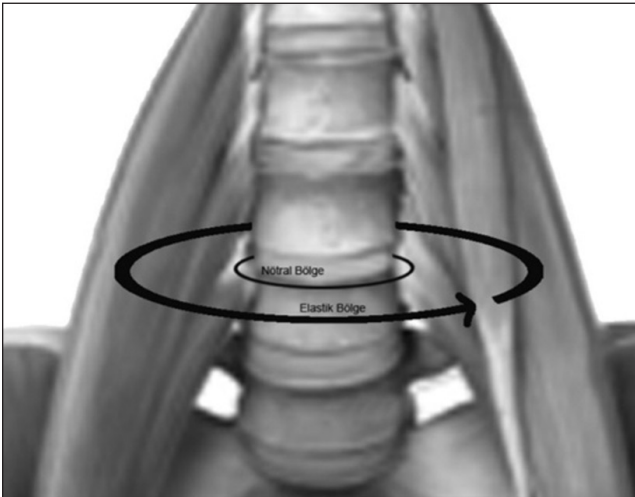
Panjabi 1992'de omurgada nötral bölge olarak adlandırılan bölgedeki hareketin arttığını ve bunun da ağrıya neden olduğunu söyledi. Bir omurga segmentindeki hareket aralığı iki bölgedeki hareketlerden oluşur. Bu bölgeler nötral ve elastik bölgeler olarak adlandırılır (Şekil 1) (22).

Hareket nötral bölgesinden başlar ve bu harekete karşı minimal bir direnç vardır. Elastik bölgedeki hareket ise maksimal internal dirence karşı yapılıdır. Nötral bölgedeki hareketin artışı travmaya, dejenerasyona ya da kas gücü azalmasına bağlıdır.

Sengupta ve Mulholland 2002'de normalde sıvıdan zengin disk dokusunun, üzerine binen yükü (basıncı) komşu end-platelere eşit olarak dağıttığını ancak dejenerasyonla birlikte disk dokusu içerisinde hidrasyon kaybı nedeniyle disk dokusunun bu basıncı eşit olarak dağıtamadığı ve end-platelerin bazı bölümlerinde yüksek stres ve hatta fragmentasyon geliştiğini ve bunun da ağrıya neden olduğunu bildirdiler. Bu durumu "ayakkabı içerisindeki taş" metaforu ile tanımladılar (16).

### Posterior Dinamik Stabilizasyon (PDS)

PDS yöntemleri günümüzde dejeneratif omurga bozukluklarında uygulanan füzyon cerrahisi veya total disk replasman tekniğine alternatif olarak geliştirilmiştir. Temel olarak üç değişik tip posterior dinamik stabilizasyon yöntemi vardır: 1) posterior interspinöz spacer (ayraç), 2) total faset replasman sistemleri ve 3) posterior pedikül vida tabanlı sistemler. Bu bölümde posterior pedikül vida tabanlı sistemler üzerinde durulacaktır (Şekil 2).



