

**T.C.**  
**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**TIP FAKÜLTESİ**  
**NÖROŞİRURJİ ANABİLİM DALI**

**TAZE DONMUŞ İNEK VERTEBRASINDA DUBEL VE SEMENT İLE  
DESTEKLİ TRANSPEDİNKÜLER VİDA KULANIMININ  
KARŞILAŞTIRILMASI VE STABİLİZASYON ÜZERİNE ETKİLERİ**

**Uzmanlık Tezi**

**Dr.İsmail H. KURTULUŞ**

**Trabzon 2014**

**T.C.**  
**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**TIP FAKÜLTESİ**  
**NÖROŞİRURJİ ANABİLİM DALI**

**TAZE DONMUŞ İNEK VERTEBRASINDA DUBEL VE SEMENT İLE  
DESTEKLİ TRANSPEDİNKÜLER VİDA KULANIMININ  
KARŞILAŞTIRILMASI VE STABİLİZASYON ÜZERİNE ETKİLERİ**

**Uzmanlık Tezi**

**Dr.İsmail H. KURTULUŞ**

**Tez Danışmanı : Doç.Dr. Ertuğrul ÇAKIR**

**Trabzon 2014**

## ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim boyunca bana verdikleri desteklerden dolayı Prof.Dr. Süleyman Baykal hocama, Prof.Dr. Kayhan Kuzeyli hocama, Prof.Dr. Haydar Usul hocama, Doç.Dr.Ertuğrul Çakır hocama, Uzm.Dr. Gürkan Gazioğlu'na, Uzm.Dr. Ali Rıza Güvercin'e, Uzm.Dr. Uğur Yazar'a ve Uzm. Dr. Levent Gedikli'ye araştırmaya destek veren değerli hocalarıma ve mesai arkadaşlarıma

ve sevgili eşime Özlem Kurtuluş'a ve oğlum Berk Kurtuluş'a

TEŞEKKÜR EDERİM.

Dr.İsmail H. Kurtuluş

## **İÇİNDEKİLER:**

### **1. Giriş**

### **2 Genel Bilgiler**

#### 2.1. Tarihçe

#### 2.2. İnsan omurgasının anatomisi

#### 2.3. İnsan kemik anatomisi

#### 2.4. İnsan kemik fizyolojisi ve histolojisi

#### 2.5. İnsan omurga embriyolojisi

#### 2.6. İnsan omurgasının biyomekaniği

#### 2.7. Enstrümentasyonda kullanılan vidalar

#### 2.8. Enstrümentasyonun komplikasyonları

### **3. Materyal ve Metod**

#### 3.1. Deney grupları

#### 3.2. Metod

#### 3.3. İstatistiksel değerlendirme

### **4. Bulgular**

### **5. Tartışma**

### **6. Sonuç**

### **7. Türkçe Özet**

### **8. İngilizce Özet**

### **9. Kaynaklar**

## 1. GİRİŞ:

Omurga cerrahisinde ilk vida kullanımı 1944 'de Don King tarafından faset vidalaması olup ( 22 ) transpediküler vida uygulaması ilk kez 1959 yılında Boucher tarafından tanımlanmıştır ( 4 ). Omurga kırıklarının cerrahi tedavisinde transpediküler vida ile internal fiksasyon uygulamaları yaklaşık 1961 yılından beri uygulanmaktadır ( 4 ). Günümüzde kırığın anatomik yapısını ayrıntılı olarak tanımlayacak çok sayıda radyolojik değerlendirme aracı vardır ancak kırığın anatomik yapısına bakarak her zaman kırığın stabilitesi konusunda karar vermek güçtür. Stabilite ; White ve Panjabl'ın tanımına göre fizyolojik yüklenmeler karşısında omurganın öteleme paternini sınırlayabilmesi, omurilik ve sinir köklerinin hasara uğramaması veya irrite olmaması ve deforme gelişimini ve ağrıyı önleyebilme yeteneğidir ( 3 ). Enstrümantasyon ile elde edilmek istenilen hedefler ; fiksasyonun ( stabilitenin ) sağlanması , redüksiyonun sağlanması , dekompresyonun sağlanması , normal dizilimin sağlanması ve füzyonun sağlanmasıdır. Pediküler vida ile fiksasyon uygulamaları yüksek kemik füzyonuyla birlikte güçlü bir vertebral segmental fiksasyon sağlar ( 1 ). Transpediküler vida sistemi 3 ( üç ) kolonu da stabilize eder . 3 ( üç ) kolonunda stabilizasyonu komşu hareketli normal segmentlerin korunmasını ve mekanik ağrı sendromlarının önlenmesini sağlar . Posterior transpediküler vida uygulamaları lomber bölgeye uygulanan diğer stabilizasyon sistemleri (kanca ve tel ) ile karşılaştırıldığında çeşitli avantaj ve dezavantajları vardır. Pediküler vidalar ; omurgayı rijid olarak fikse etmekte etkili olması , laminektomi yapılan vertebralarda da kullanılabilmesi , enstrümantasyon seviyesinin kısa tutulabilmesi , sakrumun enstrümantasyonu açısından uygun bir yöntem olması ve normal omurga eğriliklerini koruması nedeniyle diğer enstrümantasyon sistemlerine göre çok daha etkili ve avantajlıdır ( 1 ). Transpediküler vida uygulaması etkili ve güvenli bir yöntem olmasına rağmen bu yöntemle tedavi edilen hastaların takiplerinde kullanılan vidalarla ilgili kırılma , gevşeme , sıyrılıp kurtulma ile migrasyon gibi komplikasyonların geliştiği saptanmıştır . Bu komplikasyonların nedenlerini araştırmak , pediküler vidaların stabilitesini değerlendirmek ve mevcut sistemleri geliştirmek için insan ve hayvan vertebralarını çalışma konusu alan bir çok deneysel çalışma yapılmıştır ( 4 ).

Bizim bu çalışmamızda ki amacımız transpediküler vida sistemini bir dübel ve kemik sement ile destekleyerek stabilizasyon sisteminin kemiğe tutunma gücünü ve stabilizasyonun kuvvetini arttırmak ve bu sistemleri kendi arasında karşılaştırarak

etkinliklerini ölçmek olacaktır . Böylece bu yapacağımız çalışma istatistiki olarak anlamlı bulunursa bu sistemlerin cerrahide kullanılması gündeme gelecektir.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. TARİHÇE :

İbn-i Sina 11. yüzyılda ‘ Al-Quanun fi al-tibb ’ adlı kitabında spinal anatomi ve biyomekanik kavramlarından bahsetmiştir . Spinal stabilite ve instabilite kavramlarını ilk kez 1923 yılında Von Lackum kullanmıştır ( 5 ). Torakolomber omurgada ilk fiksasyon yöntemi 1889 yılında Hadra tarafından yapılmış olup ( 5 , 10 ) ilk spinal füzyon ise 1911 yılında Albee ve Hibbs adlı iki cerrah tarafından yapılmıştır ( 5, 6, 10 ). 1942’de William Rogers traksiyon ile redüksiyon uyguladığı olguda aynı zamanda spinöz çıkıntıları telle fikse etmiştir. 1944’de Dong King ilk kez faset vidalama tekniğini tanımlamıştır ( 5, 10 ). Transpediküler vida uygulaması ilk kez 1959 yılında Boucher tarafından tanımlanmıştır ( 4 ). 1961 yılında Harrington kendi adı ile anılan omurga enstrümentasyon cihazını geliştirmiştir ( 2, 10 ). Roy-Camille ve arkadaşları torakal, torakolomber ve lomber vertebra yaralanmalarında 1961 yılından itibaren plak-pediküler vida kombinasyonunu kullandıklarını bildirmişlerdir ( 4 ). Anterior enstrümentasyon ilk kez 1969’da Dwyer tarafından yapılmış olup Zielke tarafından modifiye edilmiştir ( 26 ). 1970’lerde Luque tel ve rod kombinasyonunu tanımlamıştır ( 5 ). Matthias ve Henie 1973’te somunlu civatayı ( screw-bolt ) tanımlamış olup plak ve civatalar ile aktif posterior translasyon Roy-Camille ve arkadaşları tarafından popülerize edilmiştir ( 6 ). 1978 yılında Cotrel , Dubousset ve Steffe skolyoz , travma , dejeneratif ve benzeri tüm omurga patolojilerinde kullanılabilen 3 boyutlu düzleme sahip bir cihaz kullanıma sunmuştur. Bu sistem hem vida hemde kancaları kullanan ve bunları rodlar veya plaklarla bağlayan ilk sistemdir ( 2,6 ).

