

BİYOMEKANİK AÇIDAN OSTEOPOROTİK VERTEBRA

Dr.Hakan BOZKUŞ



VKV Amerikan Hastanesi, Nöroşirurji Bölümü



İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü

Osteoporotik kırık

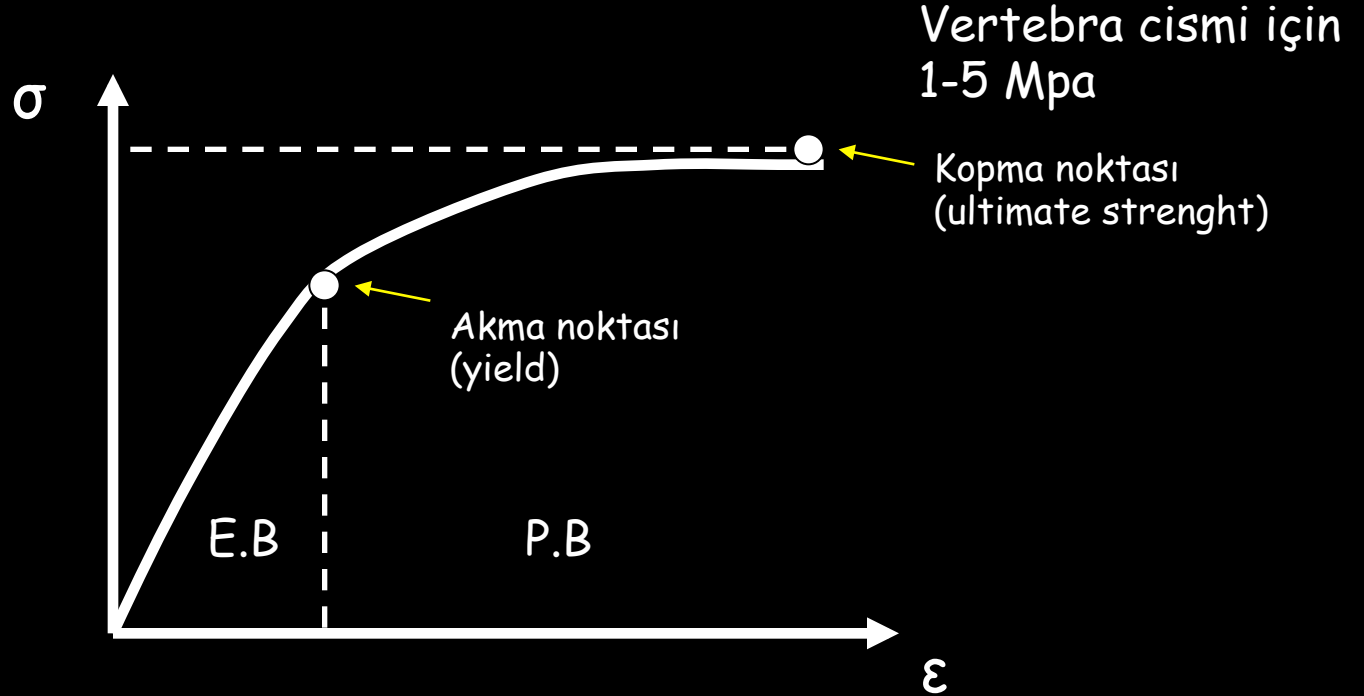
Kemik mineral yoğunluğu düşük olan kişilerde günlük travmalar sonrasında oluşan kırıklardır.

1. Kemik kalitesi
2. Travma şiddeti

Kemik

- Gözenekli kompozit materyel
 - Hidroksiapatit (2/3)
 - Kollojen (1/3)
- Kortikal/ Trabeküler kemik
 - Aynı mineral yapıda
 - Gözenek yapı %30 daha az
 - Kemik dansitesi $>1.7 \text{ g/cm}^3$
- Omurgada
 - %70 gözenekli yapı
 - Kemik dansitesi $<0.6 \text{ g/cm}^3$

Gerilme/ birim şekil değiştirme Yük/ deformasyon



Elastisite modülü (Young Modülü) = (σ / ϵ)

Elastisite Modülü

Gerilmenin birim şekil değişikliğine oranıdır.

Elastisite modülü yüksekse cisim daha fazla dayanımlıdır.

$$E = \sigma / \varepsilon$$

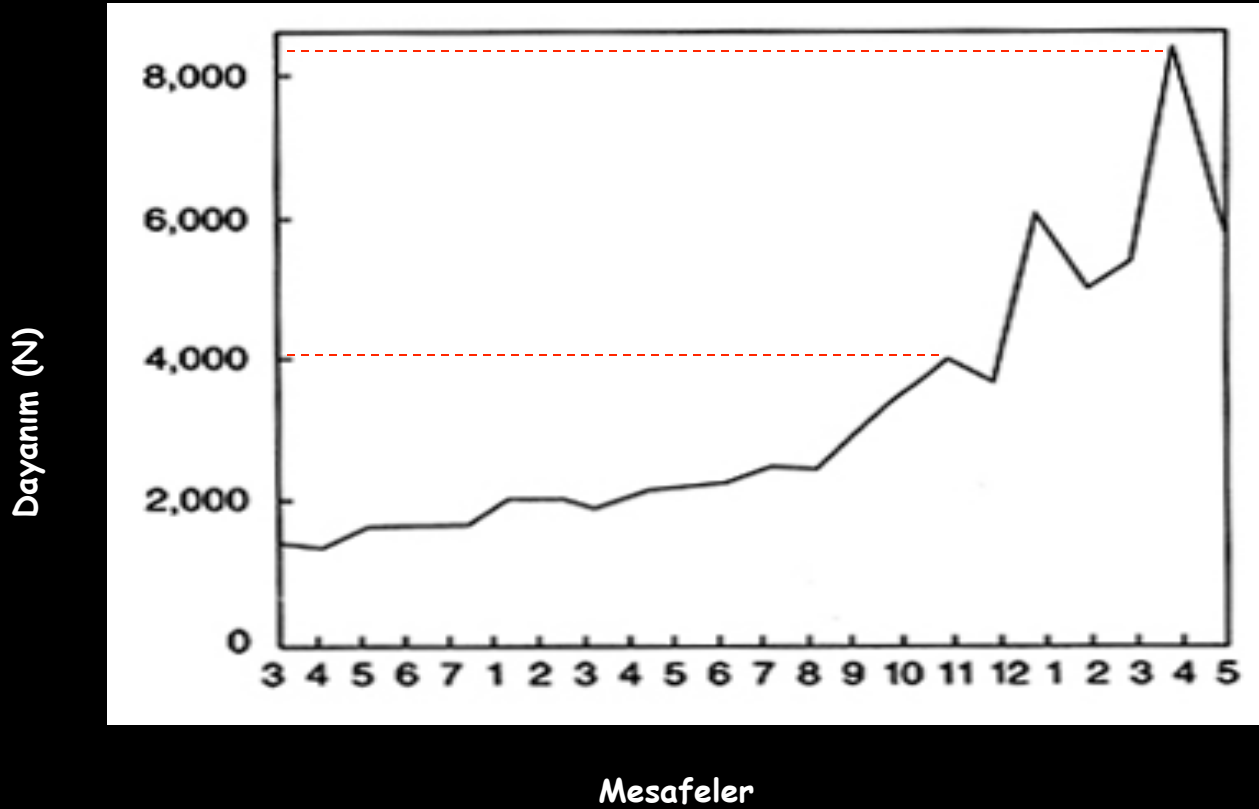
Elastisite Modülü

Kısım	Elastisite Modülü (Young's Modülü) (MPa)
Spongioz kemik	100
Kortikal kemik	10000
Posterior elemanlar (pedikül, lamina, spinoz proses)	3500
End plate	50, 500, 1500
İntervertebral annulus	1.7, 3.4, 6.8
İntervertebral nukleus	3.4

(MPa= Mega Paskal= 10^6 N/m²)

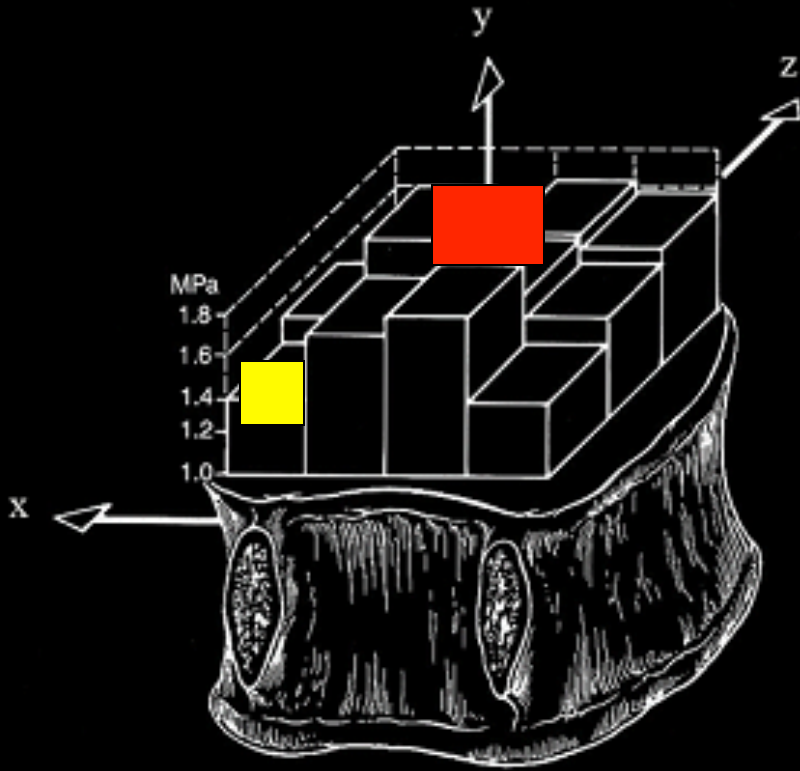
Vertebra Korteks Dayanımı

Basma yüklemesi



Vertebra Spongioz Dayanımı

Basma yüklemesi



Basma yüklemesine dayanım;