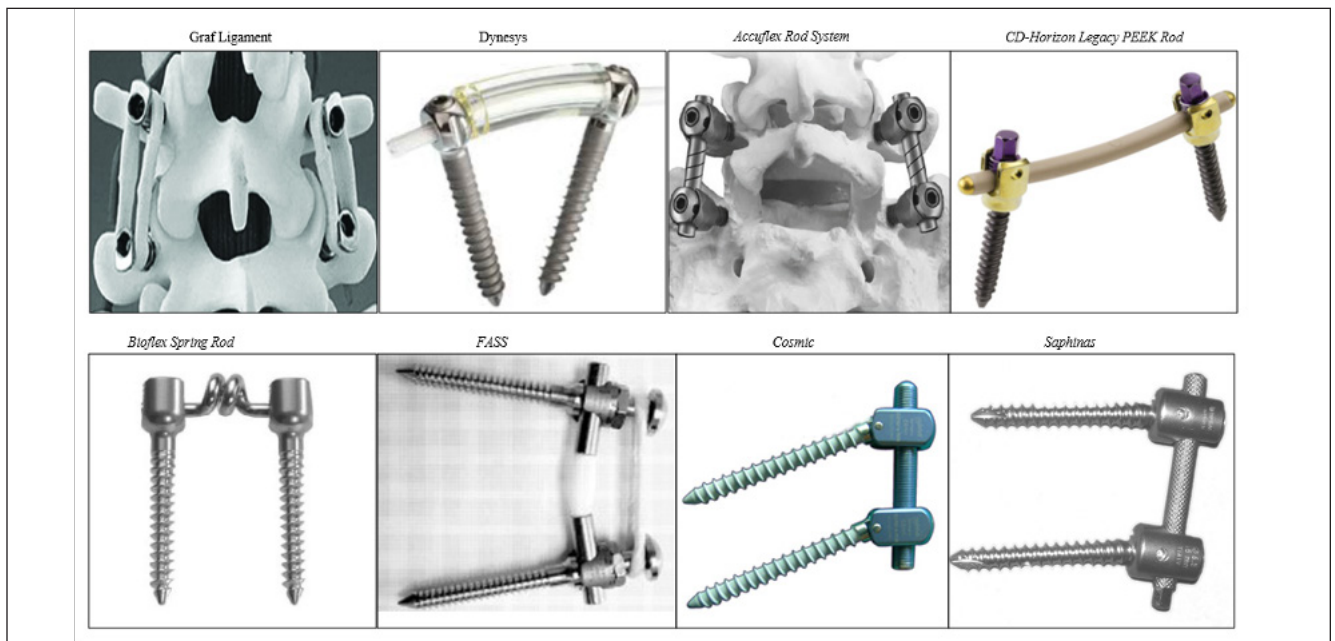
Şekil 1: Omurga segmentinde nötral ve elastik bölge.

PDS sistemlerinin diğer iki yöntemden (füzyon ve TDR) belirgin farkları vardır. Füzyon cerrahisinde cerrahi yapılan segmentte hareket tümüyle ortadan kalkar. Buna ek olarak, füzyon cerrahisinin tipine göre (ALIF; PLIT; TLIF) ağrı kaynağı olarak düşünülen intervertebral disk dokusu da çıkartılır ve disk mesafesine füzyon elde etmek için kafes yerleştirilir. Dejeneratif disk kökenli ağrı tedavisinde kullanılan TDR yönteminde de ağrı kaynağı olarak saptanan disk dokusu çıkarılır ve yerine hareketi korumak için protez yerleştirilir. Pedikül vida tabanlı PDS sistemler füzyondan farklı olarak hareketi elimine etmezler. Burada ana amaç omurga segmentinde gelişen ve ağrı kaynağı olarak gösterilen disfonksiyonel hareketi kontrol etmektir. TDR 'dan farklı olarak cerrahi posterior yaklaşımla yapılır, böylelikle hem anterior cerrahiye ait komplikasyonlar elimine edilmiş olur ve hem de anterior yaklaşımda genellikle cerrahi ekipte bulunması gereken bir damar cerrahisi veya genel cerrahinin bulunması zorunluluğu ortadan kalkar. Yine TDR'dan farklı olarak disk dokusu çıkarılmaz, yerleştirilen PDS'un omurgayı desteklemesi ve anormal hareketi kontrol altına alması beklenir. Bu nedenle yaşam boyu hizmet etmesi gerekir, ki bu da PDS'un en büyük dezavantajıdır.

Günümüzde iki tip pedikül vida tabanlı PDS yöntemi vardır; a) rigid vida – dinamik rod kombinasyonu ve b) dinamik vida – rigid rod kombinasyonu.

Henri Graf (8) ilk kez 1992'de kendi adını verdiği polyester tabanlı yumuşak rodları rigid pedikül vidası ile birlikte bel ağrısı probleminin çözümü için kullandı. Bir anlamda posterior gerilim bandının güçlendirilmesi olarak tanımlanabilecek bu sistem bazı hasta gruplarında önemli yarar sağladı (15). Ancak uzun dönemli takip sonuçlarını içeren çalışmalarda farklı klinik başarı oranları bildirildi (9,10). Yine literatürde yüksek oranda revizyon girişimine gerek duyulduğu raporlandı (2,15).

Graf ligamanı uygulaması ile sık görülen çökme (subsidence) komplikasyonuna karşı sistem modifiye edildi. Vidalar ara-



Şekil 2: Posterior dinamik stabilizasyon örnekleri.

sına polikarbonat urethane dan yapılan spacerlar konuldu. Dynamic Neutralization Systems (Dynesys) olarak adlandırılan bu sistem hâlen dünyada en yaygın olarak kullanılan PDS yöntemidir. Bu sistemin etkinliğini gösteren çalışmalar yayınlanmıştır (14).