## 2.2. İNSAN OMURGASININ ANATOMİSİ;

İnsan omurgasında vertebralar üst üste dizilim yaparlar ve bunlar ligamentler ile birbirine bağlanarak columna vertebralis meydana getirirler. Omurga, başın ve gövdenin ağırlığını taşımaktan sorumludur. Columna vertebralis 33 vertebranın üst üste gelmesiyle oluşan bir sütündür. Columna vertebralis; yedi servikal vertebra, oniki torakal vertebra, beş lumbar vertebra, beş sakral vertebra ve dört koksigeal vertebradan meydana gelir. Omurgayı oluşturan 33 vertebranın 24 tanesi hareketli eklemlerle birbirlerine bağlanmıştır. Bu vertebralara hareketli vertebralar ya da presakral vertebralar denilir. Geriye kalan 9 vertebra ise sabit vertebralar denilir. Bunlardan beş sakral vertebra birleşerek sakrumu, dört koksigeal vertebrada birleşerek koksiksi yaparlar ( 8 ).

Yetişkin bir erkekte columna vertebralisin boyu 70 cm, kadında 60 cm kadardır. Omurga öne veya arkaya doğru bazı eğrilikler gösterir. Bu eğriliklerin öne doğru konveksite gösterenlerine lordoz, arkaya doğru konveksite gösterenlerine ise kifoz adı verilir. Buna göre omurgada ; servikal lordoz, torakal kifoz, lomber lordoz, sakral kifoz bulunur. Omurganın sağa veya sola doğru eğriliklerine de skolyoz denilir. Lomber lordoz gebelikte artış gösterir. Lordoz ve kifozlar fizyolojik eğriliklerken skolyoz patolojik bir eğriliktir. Bütün vertebralarda bazı ortak özellikler vardır. Omurlar arasında ki benzerlikler yeni doğanlarda daha fazladır. Atlas ( birinci servikal vertebra ) dışında ki bütün vertebralarda iki temel yapı bulunur. Bu yapılar corpus vertebra ve arcus vertebradır. Vertebraların ön kısmında ki corpus vertebra silindir biçiminde olup bir üst ve bir alt vertebraların korpusları ile eklem yaparlar. Korpusun arkasında foramen vertebraleyi çevreleyen arkus vertebra tutunur. Arkusun cisme bağlandığı kısımlara pediculus arkus vertebra denilir. Pediculus arkus vertebraların üst kısımlarında bulunan çentiğe incussura vertebralis superior, alt kısmında bulunan çentiğe incussura vertebralis inferior denilir. Bu çentikler üst üste gelerek foramen intervertebraleyi oluştururlar ( 17 ). Foramen intervertebralelerden spinal sinirler geçer. Arkusun dikey şeklinde ki arka kısımlarına lamina vertebrale denilir. Lamina ile pediculusların birleştiği yerden yanlara doğru olan çıkıntılara poccus transversus adı verilir. Sonuçta bir arcus vertebrada; ikisi yukarıya doğru processus articularis superior, ikisi aşağıya doğru processus articularis inferior, ikisi yanlara doğru processus transversus, biri de arkaya doğru processus spinosus olmak üzere toplam 7 adet çıkıntı vardır. Corpus vertebranın arka yüzü canalis vertebralis bakar. Arcus vertebra ile corpus vertebra arasında büyük bir delik



oluşur. Bu boşluğa foramen vertebrale denilir. Bu boşluklar üst üste gelerek bir kanal oluştururlar ki buna da canalis vertebralis denilir.

Corpus vertebraların alt ve üst yüzlerinin 2-3 mm'lik dış kısımları kompakt kemik yapısında ortası ise spongioz kemik yapısındadır. Yani vertebra cisimleri dıştan ince bir kompakt tabaka ile çevrelenmiş spongioz kemikten yapılmışlardır. Spinal kord ise sıklıkla L1 vertebra düzeyinde veya L1 - L2 disk aralığında sonlanır ( 24 ). Spinal kordun beslenmesi ise anteriorda 6-8 radiküler arterden majör olarak beslenir ( Bu arterler C3 düzeyinde vertebral arterden C6 düzeyinde derin servikal arterden C8 düzeyinde costoservikal trunkustan T4 veya T5 düzeyinde ki arterlerden ve Adamkiewicz arterden kaynaklanırlar. ). Spinal kordun posteriorda beslenmesi ise 10-23 radiküler arter ile beslenen posterior spinal arterdir ( 25 ).Jemmet'e göre omurga stabilizasyonundan sorumlu kas grupları derin kas grupları ( intervertebral disk, bağlar ve vertebralara yapışan küçük kas grupları ), orta kas grupları ( Multifidus, Quadratus lumborum, Transversus Abdominus ) ve dış tabaka kasları ( erektör spina, internal oblik ve eksternal oblik kas grupları ) 'dır ( 23 ).

## 2.3 İNSAN KEMİK ANATOMİSİ

İnsan vücudunda 206 kemik bulunur ki bunlar sabit değildirler. Yaşa ve bireye göre değişkenlik gösterebilirler. Kemik yapı genellikle ikiye ayrılarak incelenir:

### A-) Skeleton axiale

1-) Columna vertebralis.....	26
2-) Kosta ve sternum.....	25
3-) Kranium.....	22
4-) Auditor kemikler.....	6
5-) Os Hyoideum.....	1

### B-) Skeleton appendiculare

1-) Ossa membri superioris.....	64
2-) Ossa membri inferioris.....	62

Kemikler aynı zamanda şekillerine göre de sınıflandırılırlar. Bunlar ;

- 1-) Uzun kemikler
- 2-) Yassı kemikler
- 3-) Kısa kemikler
- 4-) Düzensiz kemikler
- 5-) Sesamoid kemikler ‘ dir.

### UZUN KEMİKLER :

Uzunlukları genişliklerine göre fazla olan kemiklerdir. Ekstremitelerde bulunurlar. Tibia, femur, ulna, metatarsaller bunlara örnektir. Uzun kemikler; ince uzun bir gövdeden ve

çoğunlukla eklem yüzü bulunan iki uçtan oluşurlar. Uzun kemiklerin gövde kısmına diafiz , uç kısımlarına ise epifiz denilir. Gelişmekte olan bir kemiğin epifizleri tamamen kıkırdak yapısındadır. Epifizial kemikleşme süreci başladığında epifizler diafizden bir discus epifizale ile ayrılırlar. Diafizin discus epifizale ile komşu olan kısmı diğer kısımlarına göre daha genişçedir. Bu geniş kenar alanı gelişme çizgisini ve yeni oluşan kemiği içerir. Bu alana metafiz denilmektedir.

Uzun kemiklerin diafizi kompakt kemikten oluşan bir tüp yapısındadır. Bu ortada ki boşluk cavitas medullaris olarak isimlendirilir. Epifiz ve metafiz yapıları ise düzensiz aralarında anastomozlar yapan kemik çubuklar ve trabekulalardan yapılmıştır. Buna da spongiöz kemik denilir. Uzun kemiklerin yüzeyleri ise ince bir tabaka kompakt kemik ile kaplıdır. Eklem yüzleri genellikle hyalin kıkırdak ile kaplanmıştır. Kemiğin yüzeyini ise periost denilen bağ dokusu zarı örter. Periost bir dış fibröz tabaka ve içte bir osteojenik tabakadan meydana gelir.

#### KISA KEMİKLER :

Kalınlıkları, uzunlukları ve enleri birbirine yakın kemiklerdir. El ve ayak kemiklerinde çok sayıda bulunurlar.

#### YASSI KEMİKLER :

Dış ve iç iki kompakt tabaka ile bunun arasında spongiöz kemikten yapılmışlardır. Kostalar, sternum, skapula ve kafatası kemikleri bu gruba girer. Kemik iliği içerirler. Kafatası kemiklerinde ki spongiöz tabakaya özel olarak diploe denilir.

#### DÜZENSİZ KEMİKLER :

Yukarıda ki sınıflamalara girmeyen düzensiz şekilli kemiklerdir. Bazı kafatası kemikleri, vertebralar, os koksa bu gruba girer.