En fazla → ORTA

En az → ARKA YAN

1 MPa = 10 kg/cm²

Vertebra dayanımı

- Kemik mineral dansitesi ile vertebranın aksiyal basma kuvvetine dayanımı direk ilişkili

Osteoporoz

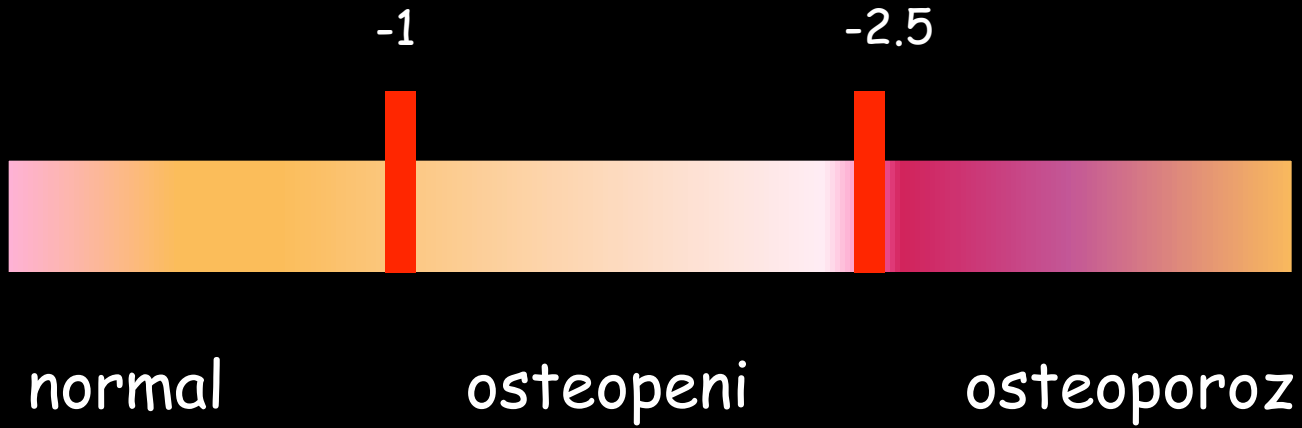


DEXA

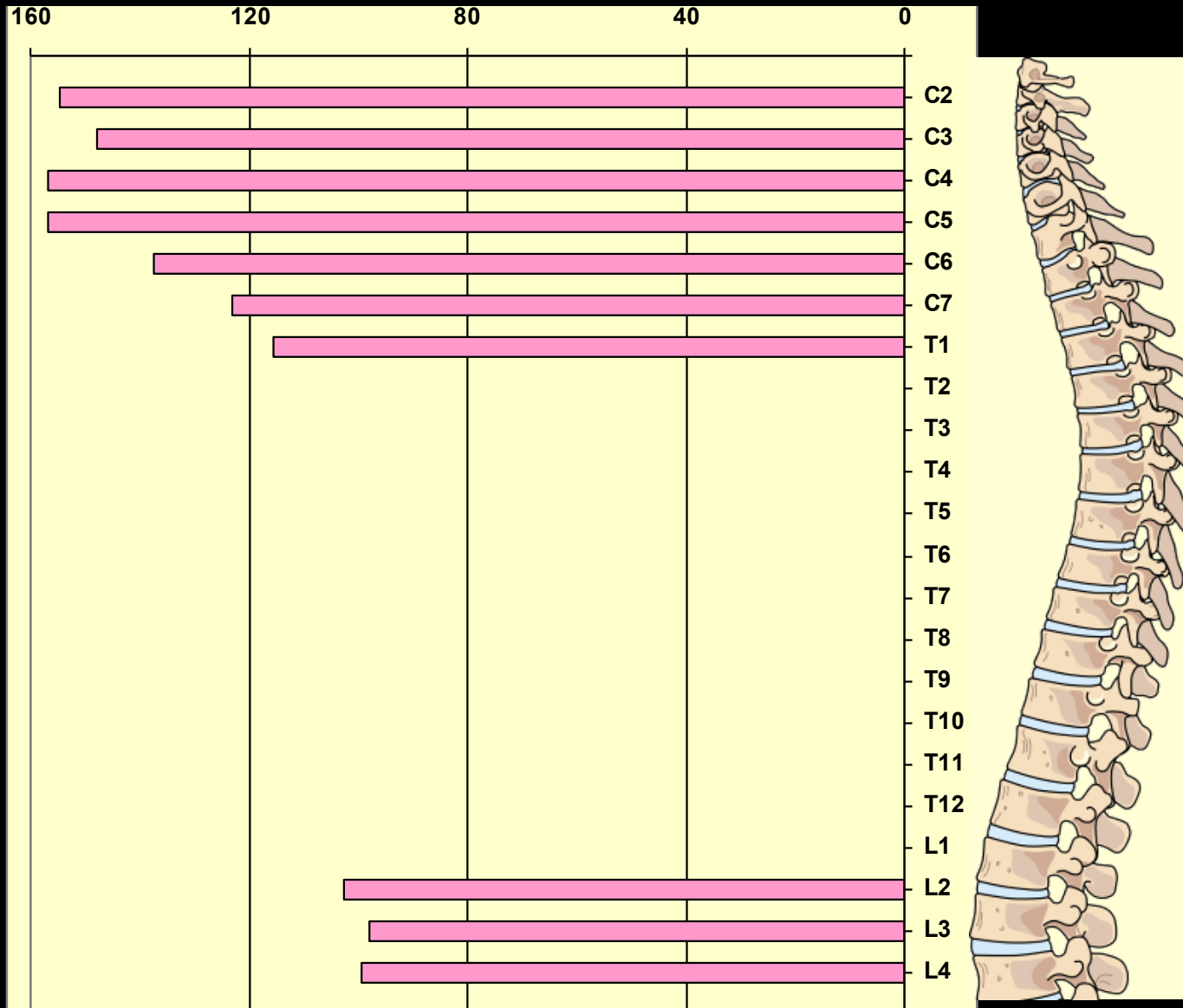
- **T skoru:** Hastanın kemik mineral dansitesi değerinin genç erişkin ortalama ile karşılaştırılması
- **Z skoru:** Hastanın kemik mineral dansitesi değerinin aynı yaş, cins ve boydaki kişiler ile karşılaştırılması

Osteoporoz

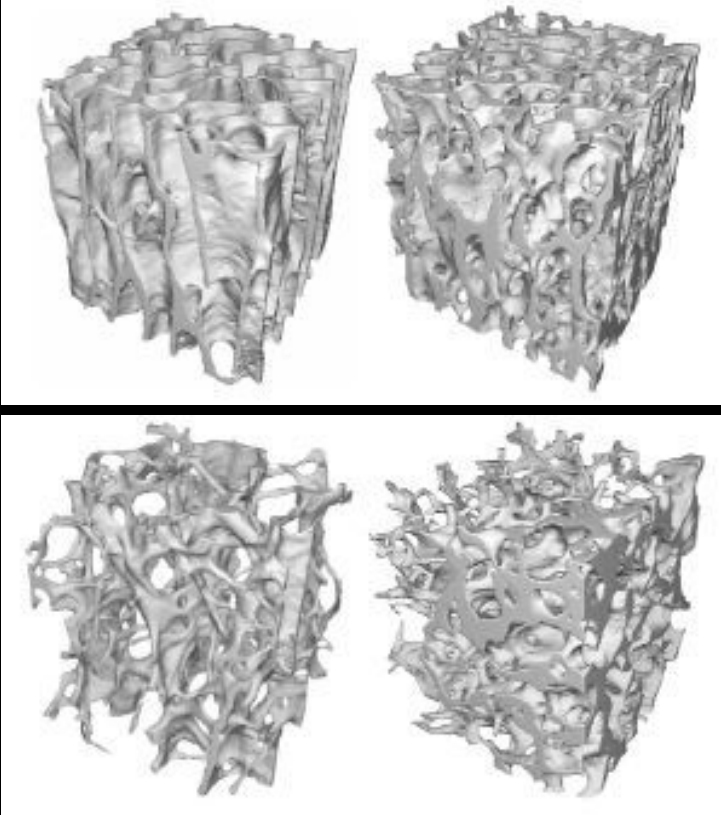
T Skoru



Kemik mineral dansitesi ?