Bir diğer PDS yöntemi dinamik vida – rigid rod kombinasyonudur. Bu sistemde hareket vida başında bulunan menteşeden elde edilmektedir. Temel olarak fleksiyon ve ekstansiyona izin veren bu sistemler, rotasyon ve tranlasyonel hareketleri kısıtlayıcı rol oynamaktadır. Bu yöntemin ilk örneği Cosmic sistemidir. Kliniğimizde 20 dejeneratif disk hastalığının tedavisinde 2 yıllık takip süresini içeren bir çalışmada, çok tatminkâr sonuç elde edilmiştir (19). Benzer sonuçlar başka bazı çalışmalarda da elde edilmiştir (21,28). Daha sonraki yıllarda fleksiyon-ekstansiyona ek olarak 1 derece rotasyona olanak sağlayan Saphinase sistemi geliştirilmiştir.

PDS sistemleri kendi aralarında TDR sistemleri gibi farklılıklar içermektedir. Dolayısı ile her birinin yapısal ve biyomekanik özellikleri farklılıklar içermektedir. Ancak konsept olarak bakıldığında, çeşitli sistemlerin incelendiği deneysel çalışmalarda PDS sistemlerinin etkin stabilizasyon sağladığı görülmektedir. (23,25,26,27). Yapılan biyomekanik çalışmalarda Sengupta PDS yönteminin omurgada anterior ve posterior kolonlar arasında fizyolojik bir yük paylaşımı sağladığını ve daha önemlisi intervertebral alanda yani disk üzerinde daha homojen bir yük dağılımını sağladığını gösterdiler (27). Böylece dejeneratif omurgada ağrı mekanizması olarak tanımladıkları, disk içerisindeki eşit olmayan yük dağılımının PDS ile düzeltilebileceğini gösterdiler. Bizim yaptığımız hem kadavra ve hem de sonlu eleman biyomekanik çalışmalarında de-stabilize edilmiş bir omurga segmenti 3 değişik stabilizasyon yöntemi ile stabilize edildi ve bu üç metodun karşılaştırılması yapıldı. De-stabilize edilen omurga segmenti rigid stabilizasyonu (rigid vida - rigid rod), ve iki değişik PDS yöntemi ile stabilize edildi. PDS yöntemleri olarak 1) rigid vida - dinamik rod kombinasyonu ve 2) dinamik vida – dinamik rod kombinasyonu kullanıldı. Beklenildiği gibi en etkin stabilizasyon rigid sistem ile elde edildi. Ancak her iki PDS yöntemi de de-stabilize segmenti etkin olarak stabilize etmekle beraber kısmen hareketi korudular. Dahası, dinamik vida – dinamik rod kombinasyonu ile intakt omurgaya en yakın hareket aralığının korunduğunu gördük (Şekil 3) (6,17). Bu nedenlerle PDS yöntemi omurga stabilizasyonu için daha doğru bir yöntem olarak değerlendirilebilir.

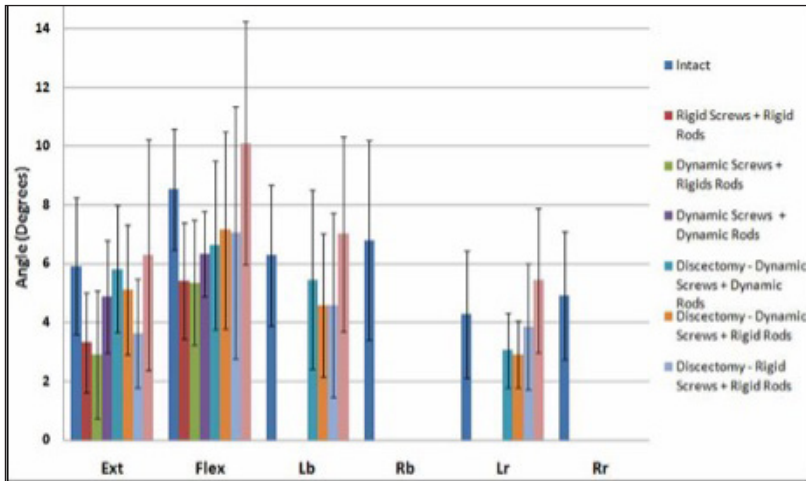
Literatürde PDS yönteminin komplikasyonları füzyon cerrahisi ile karşılaştırıldığında daha kabul edilebilir olduğu görülmektedir. Pham ve ark. tarafından yapılan Dynesis sistemlerini içeren bir meta analizde enfeksiyon oranı %4,3, vida gevşemesi %11,7, vida kırılması %1,6, komşu segment hastalığı %7, ve revizyon cerrahisi oranını %11,3 olarak bildirdiler (24).