## SESAMOİD KEMİKLER:

El ve ayaklarda tendon veya eklem kapsülü içerisine gömülmüş kısa tip kemiklere sesamoid kemikler denilir.

## 2.4. İNSAN KEMİK FİZYOLOJİSİ VE HİSTOLOJİSİ

Kemik dokusu mezoderm kökenli olup matriksten zengin hücreden fakir bir dokudur ( 26 ). Kemikler yumuşak fibröz doku ve hücreler ile sert inorganik tuzlardan oluşur. Fibröz doku kemiğe elastiklik ve sağlamlık verirken tuzlar ise sertlik verirler. Bu tuzlar aynı zamanda radioopasiteye katkıda bulunurken x ışınlarını da geçirmezler. Kemik dokunun 1/3 kısmını organik maddeler 2/3 kısmını ise inorganik maddeler oluşturur. Kemiklerin fonksiyonları arasında ; vücudun sert iskeletini oluşturmak, kalsiyum, fosfor, magnezyum, sodyum, karbonat vb. minerallerin depolanmasını sağlamak ( 26 ), kan hücrelerinin yapımında görev alan kemik iliğini içermek, kasların yapışmasına olanak sağlamak, bazı organların dış etkilerden korunmasını sağlamak ( örneğin kranium kemiklerinin beyni koruduğu gibi ya da columna vertebralisin medulla spinalisi koruduğu gibi ) yer alır. Kemikler makroskopik olarak iki yapıdadır. Bunlardan bir tanesi spongiöz veya süngerimsi kemik yapısı iken bir diğeri ise kompakt veya sert kemik yapısıdır. Kemiğin hücre içeriğinde osteoprogenitör hücreler, osteoblastlar, osteositler, osteoklastlar ve kemik iliği elemanları yer alır.

Kemik iyileşmesini olumlu etkileyen faktörler arasında lokal faktörler ve sistemik faktörler mevcuttur. Lokal faktörler arasında geniş füzyon alanı, biomekanik stabilite, biomekanik yüklenme, lokal kemik iliği, elektrik uyarımı, lokal büyüme faktörleri ( IGF, PDGF...vs ) ve anjiogenik faktörler yer alırken sistemik faktörler arasında; insülin,GH, IGF, testosteron, östrojen, tiroksin, PTH, kalsitonin, A vitamini, D vitamini, anabolik steroidler vb. yer alır ( 27 )

## 2.5. İNSAN OMURGASININ EMBRİYOLOJİSİ

Embriyolojik dönemde zigottan öncelikle ektoderm, mezoderm ve endoderm tabakaları meydana gelir. İkinci haftanın başında oluşan bu tabakadan ektoderm deri ve sinir sistemini, mezoderm, iskelet-kas sistemini ve bağ dokusunu, endoderm ise sindirim sistemi, solunum sistemi ve genitoüriner sistemi oluşturur. Böylece spinal kordu ektoderm oluştururken çevre spinal kanalı ise mezoderm oluşturur. Üçüncü embriyolojik haftada ektoderm kalınlaşmaya başlayarak nöral tabakayı ( neural plate ) oluşturur. Bu SSS oluşumunda ki esas kaynaktır ( 9 ). Nöral tabakanın her iki yanında oluşmaya başlayan yükseklikler yani nöral katlantılar ( neural fold ) ortada bir çukur meydana getirir ki buna nöral oluk ( neural groove ) adı verilir. 3. haftanın sonunda sağ ve sol nöral katlantılar birbirleri ile kaynaşarak nöral tüpü ( tubus neuralis ) oluştururlar. Nöral tüpün lümeni canalis neuralis olarak adlandırılır ( 9 ). Nöral tüp oluşumu 4. embriyolojik haftanın ortalarında tamamlanır. Nöral oluk oluşurken yanlarda ki nöral katlantıların apikal kısmından ayrılan hücre topluluğu nöral tüpün dorsolateral bölgesine yerleşir ki bu bölgeye nöral crest denilir. Daha sonra burada ki hücreler farklılaşarak spinal ve kranial sinirlerin duyu ganglionlarını ve otonom sinir sistemi ganglionlarını oluştururlar. Bu sırada embriyolojik spinal kordun iç yan yüzeyinde oluşan yarık sulcus limitans olarak isimlendirilir. Bu erişkin spinal korda benzer şekilde ön kısımdan motor hücreler arka kısımdan da duyu hücreler gelişir. Primer nörolasyon; gestasyonun 16-24. günleri arasında meydana gelir, Nöral plak oluşumundan nöral tüp oluşumuna kadar ki dönemi içerir. Posterior nöropor 26. günde kapanır. Sekonder nörolasyon ise 32. günde tamamlanır. Spinal disrafizmlerde primer ve sekonder nörolasyon hatalarından meydana gelirler.

Kolumna vertebralisin embriyolojik gelişimi dört dönemde incelenir :

- 1-) Mezenşimal Dönem ( kıkırdak öncesi dönem ) : Embriyonik dönemin 4. haftasında kolumna vertebralis mezenşim hücrelerinin notokord etrafında yoğunlaşmasıyla oluşur.
- 2-) Kıkırdak dönem : Embriyonik dönemin 6. haftasında vertebralarda kıkırdaklaşma merkezleri başlar.

3-) Kemik dönem : Kemikleşme embriyonik dönemde başlar ve yaklaşık 25 yaşına kadar devam eder.

4-) Prenatal dönem : Başlangıçta sentrumun ventral ve dorsal primer iki kemikleşme merkezi vardır. Bu primer kemikleşme merkezleri birleşerek tek bir merkez meydana getirirler. Embriyonik dönemin sonunda ise üç primer kemikleşme merkezi meydana gelir. Bu merkezlerin biri sentrumda diğer ikisi arkus vertebralisin her bir yarımında yer alır. Arkus vertebralisin ki kemikleşme merkezleri 8. haftada belirginleşir. Doğumda her bir vertebra 3 kemik parçadan oluşur ve her bir parça kırıldak dokusu ile birbirine bağlanmıştır ( 26 ).

## 2.6. İNSAN OMURGASININ BİYOMEKANİĞİ

Biyomekanik, biyolojik sistemlerde kuvvet ve enerji etkileri ile uğraşan bir bilim dalıdır. Biyomekanik, biyolojik yapıların davranışlarını ve fonksiyonlarını tanımlamak için mekaniğin yasalarını kullanır ( 7 ). Lomber omurganın morfolojik yapısı , statik ve dinamik bölümler olarak iki gruba ayrılarak incelenebilir. Lomber omurganın statik yapısını ; vertebra , pediküller , faset eklem yüzleri , laminalar , spinöz çıkıntılar ve transvers çıkıntılar oluştururken dinamik yapıyı ise intervertebral disk dokusu , anterior longitudinal ligament ( ALL ) , posterior longitudinal ligament ( PLL ) , supraspinöz ligament , interspinöz ligament , ligamentum flavum , kapsüler ligament ve paravertebral adale dokusu oluşturur ( 15 ). Spinal stabilite ile ilgili her türlü tartışmada odak noktası hareketli segment veya fonksiyonel spinal birimdir. Bu odak noktasını oluşturan anatomik oluşumlar ise iki ardışık vertebra, arada ki intervertebral disk, ön ve arka longitudinal ligament, faset eklem ve kapsülü , ligamentum flavum ve interspinöz ligamanlardır. Bunlarla oluşturulan yapı spinal hareket segmenti olup instabiliteyi değerlendirmede yol gösterici olan en temel oluşumdur ( 18 ).

Araştırmacılar omurga biyomekaniği hakkında bilgi amaçlı fleksibilite testlerini, sentetik veya kadavra modellerle hasar yapan yük ve yorulma testlerini, fizik tabanlı modelleri, veya sonlu eleman modellerini kullanabilirler ( 26 ). Fleksibilite testi ile daha önceden belirlenen yük kadavranın herhangi bir omurga segmentine uygulanarak yer değiştirme kaydedilmektedir. Bu yöntemde kullanılan yük miktarı normalde omurgada herhangi bir hasar yapmayacak fizyolojik yük sınırındadır. Bu test yöntemi ile değişik fiksasyon ve rezeksiyon yöntemleri ile çeşitli travmaların omurganın hareketlerini ne kadar ve nasıl etkilediğini öğrenmek mümkündür. Hasar yapan yük testlerinde ; fizyolojik yük değerlerinin dışında omurgada hasara yapabilecek yükler ile yapılan testler bu konu içerisinde incelenmektedir. Yorulma testi ; implantların yorulmadan kaynaklanan hasarını incelemektedir. Fizik tabanlı modeller ise omurganın basit fonksiyonları ile ilgili hipotezler açıklanmak istendiğinde bilgisayarda yapılarak fizik makinelerinde çalıştırılabilirler. Sonlu eleman modelleri en sık kullanılan matematik modelleridir. Diğer yöntemlerle yapamadığımız bazı çalışmalarda kullanılırlar ( 26 ).