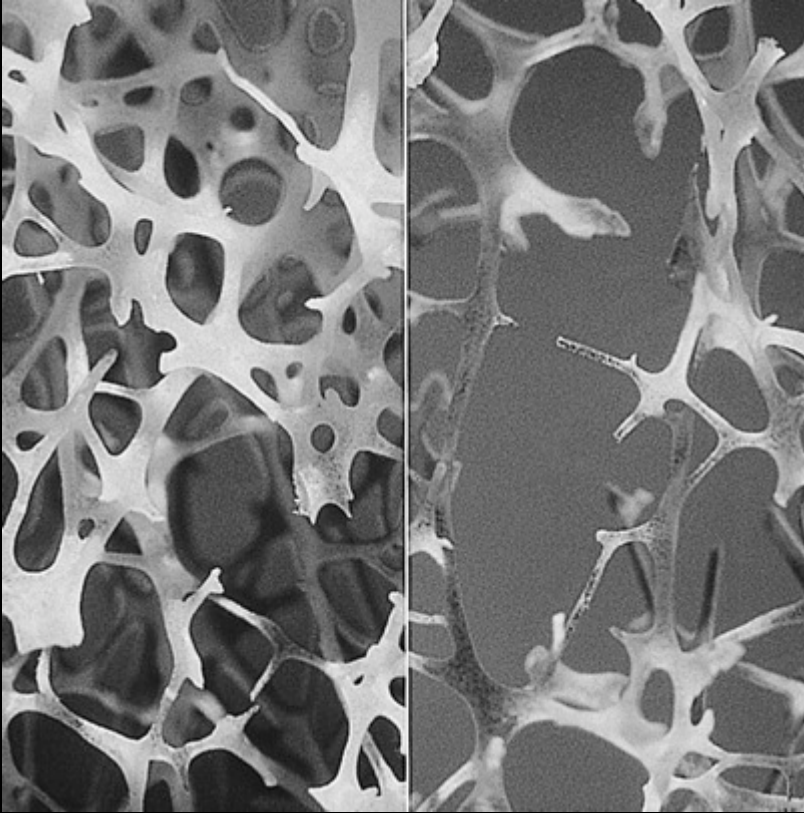


Trabeküler kemik



- Aynı kemikte farklı morfolojik yapıda
- Basma kuvvetlerine çekme kuvvetlerinden daha fazla dayanımlı

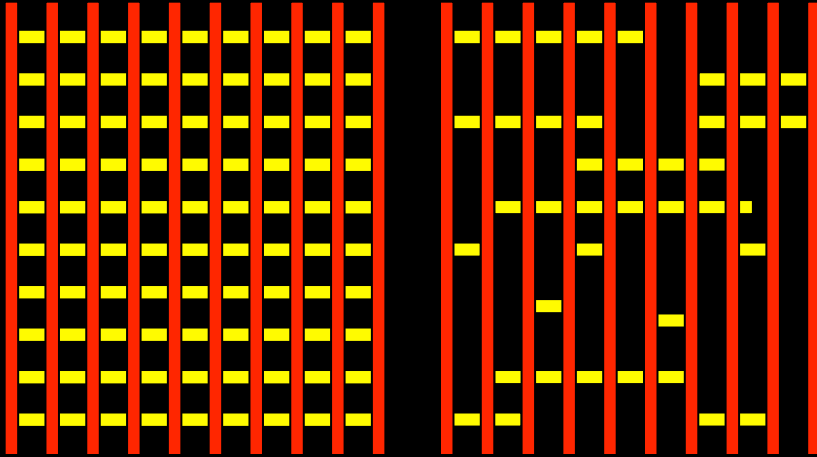
Trabeküler kemik



- Yaşa bağlı ilk değişiklikler trabeküler kemikte başlıyor
- İlk kaybedilen kısım yatay trabeküller
- Vertebra endplatelerine yakın yerlerde ortaya göre daha yoğun trabeküler yapı

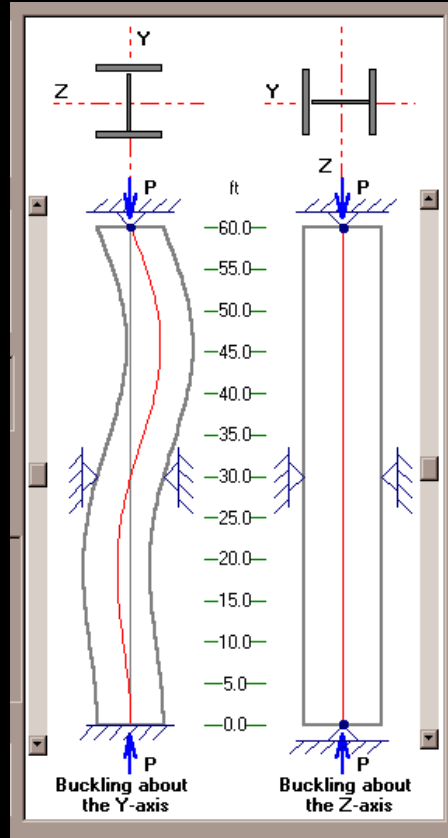
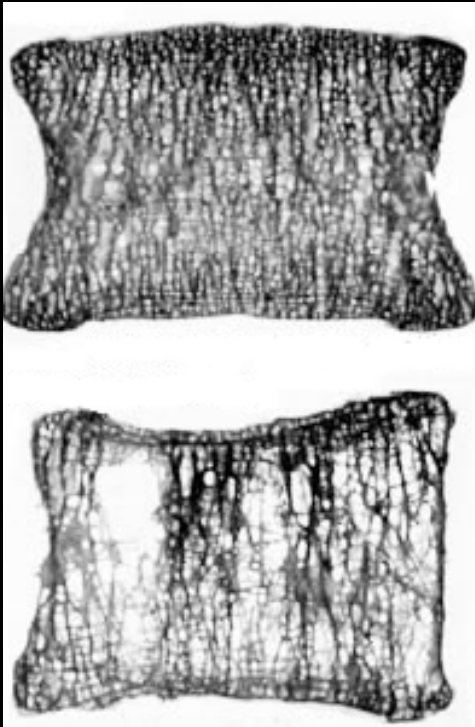
Trabeküler kemik

Osteoporozda ana yük taşıyıcı dikey trabeküler kemik



Euler eğilme teoremi

- Bir silindirin eğilmeye dayanımı, silindirin;
 - Çapı, uzunluğu, ara bağlantıları ile doğru
 - Elastisik modululusu ile ters orantılıdır



Crisco JJ, Panjabi MM, Clin Biomech 1992
Bozkuş H ve ark., Turkish Neurosurg 2003

Vertebra korteksinden yük geçiři

Rockoff (1969)

%45-75

McBroom (1985)

%10

Yoganandan (1988)

%40

Faulkner (1991)

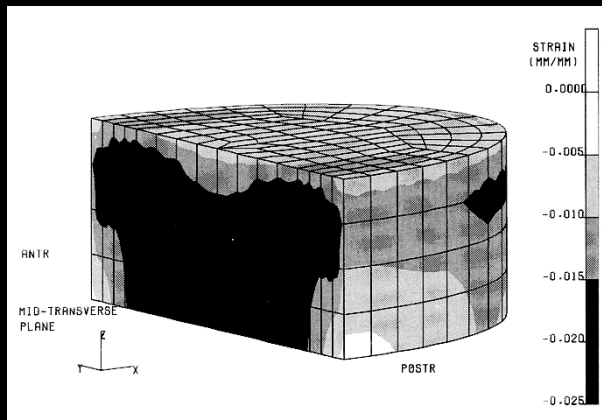
%12 (osteoporozda %56)

Burr (1994)

%50 (osteoporozda %90)

Matthew (1997)

%10 (her yař grubunda)



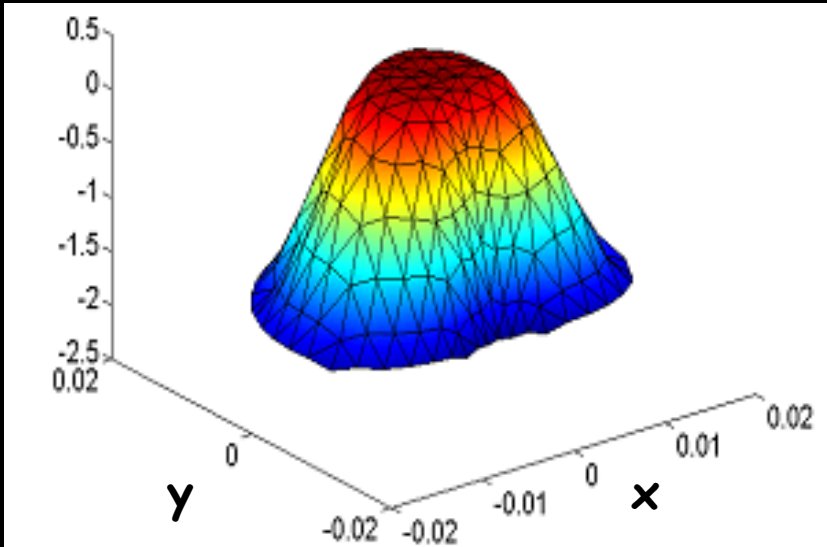
İntradiskal gerilme analizi

- Normalde vertebra nukleus pulposusdan gelen yükü ortadan taşıyor
- Disk dejenerasyonu ile yük vertebra merkezi ve çevresinden eşit taşınıyor