PDS yöntemi tüm dünyada giderek artan oranda kullanılmaktadır. Günümüzde dejeneratif disk hastalığının cerrahi tedavisi dışında, dejeneratif spondilolistezis olgularında, lomber stenozda, rekürren disk herniasyonunda, instabil osteoporotik omurga kırıklarında, dejeneratif deformite olgularında ve faset replasman yöntemi olarak kullanılmaktadır (1,3,4,5,13,18-21). Özellikle, PDS yöntemlerinin füzyon cerrahisi ile karşılaştırıldığında daha az komplikasyonlara sahip olduğu, hastaların hareket kabiliyetini koruduğu ve belirli durumlarda daha iyi sonuçlar verdiği unutulmamalıdır.

Her ne kadar kullanımı ve endikasyon alanları gün geçtikçe artsa da bazı temel sorunları olduğu unutulmamalıdır. En önemli problem kullanılan materyallerin özelliğidir. Özellikle, kullanılan materyallerdeki gelişmeler, yeni malzemelerin keşfi veya daha dayanıklı, esnek ve uzun ömürlü materyallerin geliştirilmesi sistemin klinik sonuçlarını doğrudan etkileyecektir. En önemli problem kullanılan materyallerin özelliğidir. Hastanın tüm yaşamı boyunca hizmet etmesi beklenen, özellikle dinamik rodların, her ne kadar yapılan biyomekanik testlerde başarılı olsalar da klinik kullanımda kırıldıkları bildirilmiştir (Şekil 4).

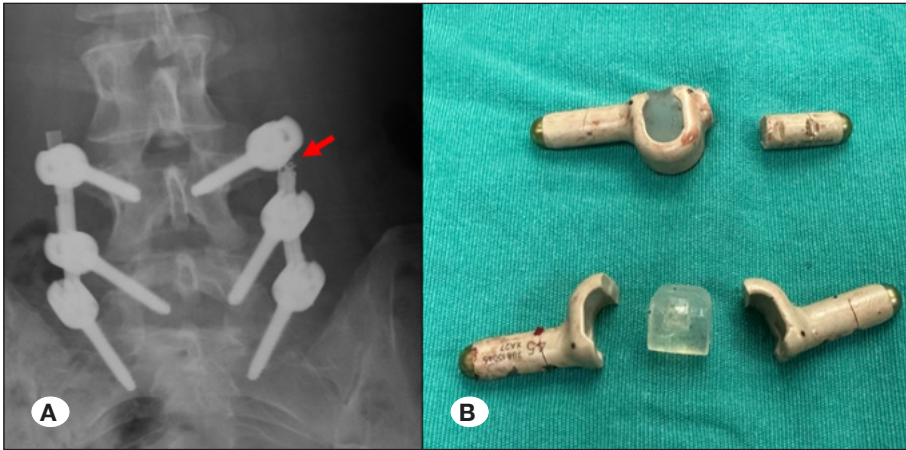
## SONUÇ

Omurga problemleri insanoğlunun yaşam süresinin artmasına bağlı olarak tüm dünyada daha sık karşımıza çıkmaktadır. Bu problemlerin çözümüne yönelik cerrahi yöntemler ve sistemler her geçen gün geliştirilmektedir. Günümüzde özellikle travma sonrası gelişen akut ve aşikâr instabilitenin tedavisinde füzyon cerrahisinin yeri tartışılmasa da önemli bir problem olan ve klinikte her geçen yıl daha fazla karşılaştığımız dejeneratif değişikliklere bağlı gelişen problemlerin çözümünde, füzyon cerrahisine alternatif yöntemler üzerinde araştırmalar devam etmektedir. Günümüzde PDS tekniği önemli avantajlar sunmakla beraber henüz ideal bir sistemin geliştirilemediği de bir gerçektir. Buradaki ana problem kullanılan materyaldir. PDS yönteminin hastaya hayatı boyunca



**Şekil 3:** Stabilizasyon sonrası intakt omurgaya en yakın hareket aralığını sağlayan sistem dinamik vida-dinamik rod kombinasyonu ile elde edildi.