## 2.7. ENSTRÜMENTASYONDA KULLANILAN VİDA TİPLERİ

Başlıca 3 çeşit vida vardır. Bunlar :

- 1-) Pedikül vidaları
- 2-) Sakral vidalar
- 3-) Laminar vidalardır.

### PEDİKÜLER VİDALAR :

Arkusun cisme bağlandığı kısımlara pediculus arkus vertebra denilir ( 8 ). Pediküller posterior kolon ile orta kolonun bağlantısını sağlayan güçlü bir anatomik oluşumdur ve kemik yapıdadır. Pediküllerin içi spongioz kemik yapısında duvarları ise kortikal kemik yapısındadır ( 14 ). Pedikülün medial duvarı dura ve omurilik ile komşuyken kaudal duvarı ise radiks ile komşudur. Pedikülün iç yan ve alt yüzeyinde ki korteks kalınlığı , dış yan ve üst yüzünde ki korteks kalınlığından daha fazla olup pedikülün üst sınırı vertebranın üst son plağı hizasında son bulur. Pedikülün üst sınırı genellikle daha düz iken pedikülün alt sınırı ise daha konkav bir yapıdadır ( 15 ). Pedikül yüksekliği erişkinlerde genellikle 15 mm kadar olup pedikülün transvers planda ki kalınlığı ise L1 'de 8.6 mm, L5 'te ise 18.9 mm arasında değişmektedir ( 13 ).

Pediküler vidalar son derece güçlü bir stabilizasyon sağlarlar ve torakolomber omurgada ve son yıllarda da servikal omurgalarda sıkça kullanılmaktadırlar ( 16 ). Pediküler vidaların ilk jenerasyonunda açık ve kapalı vidalar bulunmaktaydı ve açık vidayı kapalı duruma getirmek için blokerler kullanılırdı. İkinci jenerasyon vidalar ise ( lale vidalar ) bu blokerelere sahip değildi ( 14 ). Vida çaplarının pediküllere uygun olması önemli bir faktör olup vida çapının büyük olması pedikülün fraktürüne ve dolayısıyla vidanın gevşemesine ve komşu dokularda yaralanmaya yol açabilir. Pedikül vidalarının seçiminde diğer önemli bir noktada vidanın uzunluğudur ( 16 ).

Pediküler vidaların kalınlıkları 5-6 mm arasında , uzunlukları ise 30-50 mm arasında değişmektedir. Çoğu pediküler vidalar spongioz yiv örneğine sahiptir. Genel olarak vidaların dış çapları 4,5 mm ile 7,5 mm arasında değişir. Vidanın uzunluğu ; vidanın uç kısmından vida başının kaidesine kadar olan mesafe ölçülerek söylenir ( 14 ). Pediküler vida uygulamaları vidanın omur cismine düz olarak ( Roy-Camille tekniği ) veya açılı olarak ( Magerl tekniği ) gönderilmesi şeklinde olabilir ( 13 ).

Transpediküler vidalamanın avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Avantajları arasında üç kolonu birden tespit ettiklerinden diğer spinal fiksasyon sistemlerinden biyomekanik olarak üstündürler. Normal spinal dizilimi sağlamada diğer sistemlere göre daha üstündürler. Laminektomi uygulanmış düzeylerde uygulanabilmeleri avantajdır. Pediküler vidalarla kısa segment fiksasyon ve füzyon mümkündür. Omurilik hasarı riski transpediküler vidalamada düşüktür ve rijit sakral fiksasyon ancak vidalarla sağlanabilir. Dezavantajları arasında ; Ön kolonda hasar olduğunda tek başına posterior kolonu taşıyamazlar, komşu düzeyde dejenerasyona neden olabilirler ve implantlar nedeniyle postoperatif görüntüleme teknikleri özellikle MRG'de artefakt verebilir (14 ).

#### SAKRAL VİDALAR :

Sakrum; transvers çıkıntısının olmaması, S1 pedikülünün vücuttaki en kalın pedikül olması ve anatomik şekli itibariyle torakal ve lomber bölgeden çok farklıdır.

#### TRANSLAMİNER VİDALAR :

Translaminar ve transfacet vida fiksasyonu terminal üç noktalı bükme güçlerine direnç göstermek için kullanılmıştır.

#### VİDALARIN ÖZELLİKLERİ :

Vidalar 5 ( beş ) bölüme ayrılarak incelenir. 1-) Baş kısmı 2-) Boyun kısmı 3-) Göbek kısmı 4-) Yiv ( Thread ) kısmı 5-) Uç kısmı

## 2.8. ENSTRÜMENTASYONUN KOMPLİKASYONLARI

Enstrümentasyon komplikasyonları içerisinde nörolojik komplikasyonlar, dura yaralanmaları, BOS fistülü gelişmesi, hematoma gelişmesi, enfeksiyon oluşması, tromboemboli meydana gelmesi, implantlara ait komplikasyonlar yer alır. İmplantlara ait komplikasyonlar arasında ise şunlar yer alır ; Tel ile ilgili komplikasyonlar ( telin gevşemesi, telin kopması gibi ), kanca ile ilgili komplikasyonlar ( kancanın çıkması gibi ), pediküler vida komplikasyonları ( vida malpozisyonu, vida sıyrması, vida-rod kırılması, vasküler hasar, pedikül-vertebra korpusu fraktürü ), kafesler ile ilgili komplikasyonlar ( kafesin çıkması, kafesin gömülmesi )'dir. Pediküler vida fiksasyonu ile rastlanan sorunlardan biride enstrümentasyonun çıkması veya vidanın kemik yüzeyinde gevşemesidir. Bu kendini vidanın dışarıya çıkması, kırılması, yuvası içerisinde oynaması , rot veya plağın kırılması ve pseudoartroz şeklinde kendini gösterir ( 14 ) . Bir vidanın sıyrmasını dişlerinin derinliği belirler. Diş derinliği az ise sıyrma daha sık olur ( 15 ) . Vidanın kırığa karşı dayanımı vida göbek çapının küpü ile orantılıdır. İnce vidalar genellikle kırılma eğilimindedir. Bu yüzden hastanın kilosu ve mevcut patolojiye göre vidaların çapı seçilmelidir (15 ).

### **3. MATERYAL VE METOD:**

Bu araştırma deneysel bir araştırma olup Karadeniz Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Mekanik Bilimler Anabilim Dalında gerçekleştirilmiştir. Bu deneyin çalışma safhaları T.C. Karadeniz Teknik Üniversitesi Etik Kurul Başkanlığınca incelenmiş ve 05.05.2011 tarihli, 2011/18 protokol numaralı, 354 sayılı karar numarası ile onaylanmıştır.



**şekil-1 : Plastik dübel ( 5 x 30 mm boyutunda 7 ( yedi ) adet yiv bulunan plastik dubel )**



**Şekil-2 : Balmumu ile desteklenmiş inek vertebraı**



**Şekil-3 : Balmumu ile desteklenmiş inek vertebraı**



**Şekil-4 : İnek vertebrasında transpediküler vidayı sabitlemek için kullanılan kemik cement ( İçerik : polimetilmetacrilate ve ticari ismi synchronic cranioplastie'dir. )**



**Şekil – 5 : Çalışmamızda kullanılan 4 x 40 mm boyutlarında üzerinde 8 ( sekiz ) yiv bulunan titanyum alaşımlı vida**

### 3.1 DENEY GRUPLARI :

Biz bu çalışmamızda 2 ( iki ) deney grubu belirledik ve her grupta da 7 ( yedi ) çalışma grubu belirledik.