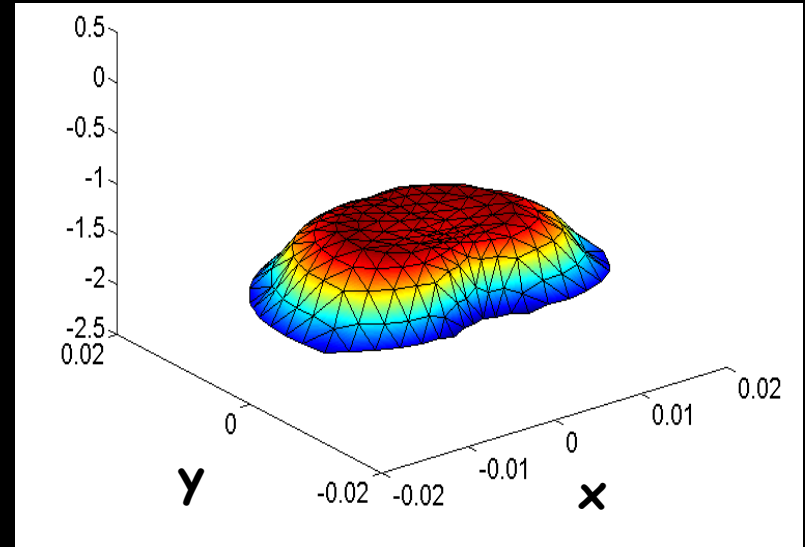
Normal

Dejenere

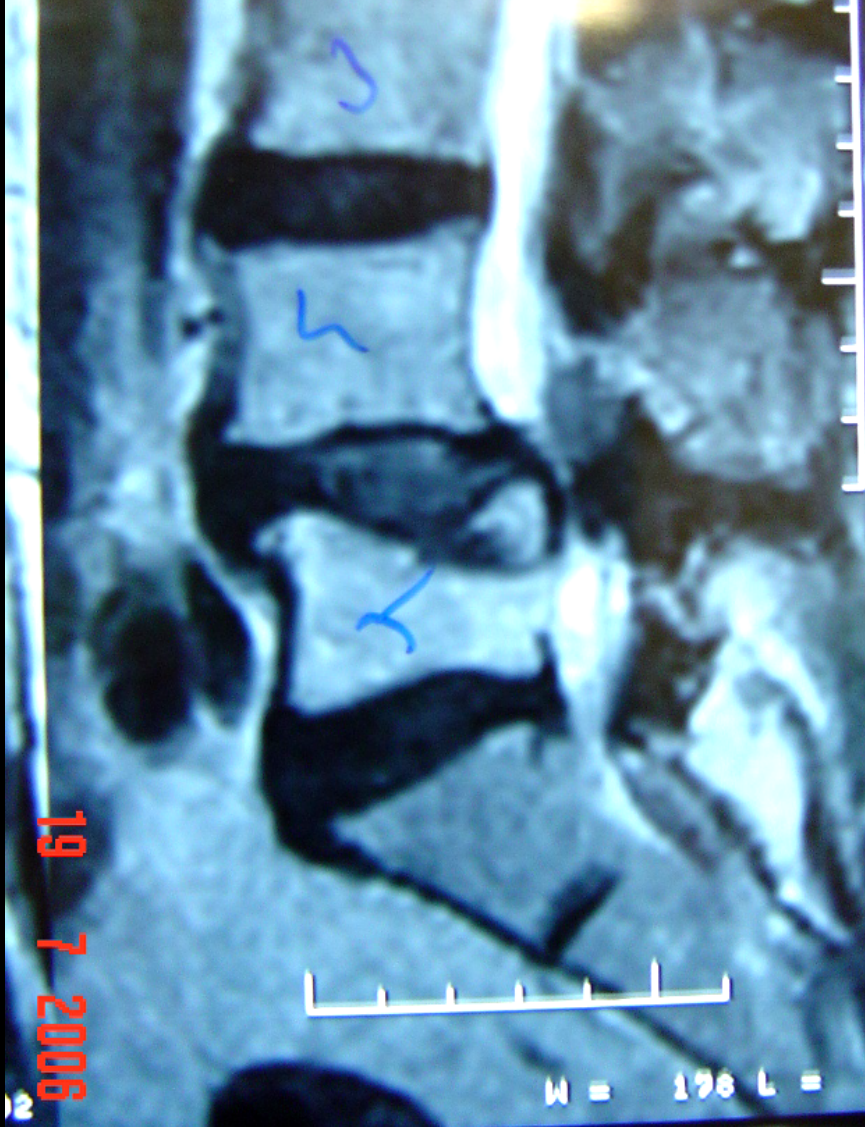
Gerilme (MPa)



Gerilme (MPa)

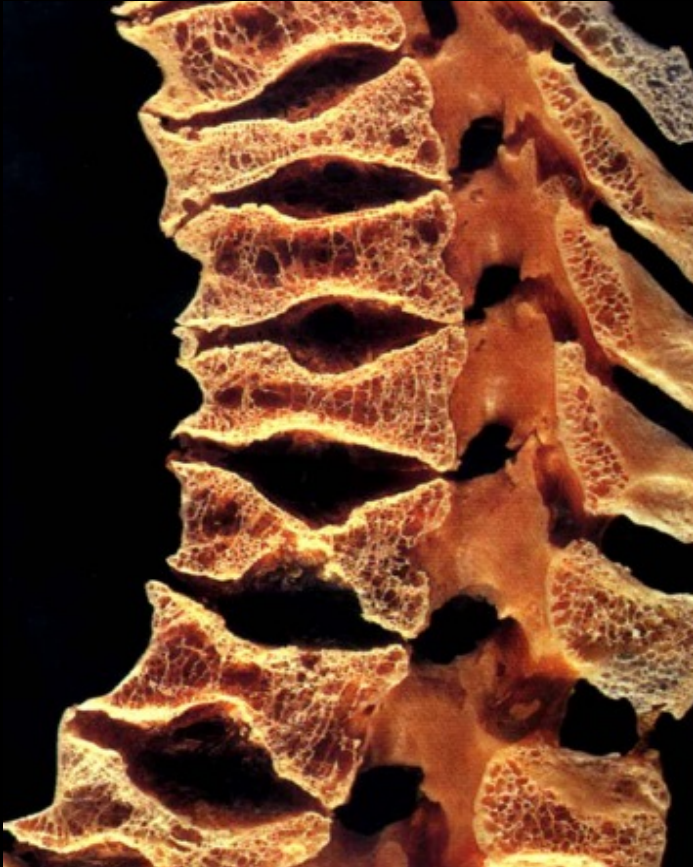


Endplate



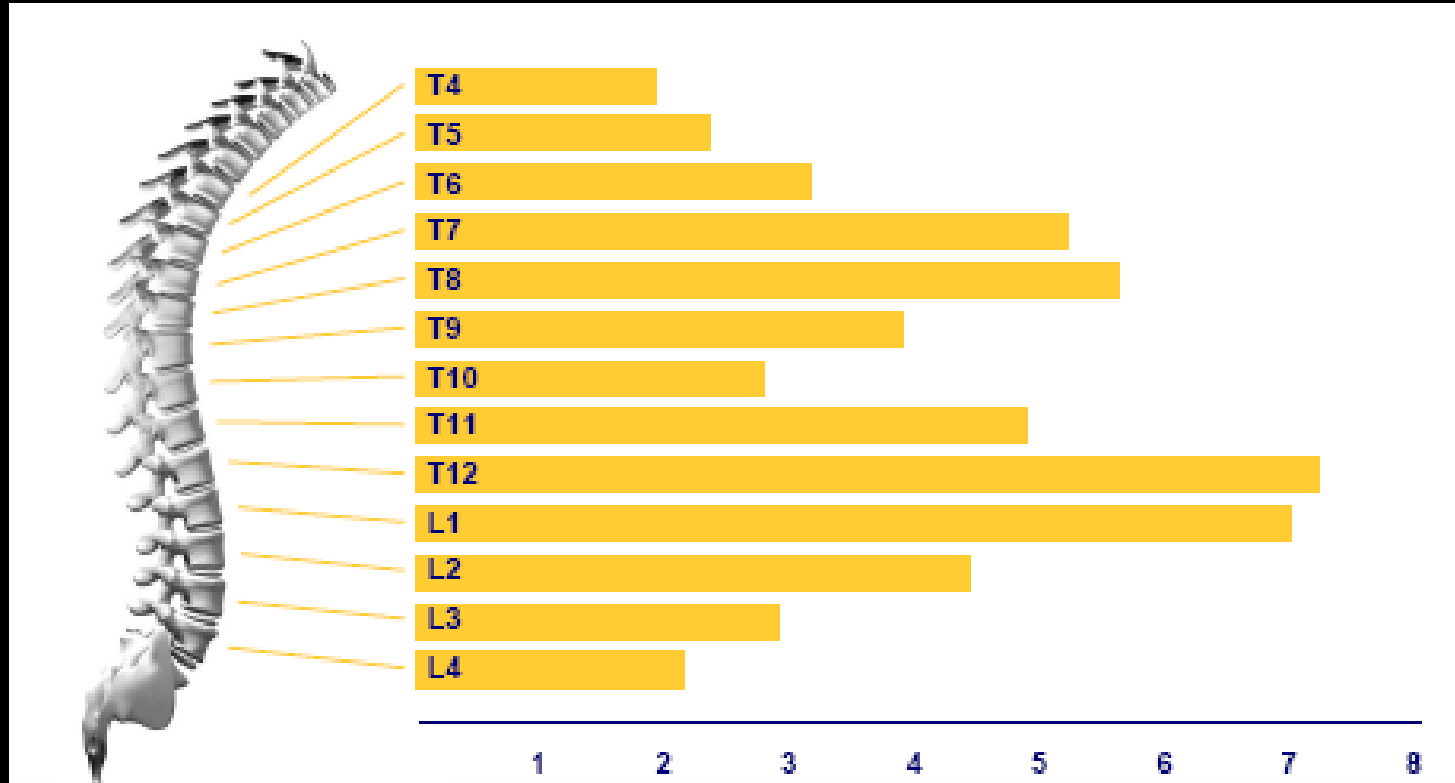
- En sağlam yer posterolateral endplate
- En zayıf yer ortası
- Üst endplate, alt endplateden daha zayıf