**Şekil 4: A)** Kırk metalik rod (Talin, Tıpsan, İzmir-Türkiye) **B)** Kırk BalanC rod (Medtronic, Inc. USA).

hizmet etmesi beklenmektedir. Yani materyal hem yeterince esnek olmalı ve hem de uzun yıllar dayanıklı kalmalıdır. Bu konuda da endüstri de çeşitli maddelerden üretilen yeni sistemler üzerinde çalışmalar sürmektedir.

Daha fazla klinik verinin veya uygulamalarının vurgulanması, PDS yöntemlerinin etkinliği ve uzun vadeli başarı oranları hakkında daha sağlam bir temel oluşturabileceği unutulmamalıdır.

## KAYNAKLAR

1. Akyoldas G, Cevik OM, Suzer T, Sasani M, Oktenoglu T, Ozer AF: Dynamic stabilization of the lumbar spine using the Dynesys® system. *Turk Neurosurg* 30(2):190-193, 2020
2. Askar Z, Wardlaw D, Muthukumar T, Smith F, Kader D, Gibson S: Correlation between inter-vertebral disc morphology and the results in patients undergoing Graf ligament stabilisation. *Eur Spine J* 13:714-718, 2004
3. Chien CY, Tan CH, Lu TH, Lin SC, Chuang WH, Chiang MC, Luh YP, Chen YJ: Pretension effects of the Dynesys cord on the tissue responses and screw-spacer behaviors of the lumbosacral construct with hybrid fixation. *Spine (Phila Pa 1976)* 38(13):E775-782, 2013
4. Di Silvestre M, Lolli F, Bakaloudis G, Parisini P: Dynamic stabilization for degenerative lumbar scoliosis in elderly patients. *Spine (Phila Pa 1976)* 35(2):227-234, 2010
5. Di Silvestre M, Lolli F, Greggi T, Vommaro F, Baioni A: Adult's degenerative scoliosis: Midterm results of dynamic stabilization without fusion in elderly patients-is it effective? *Adv Orthop* 2013:365059, 2013
6. Erbulut DU, Kiapour A, Oktenoglu T, Ozer AF, Goel VK: A computational biomechanical investigation of posterior dynamic instrumentation: Combination of dynamic rod and hinged (dynamic) screw. *J Biomech Eng* 136(5):051007, 2014
7. Finnegan WJ, Fenlin JM, Marvel JP, Nardini RJ, Rothman RH: Results of surgical intervention in the symptomatic multiplyoperated back patient. *J Bone Joint Surg* 61A:1077-1082, 1979
8. Graf H: Evaluation of the Therapeutic Effect of the Graf Stabilisation System. Second Meeting. Italy, Rome: European Spine Society, 1991
9. Greivitt MP, Gardner AD, Spilsbury J, Shackelford IM, Baskerville R, Pursell LM, Hassaan A, Mulholland RC: The Graf stabilisation system: Early results in 50 patients. *Eur Spine J* 4(3):169-175, 1995
10. Hashimoto T, Oha F, Shigenobu K, Kanayama M, Harada M, Ohkoshi Y, Tada H, Yamamoto K, Yamane S: Mid-term clinical results of Graf stabilization for lumbar degenerative pathologies. A minimum 2-year follow-up. *Spine J* 1(4):283-289, 2001
11. Hilibrand AS, Carlson GD, Palumbo MA, Jones PK, Bohlman HH: Radiculopathy and myelopathy at segments adjacent to the site of a previous anterior cervical arthrodesis. *J Bone Joint Surg* 81A:519-528, 1999
12. Javedan SP, Dickman CA: Cause of adjacent-segment disease after spinal fusion. *Lancet* 354:530-531, 1999
13. Lee SE, Jahng TA, Kim HJ: Decompression and nonfusion dynamic stabilization for spinal stenosis with degenerative lumbar scoliosis: Clinical article. *J Neurosurg Spine* 21(4):585-594, 2014
14. Luo L, Zhang C, Zhou Q, Zhao C, Wang L, Liang L, Tu B, Ouyang B, Gan Y: Effectiveness of transpedicular dynamic stabilization in treating discogenic low back pain. *World Neurosurg* 111:e192-e198, 2018
15. Madan S, Boeree NR: Outcome of the Graf ligamentoplasty procedure compared with anterior lumbar interbody fusion with the Hartshill horseshoe cage. *Eur Spine J* 12:361-368, 2003
16. Mulholland RC, Sengupta DK: Rationale, principles and experimental evaluation of the concept of soft stabilization. *Eur Spine J* 11 Suppl 2(Suppl 2):S198-205, 2002
17. Oktenoglu T, Erbulut DU, Kiapour A, Ozer AF, Lazoglu I, Kaner T, Sasani M, Goel VK: Pedicle screw-based posterior dynamic stabilisation of the lumbar spine: In vitro cadaver investigation and a finite element study. *Comput Methods Biomech Biomed Engin* 18(11):1252-1261, 2015
18. Oktenoglu T, Hekimoglu M, Aydin AL, Sasani M, Cerezci O, Ozer AF: Kyphoplasty with posterior dynamic stabilization in the surgical treatment of unstable thoracolumbar osteoporotic vertebral compression fractures. *Turk Neurosurg* 31(6):924-930, 2021
19. Oktenoglu T, Ozer AF, Sasani M, Kaner T, Canbulat N, Ercelen O, Sarioglu AC: Posterior dynamic stabilization in the treatment of lumbar degenerative disc disease: 2-year follow-up. *Minim Invasive Neurosurg* 53(3):112-116, 2010