1. Grup : 7 adet balmumu ile sabitlenmiş taze donmuş inek vertebraına dübel ile desteklenmiş titanyum alaşımlı transpediküler vida yerleştirimi yapılan grup

2. Grup : 7 adet balmumu ile destekli aynı taze donmuş inek vertebralarının karşı tarafına bone cement ile desteklenmiş titanyum alaşımlı transpediküler vida yerleştirimi yapılan grup

### 3.2. METOD :

Deneyimizde kullanılacak 7 ( yedi ) adet taze donmuş inek vertebraı kasaptan temin edildi. Kullanılacak olan 14 ( ondört ) adet vida 3,5 x 45 mm boyutlarında 8 ( sekiz ) yivli titanyum vidalardı. Vidaların üzerinde ki yiv aralıkları 4mm, yiv derinliği ise 1 mm idi ( Blackstone titanyum 6-aluminium 4-vanadium model ASTM-136 Thorakal Screw ). Kullandığımız plastik dubeller 3,3 x 45 mm boyutunda 7 ( yedi ) adet yiv bulunan ( Fisher Germany Art.- Nr 58106 ) dubellerdi. Mekanik çekme kuvveti uygulanacak makine ise İnstron 3382 marka makineydi. Biz bu çalışmamızda 2 ( iki ) deney grubu belirledik ve her grupta da 7 ( yedi ) çalışma grubu yaptık. İlk grupta 7 adet balmumu ile sabitlenmiş inek vertebraının önce sol pediküle drill ile yer yapılarak plastik dübeller yerleştirildi. Daha sonra titanyum alaşımlı uç kısmı kapalı transpediküler vida vidayı tutmakta kullanılan adaptörüne takılarak plastik dübel içerisine yerleştirimi yapıldı. İkinci grupta ise 7 adet balmumu ile destekli aynı inek vertebralarının karşı tarafına yani sağ tarafına drill ile yer yapılarak bone cement yerleşirildi ve hemen ardından titanyum alaşımlı uç kısmı kapalı transpediküler vida vidayı tutmakta kullanılan adaptörüne takılarak bone cement ile doldurulmuş alana yerleştirildi. Çalışma grupları tek tek numaralandırıldı. Burada kullanılan bone cement ise içeriği polimetilmetacrilate ve ticari ismi syncem cranioplastie olan materyaldir. Daha sonra bu gruplar X-ray ile görüntülendi. Bu gruplar daha sonra mekanik çekme kuvveti

uygulanmak üzere mekanik çekme kuvveti uygulayacak alete ( Instron 3382 ) yerleştirildi. Bu makinede bir yönde çekme kuvveti uygulandı ve kuvvet 10 nt / sn oranında arttırılarak uygulandı. Çekme kuvveti uygulandıktan sonra bu sistemlerde bozulmanın ( kırılmanın ) yaşandığı kuvvetler kaydedildi. Daha sonra bu gruplar istatistiksel olarak Independent Samples Test yöntemi ile hesaplanarak sistemlerin dayanıklılığı birbirleri ile karşılaştırıldı.



**Şekil-6 : İnek vertebraasında dübel ile desteklenmiş transpediküler vida**

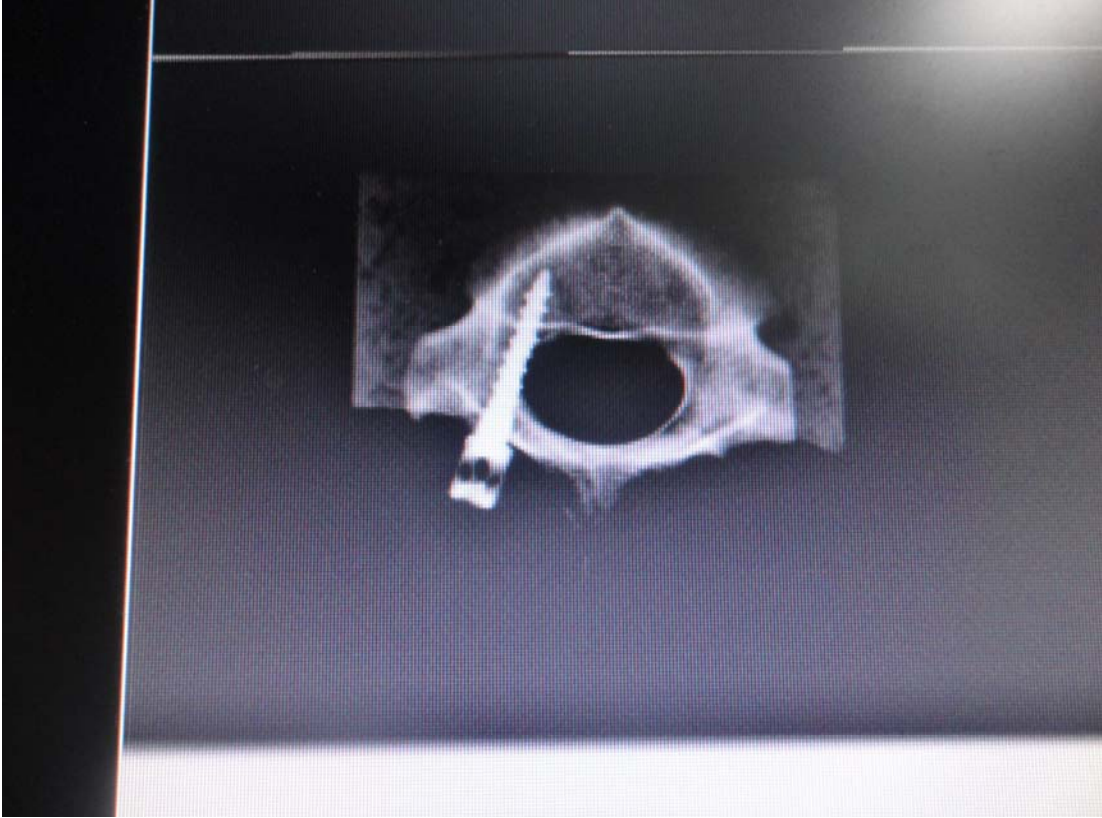




**Şekil-7: İnek vertebraında kemik cement ile desteklenmiş transpediküler vida**



**Şekil 8 : Taze donmuş inek vertebraı üzerinde bone cement ve dübel yerleştirilmiş model**



**Şekil – 9 : Kullanılan vidaların transpedinküler vidaların X-ray görüntüleme de görüntülenmesi**



**Şekil - 10 : İnek vertebrasında dübel veya kemek cement ile desteklenmiş transpediküler vidaya mekanik çekme kuvveti uygulanacak alet ( Instron 3382 )**

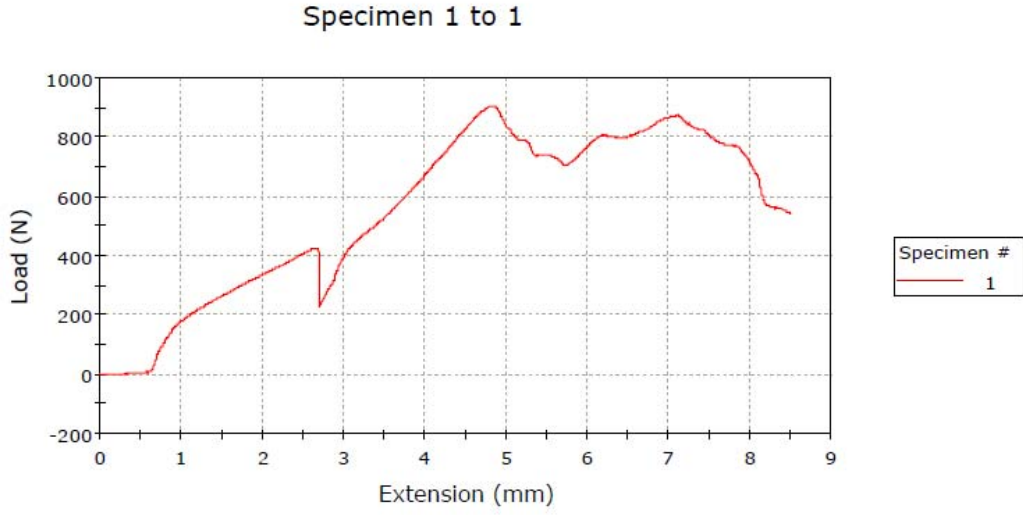


**Şekil - 11 : Instron-382 çekme kuvvet uygulayacak alete bağlanmış model. Makinenin distal kolu sabit kalarak proksimal kuvvet kolundan çekme kuvveti uygulanmıştır.**