Osteoporozda Vertebra Kırığı Olasılığı



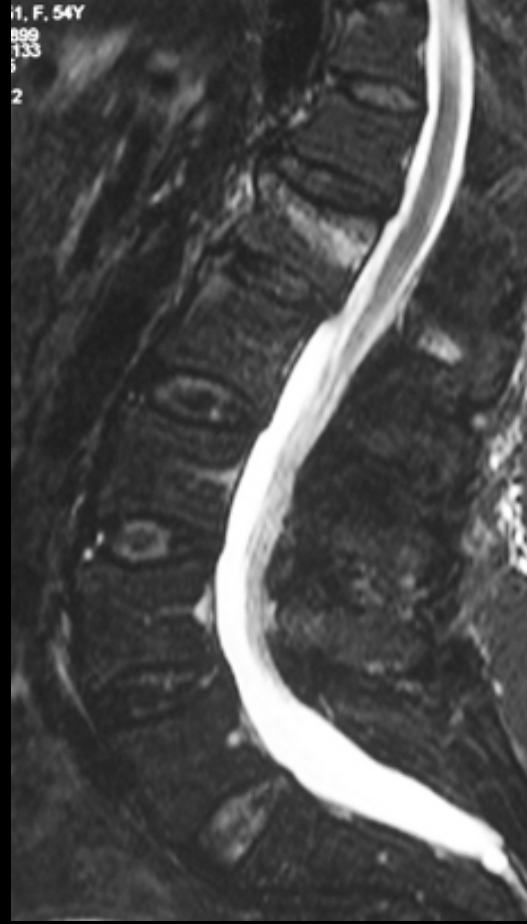
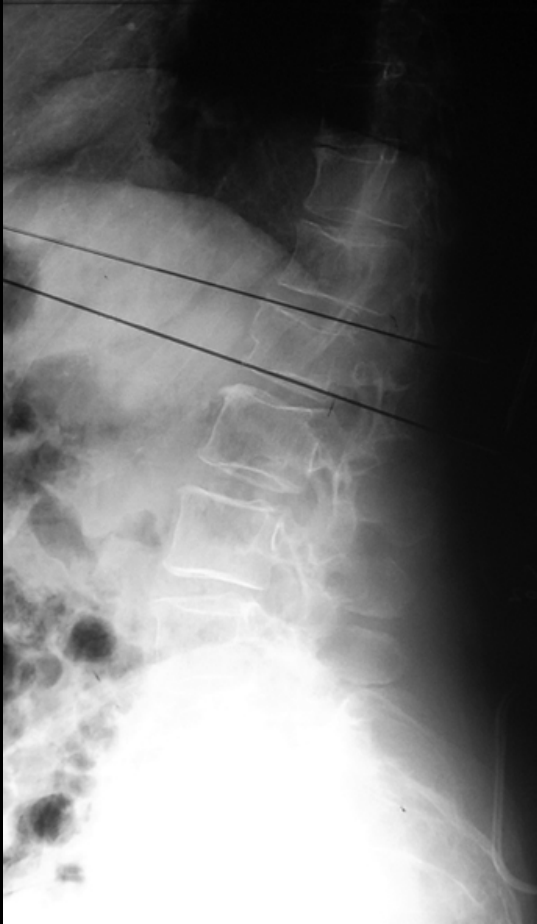
- Yıllık vertebra kırığı
%3.6
- 1 vertebra kırığından sonra
%19.2
- 2 vertebra kırığından sonra
%24

Osteoporotik kırık



En sık osteoporotik kırık ?

T12 ve L1 vertebralarında

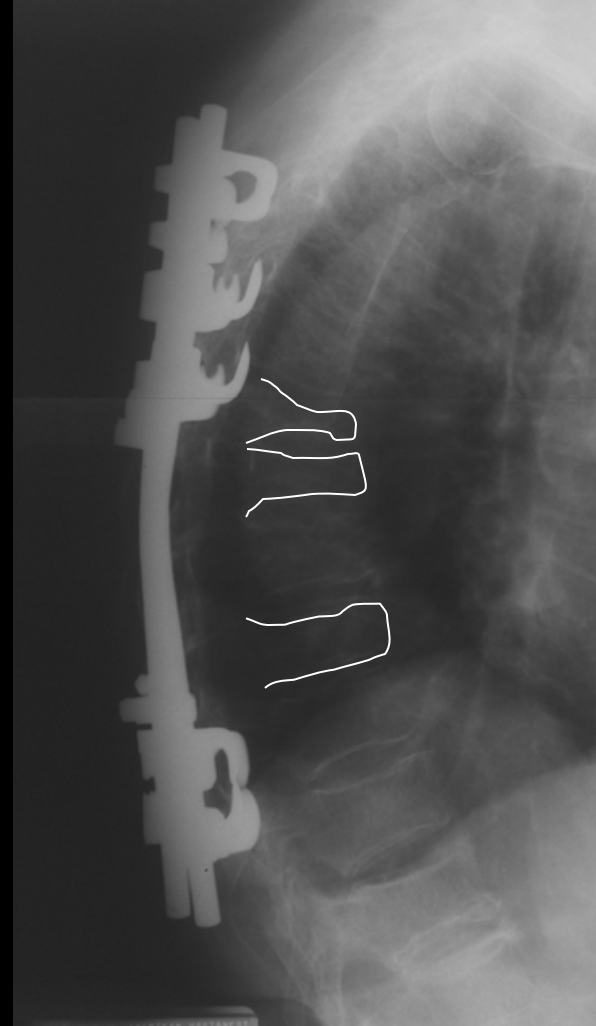
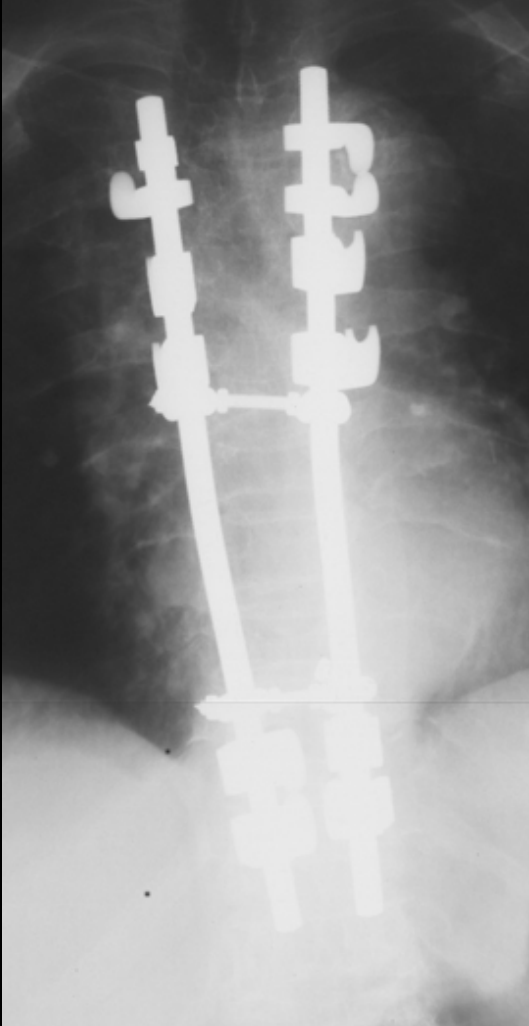