20. Ozer AF, Goel VK, Alanay A, Sasani M, Oktenoglu T, Erbulut D: Posterior transpedicular dynamic systems in the treatment of chronic lumbar instability. *Adv Orthop* 2013;432520, 2013
21. Ozer AF, Oktenoglu T, Egemen E, Sasani M, Yilmaz A, Erbulut DU, Yaman O, Suzer T: Lumbar single-level dynamic stabilization with semi-rigid and full dynamic systems: A retrospective clinical and radiological analysis of 71 patients. *Clin Orthop Surg* 9(3):310-316, 2017
22. Panjabi MM: The stabilizing system of the spine. Part II. Neutral zone and instability hypothesis. *J Spinal Dis* 5:390-397, 1992
23. Perez-Orribo L, Zucherman JF, Hsu KY, Reyes PM, Rodriguez-Martinez NG, Crawford NR: Biomechanics of a posterior lumbar motion stabilizing device: In vitro comparison to intact and fused conditions. *Spine (Phila Pa 1976)* 41(2):E55-63, 2016
24. Pham MH, Mehta VA, Patel NN, Jakoi AM, Hsieh PC, Liu JC, Wang JC, Acosta FL: Complications associated with the Dynesys dynamic stabilization system: A comprehensive review of the literature. *Neurosurg Focus* 40(1):E2, 2016
25. Schmoelz W, Onder U, Martin A, von Stempel A: Non-fusion instrumentation of the lumbar spine with a hinged pedicle screw rod system: An in vitro experiment. *Eur Spine J* 18(10):1478-1485, 2009
26. Sengupta D, Bucklen B, Ingalhalikar A, Muzumdar A, Khalil S: Does semi-rigid instrumentation using both flexion and extension dampening spacers truly provide an intermediate level of stabilization? *Adv Orthop* 2013:738252, 2013
27. Sengupta DK, Bucklen B, McAfee PC, Nichols J, Angara R, Khalil S: The comprehensive biomechanics and load-sharing of semirigid PEEK and semirigid posterior dynamic stabilization systems. *Adv Orthop* 2013:745610, 2013
28. von Stempel A: Dynamische dorsale stabilisierung mit dem cosmic-system. *Orthop Traumatol* 22:561-572, 2010
29. West III JL, Bradford DS, Ogilvie JW: Results of spinal arthrodesis with pedicle screw-plate fixation. *J Bone Joint Surg* 73A:1179-1184, 1991