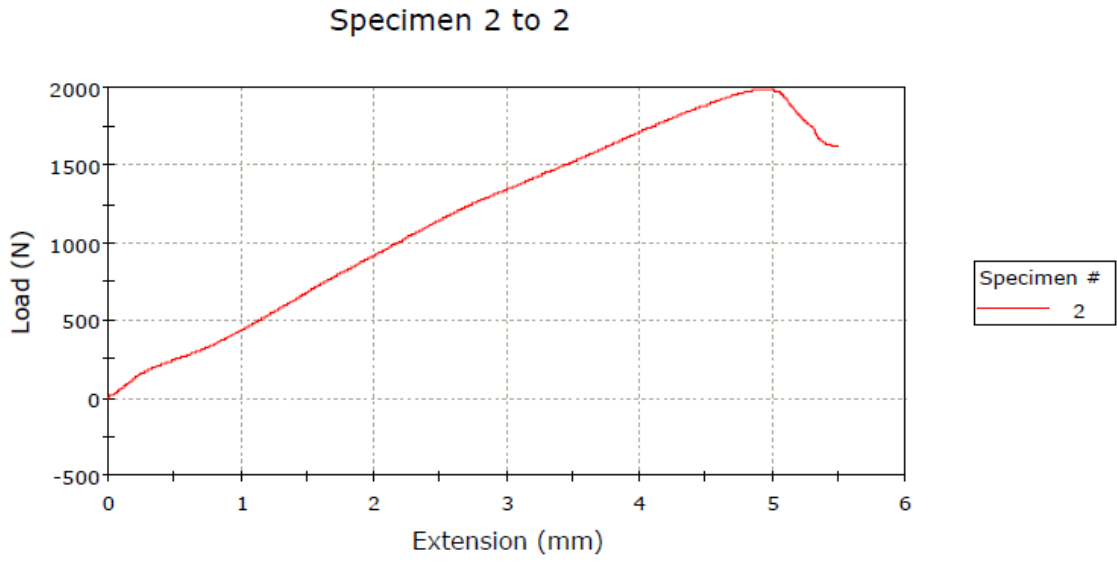


**Şekil – 12: Makineye bağlantısı yapılmış olan modelin ağırlık merkezi hesaplaması yapılmış olup kuvvet kolları aynı doğru üzerine getirilmiştir.**

**BULGULAR :**

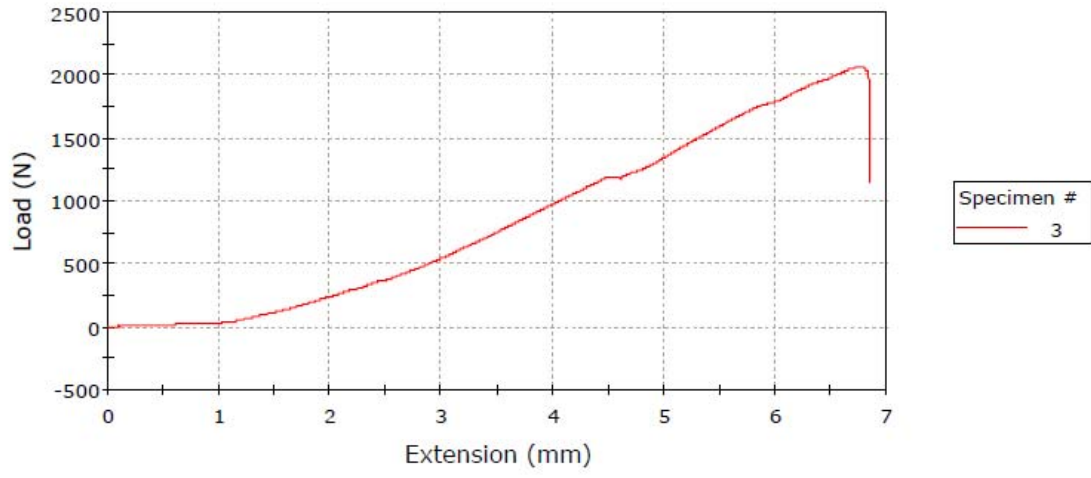


**Tablo – 1 : Dübel ile desteklenmiş 1. spesmen**



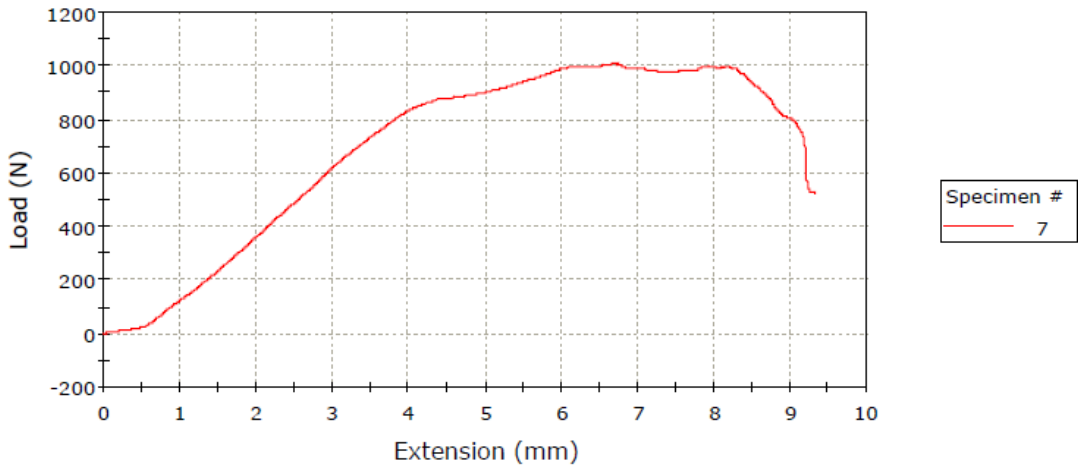
**Tablo – 2 : Dübel ile desteklenmiş 2. spesmen**

### Specimen 3 to 3



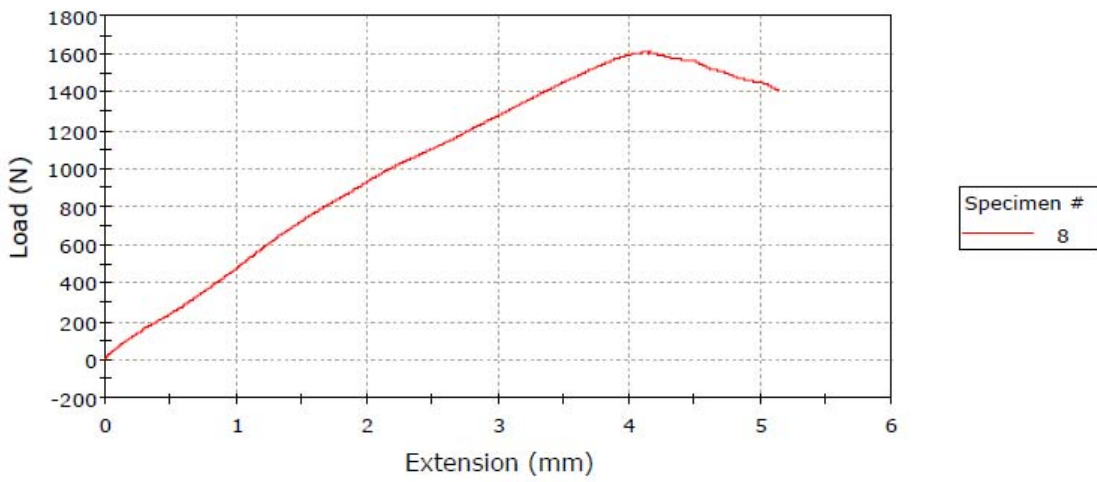
**Tablo – 3 : Dübel ile desteklenmiş 3. spesmen**