Travma günü

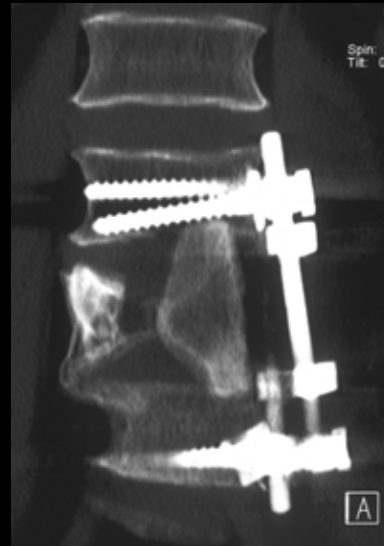
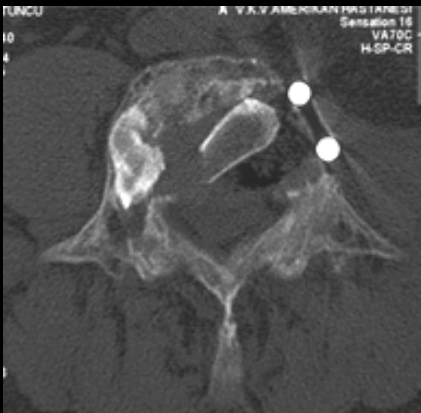
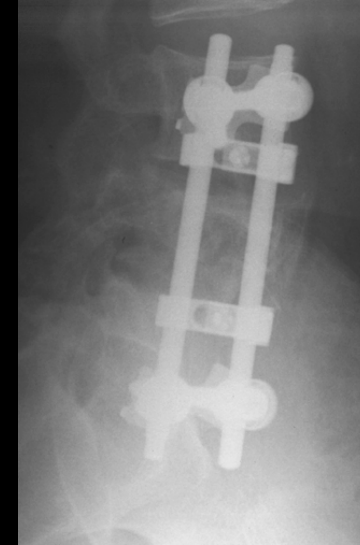
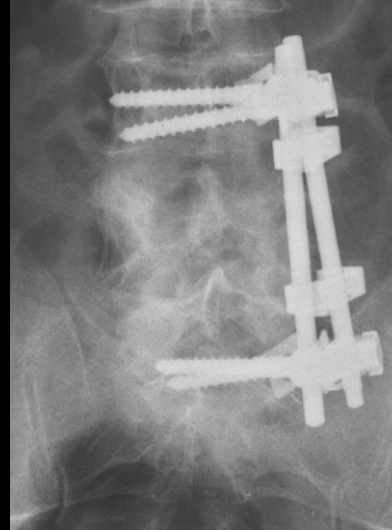
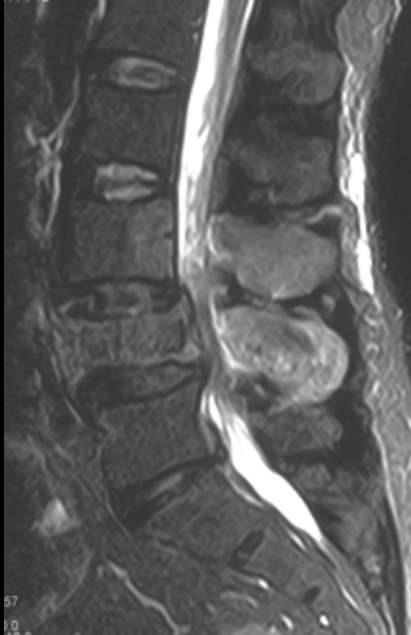
Travma sonrası 9.ay

Osteoporozda segmenter fiksasyon

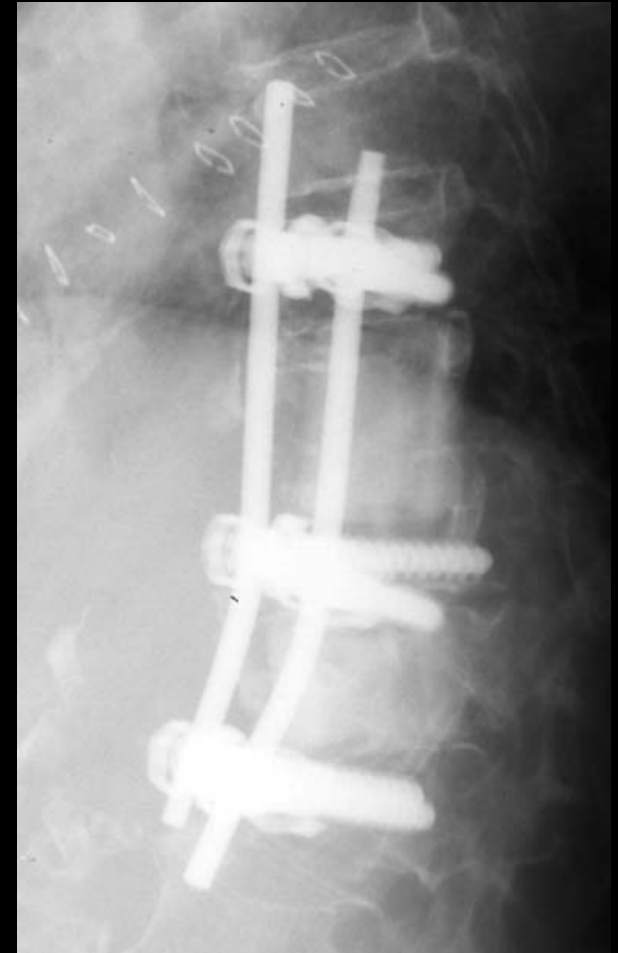
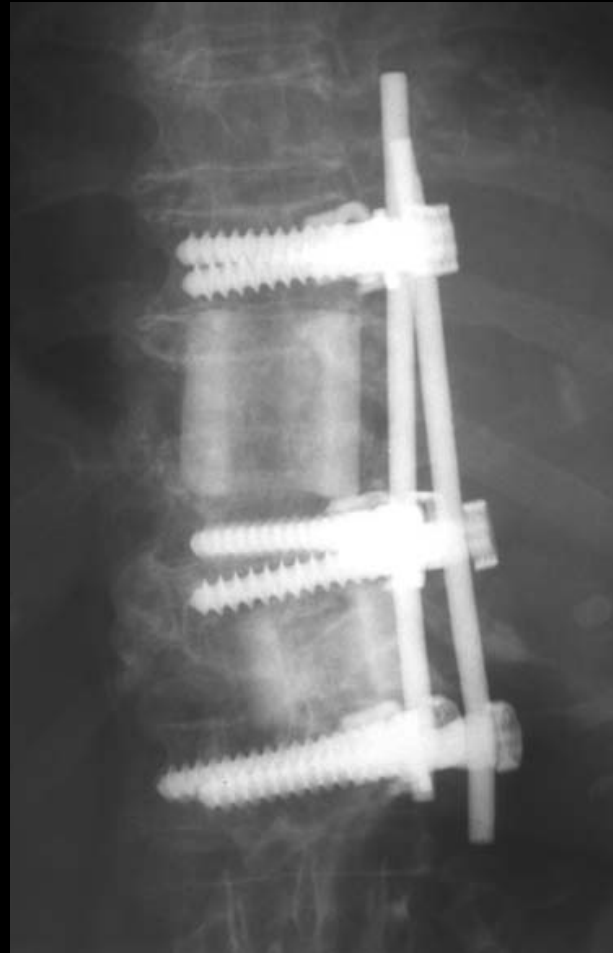
Birden fazla kırıkta laminar kanca



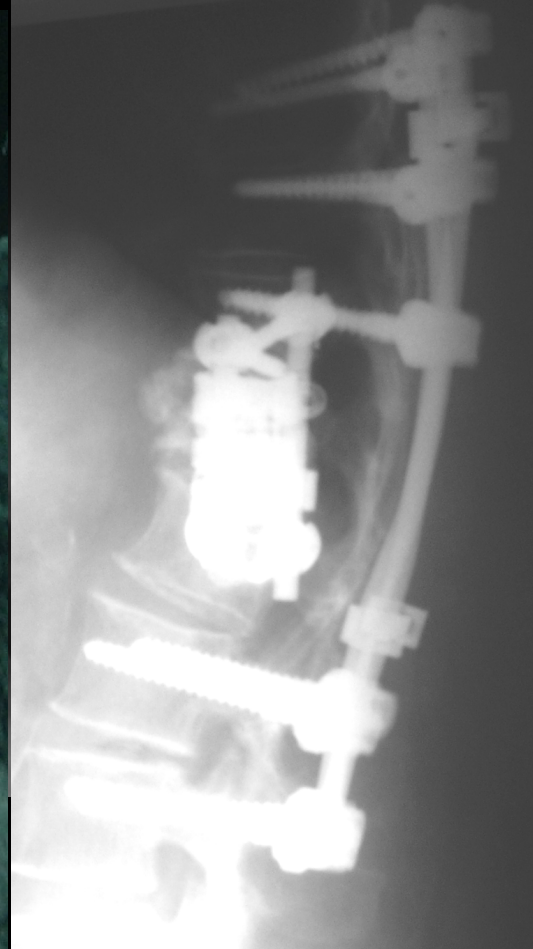
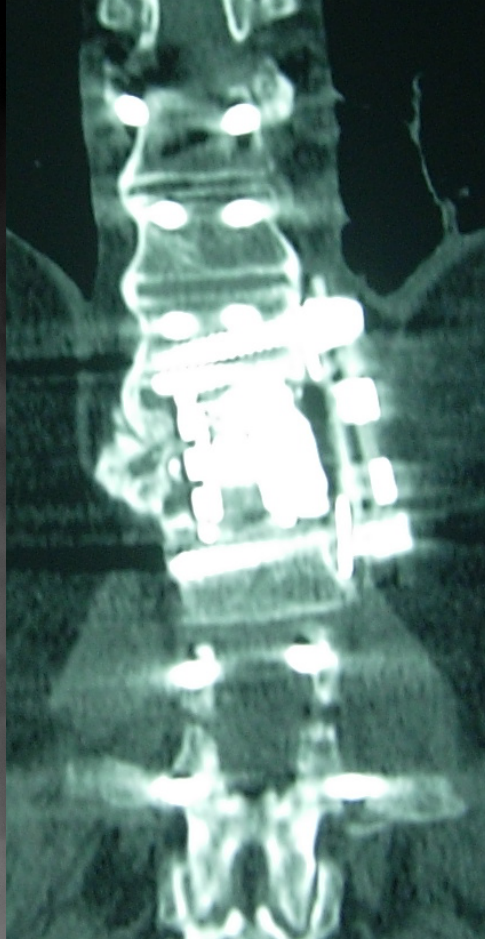
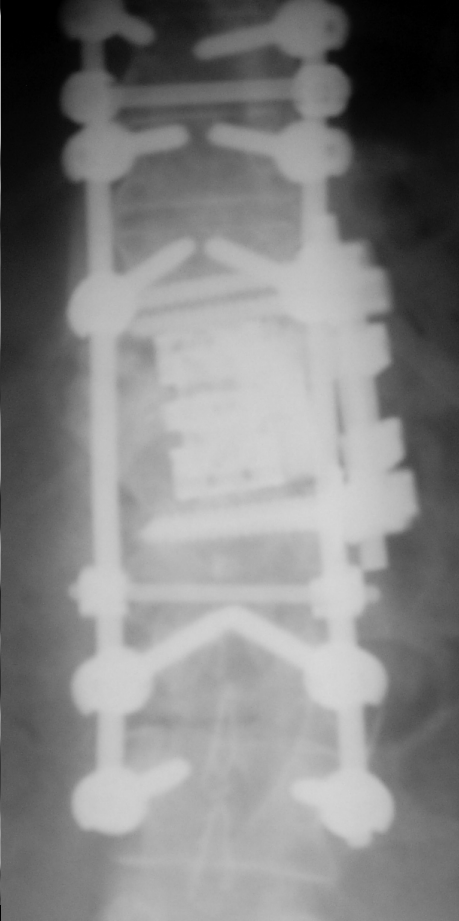
Anterior vida-kemik füzyon fiksasyonu



Anterior vida-kemik fiksasyonu



Anterior kafes çökmesi !



Vertebra tümörü

Posterior fiksasyon



Cerrahi Teknik

Osteoporotik posterior torakolomber stabilizasyon dayanım testi;

- Transpediküler vida (430 N)
- Spinoz proses telleme (382 N)
- Laminar kanca (646 N)

Laminar Kanca !

Laminar kanca

- Pedikül vidası ile laminar kanca iki mesafede birlikte kullanıldığında, yalnız başına pedikül vidasının sağladığı stabilizasyondan 2 kat daha etkin

Laminar kanca

- En alt vertebraya vidaya ek olarak laminar kanca kullanılmasının stabilizasyona büyük katkısı yok
- Yalnızca torsiyonal stabilizasyona ek katkısı olabilir

Vida dışı çıkması / KMD

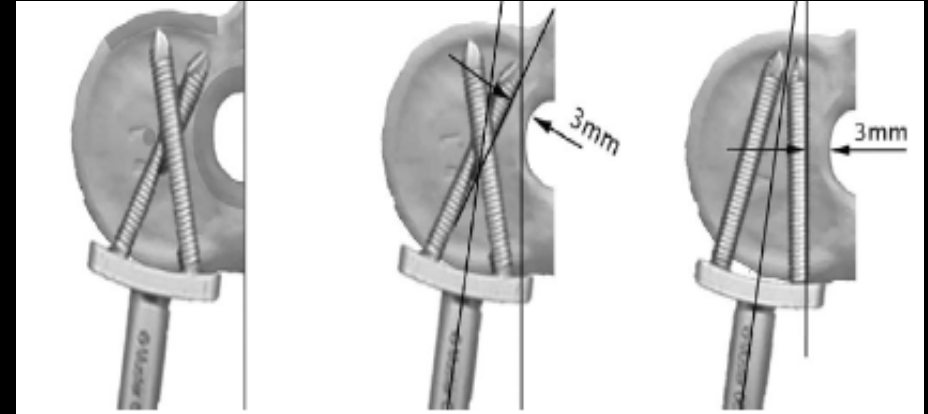
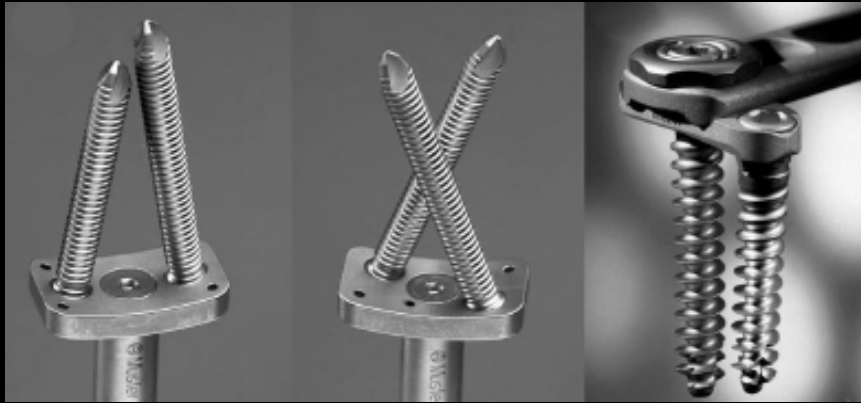
- Vidanın dışarıya çıkması ile KMD arasında direk ilişki var (korelasyon oranı 0.68-0.82)

KMD $< 0.45 \text{ g/cm}^2$ kırıtk sınır

Coe JD ve ark., Spine 1990
Soshi S ve ark., Spine 1991
Yamagata M ve ark., Spine 1992

Influence of Screw Positioning in a New Anterior Spine Fixator on Implant Loosening in Osteoporotic Vertebrae

Maximilian Reinhold, MD,* Karsten Schwieger, PhD,† Joerg Goldhahn, MD,‡
Berend Linke, PhD,† Christian Knop, MD,* and Michael Blauth, MD*



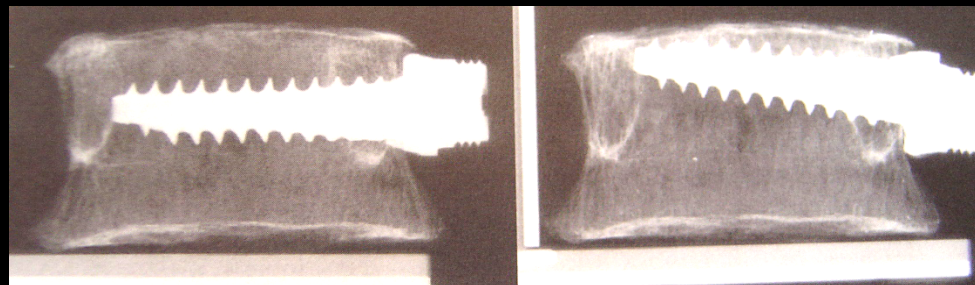
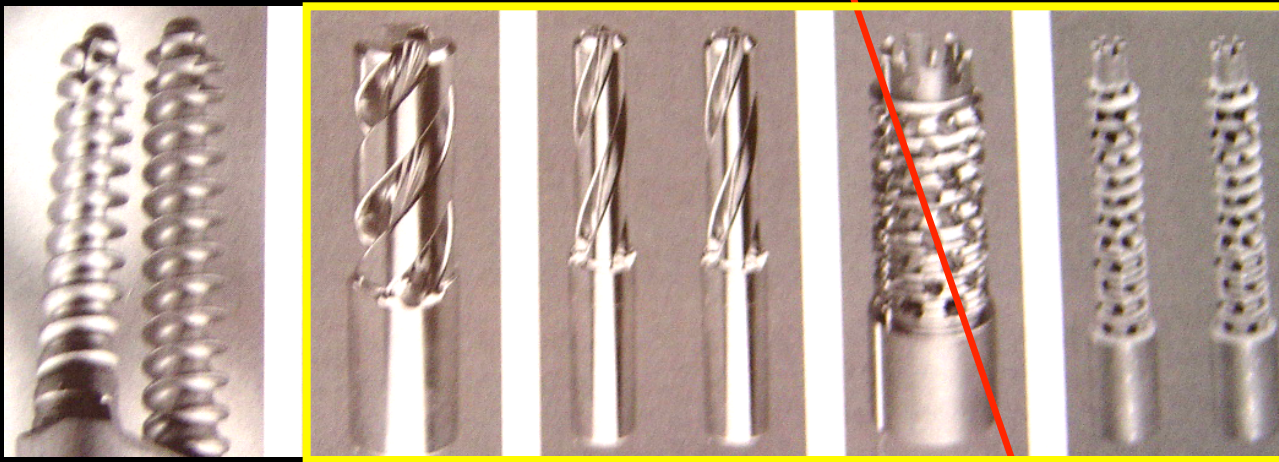
- Önemli olan;
- Vidanın çapı
- Vidanın karşı kortekse, karşı pediküle ve endplate yakın olması