Specimen 7 to 7



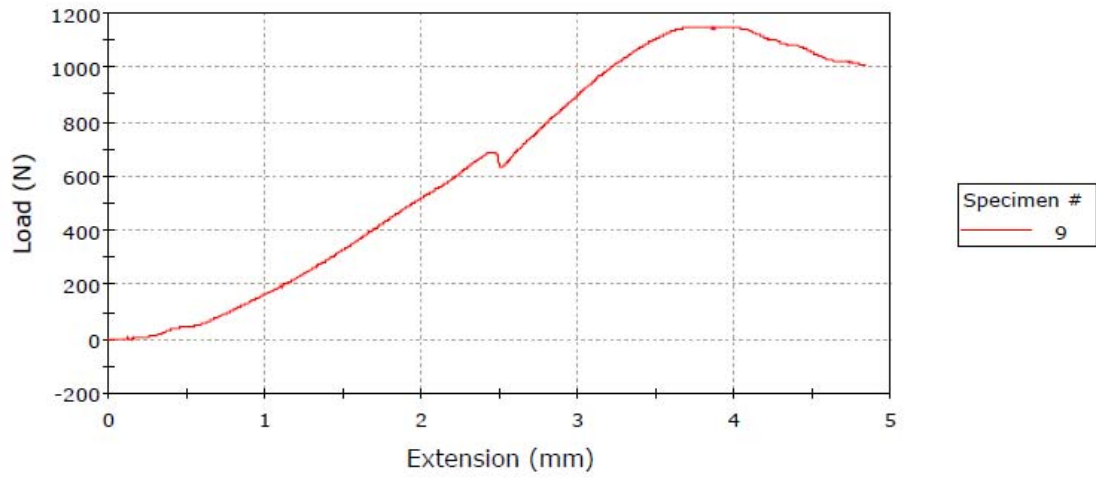
Tablo – 4 : Dübel ile desteklenmiş 4. spesmen

Specimen 8 to 8



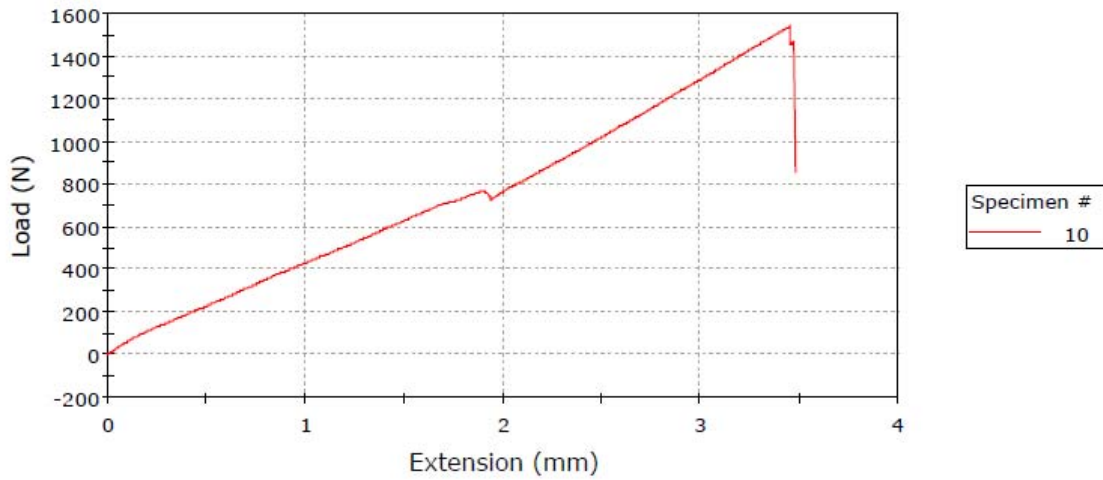
Tablo – 5 : Dübel ile desteklenmiş 5. spesmen

Specimen 9 to 9



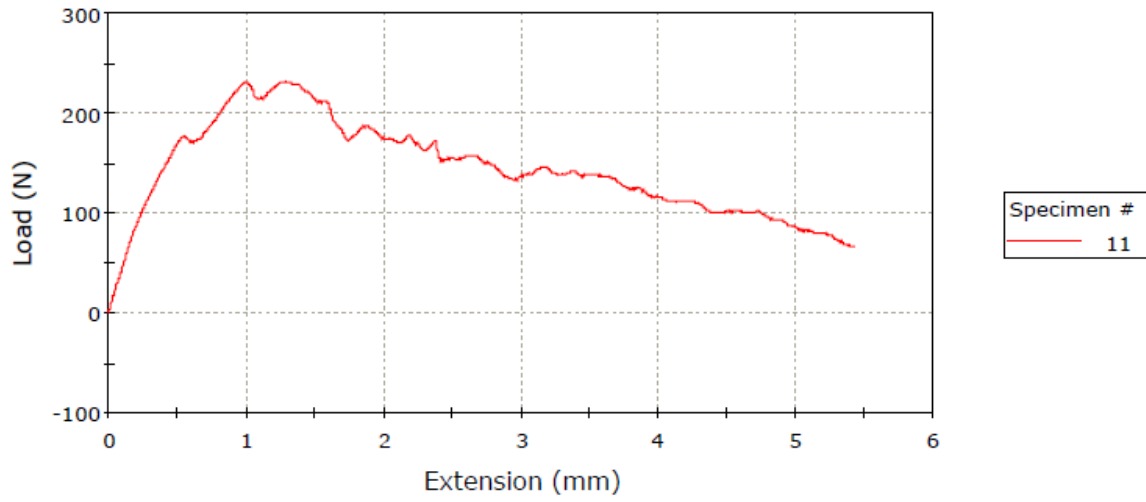
Tablo – 6 : Dübel ile desteklenmiş 6. spesmen