Improved Anchorage in Osteoporotic Vertebrae with New Implant Designs

J. Goldhahn,^{1,5} M. Reinhold,² M. Stauber,³ C. Knop,² R. Frei,⁴ E. Schneider,¹ B. Linke¹

¹AO Research Institute, Davos, Switzerland

Osteoporotik anterior lomber stabilizasyon;
100 N, 200 N, 400 N yorulma testi (x1000 siklus)



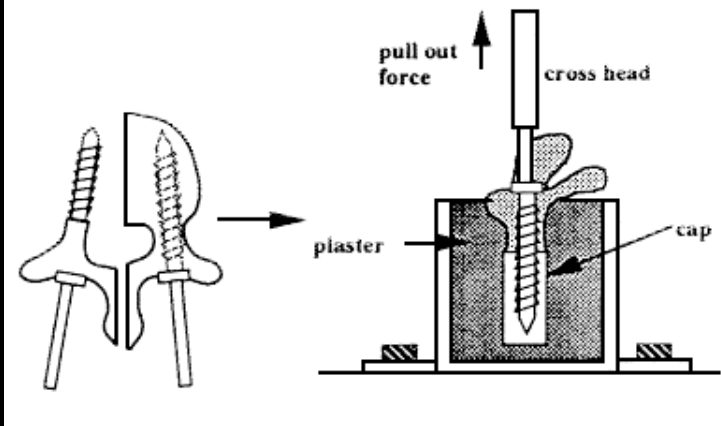
Pedikül vidası dışa çıkmasının önlenmesi ?

- Vidanın vertebra ön korteksine kadar ilerletilmesi

(Zindirick MR, 1986)

- Vidanın PMMA ile uygulanması (Cameron HU 1975, Motzkin NE 1994)

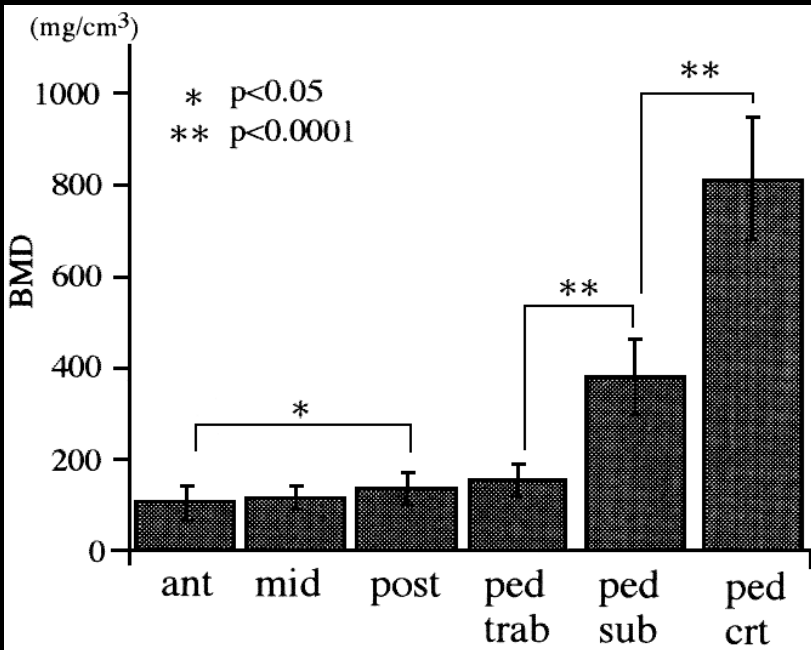
Pedikül vidası



- Pedikül vidanın dışı çıkmasına %60 engel oluyor

- Osteoporozda büyük çapta pedikül vidası gereksiz

- Vidanın vertebra ön duvarına kadar gönderilmesi gerekli değil



Pedikül vidası dışa çıkmasının önlenmesi ?

- Vidanın CaPO_4 ile uygulanması (Renner SM ve ark., Spine 2004)
- Hidroksiapatit kaplı pedikül vidaları 1.6 kez daha güçlü

(Hasegawa T, Spine J 2005)

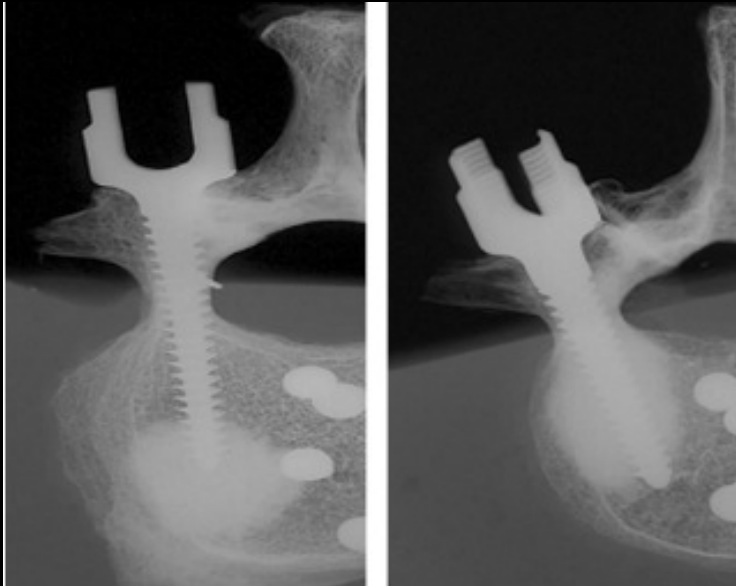


Table 1. Average Pullout Strength for Intact, Revision, and Augmentation Cases for All Groups

	Intact (N)	Revision (N)	Augmentation (N)
CaP-1 (n = 19)	1032 ± 453	895 ± 422	1617 ± 448
CaP-2 (n = 20)	839 ± 514	1571 ± 656	1852 ± 574
PMMA (n = 13)	910 ± 513	2496 ± 1083	2797 ± 796

CaP = calcium phosphate; PMMA = polymethyl methacrylate.

CaPO_4 %35 daha dayanımsız

Pedikül vidası

- Osteoporotik vertebrada tap işlemi pedikül vidasının dışa çıkmasını kolaylaştırıyor
- Pedikül vidası uygulaması sırasında uygulanan tork gücü ile vidanın dışa çıkması arasında bağlantı yok

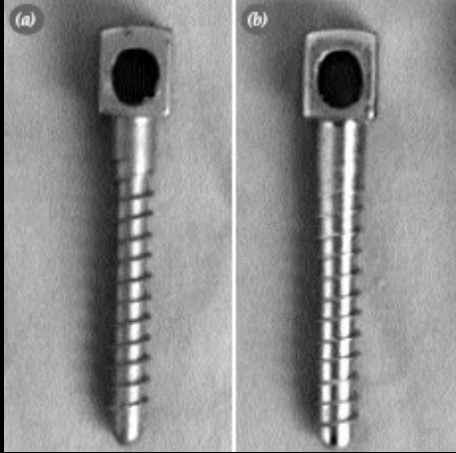
Carmouche JJ ve ark., J Neurosurg Spine 2005
Ozawa T ve ark., J Orthop Sci 2005

Pedikül vidası

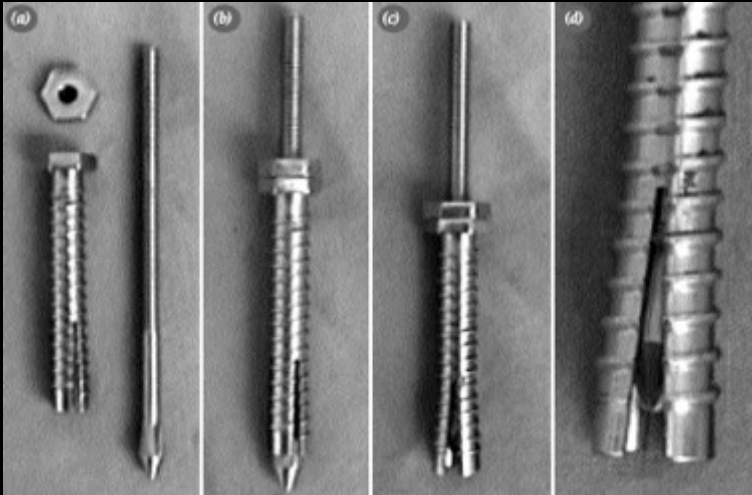
- Genişleyebilen pedikül vidaları, vida dışı çıkma dayanımını %50 arttırıyor
- Genişleyebilen pedikül vidası ve PMMA kullanımı ile yalnız genişleyebilen pedikül vidası karşılaştırıldığında vida dayanımında %250 artış var

Cook SD ve ark., Spine J 2001
Cook SD ve ark., Spine J 2004

Pedikül vidası



- Genişleyebilen pedikül vidaları ile yeterli vida stabilizasyonu sağlanamamaktadır



Thank you

Teşekkür ederim