Specimen 10 to 10



Tablo – 7 : Dübel ile desteklenmiş 7. spesmen

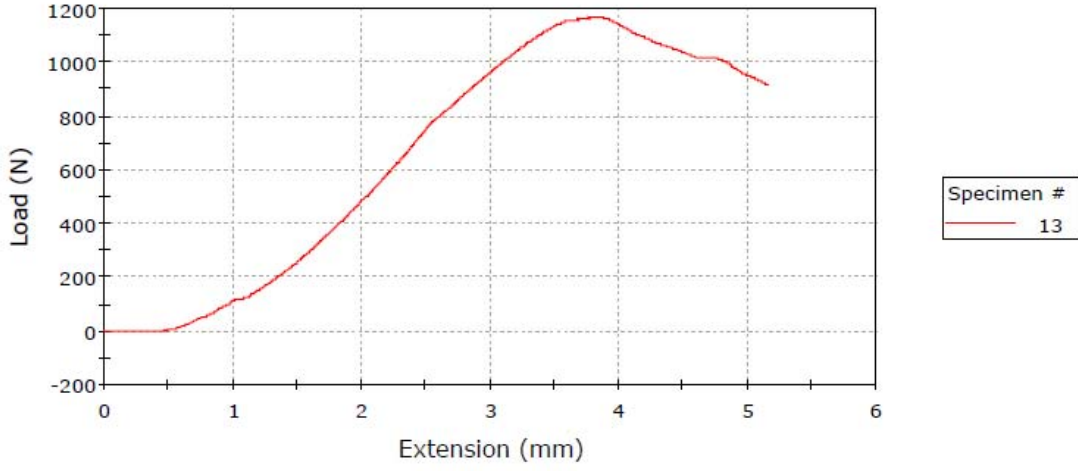
Specimen 11 to 11



Tablo – 8 : Bone cement ile desteklenmiş 1. spesmen

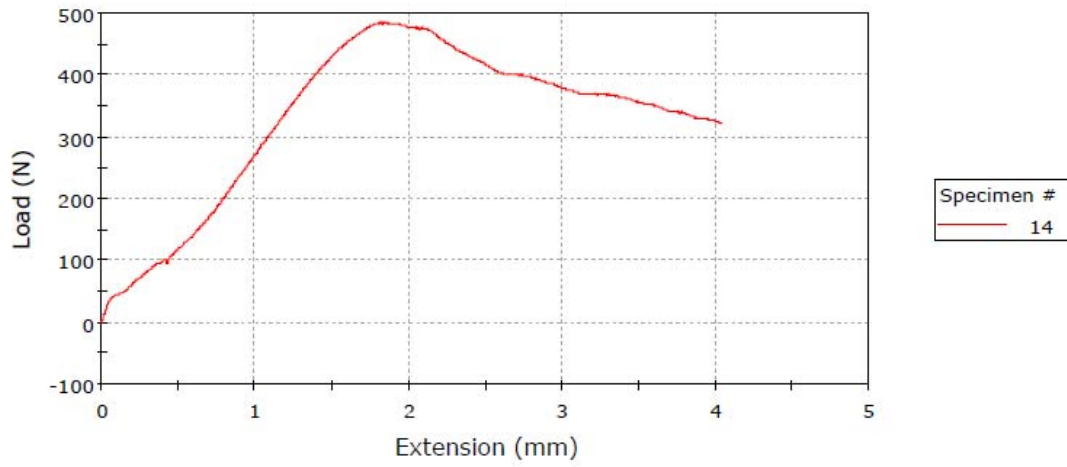


Specimen 13 to 13



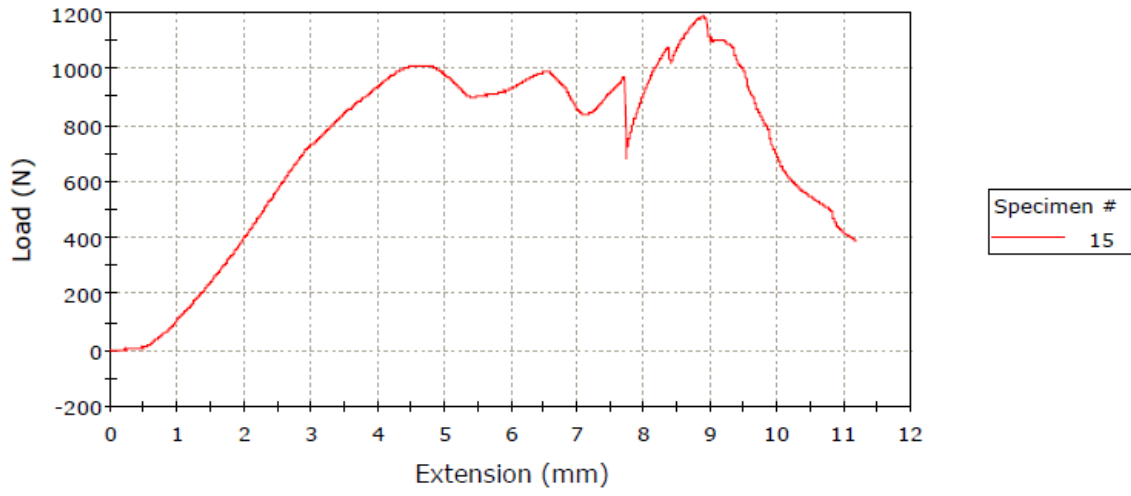
Tablo – 9 : Bone cement ile desteklenmiş 2. spesmen

Specimen 14 to 14



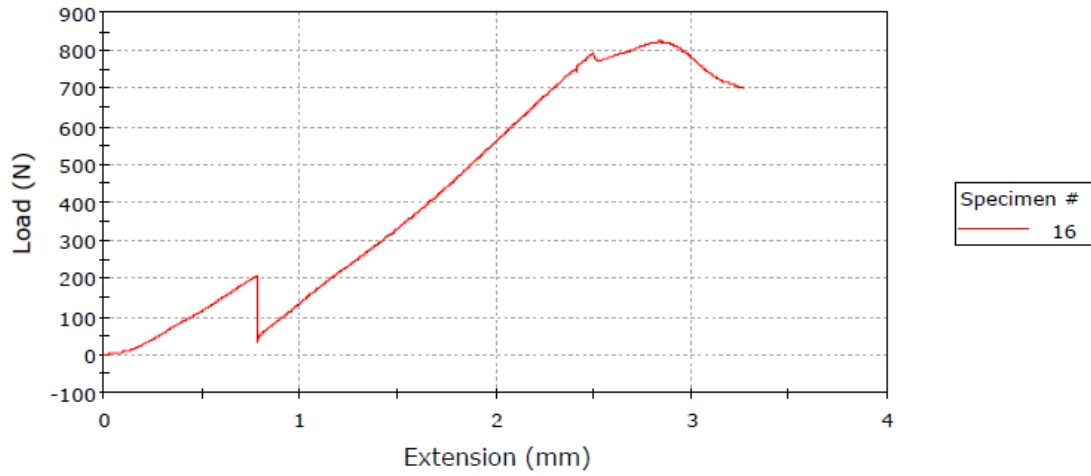
Tablo – 10 : Bone cement ile desteklenmiş 3. spesmen

Specimen 15 to 15



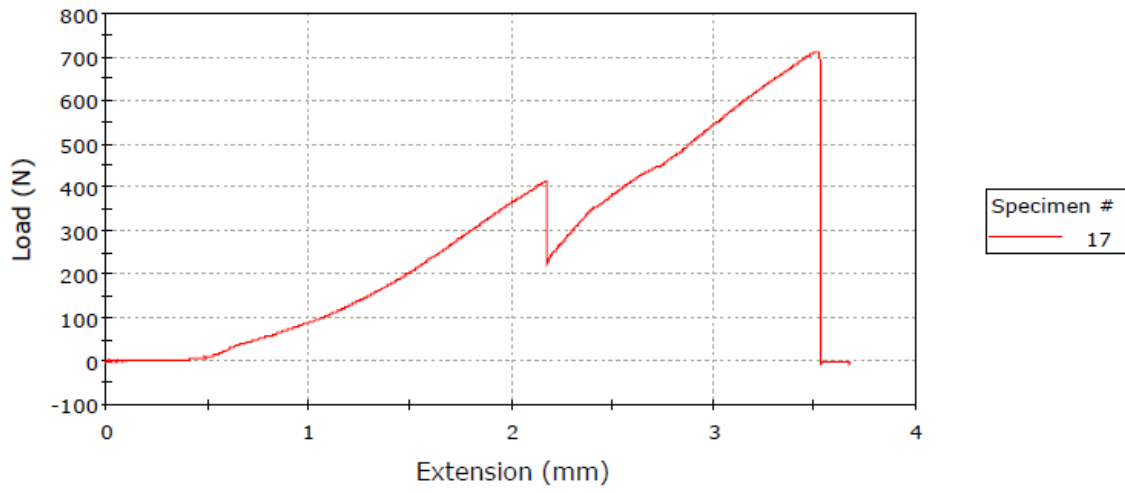
Tablo – 11 : Bone cement ile desteklenmiş 4. spesmen

Specimen 16 to 16



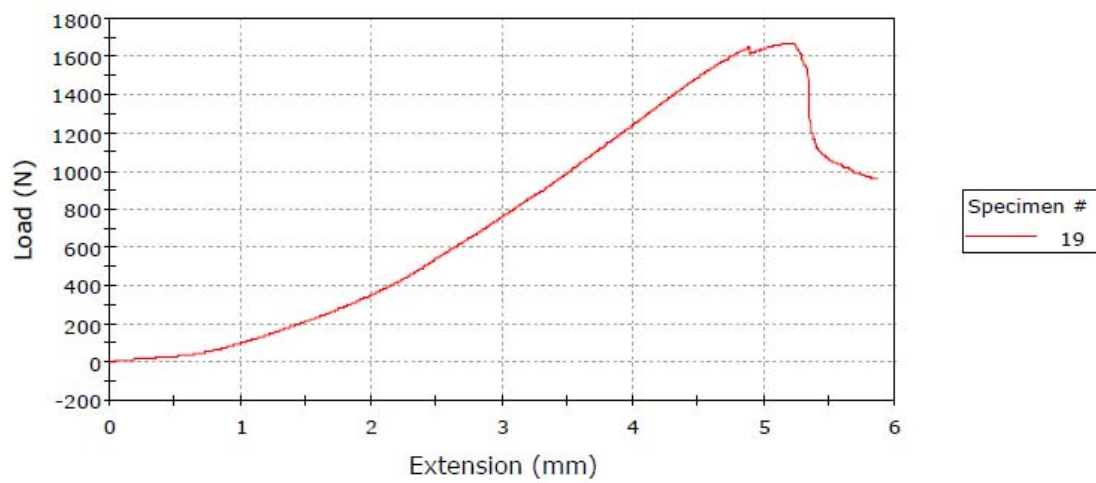
Tablo – 12 : Bone cement ile desteklenmiş 5. spesmen

Specimen 17 to 17



Tablo – 13 : Bone cement ile desteklenmiş 6. spesmen

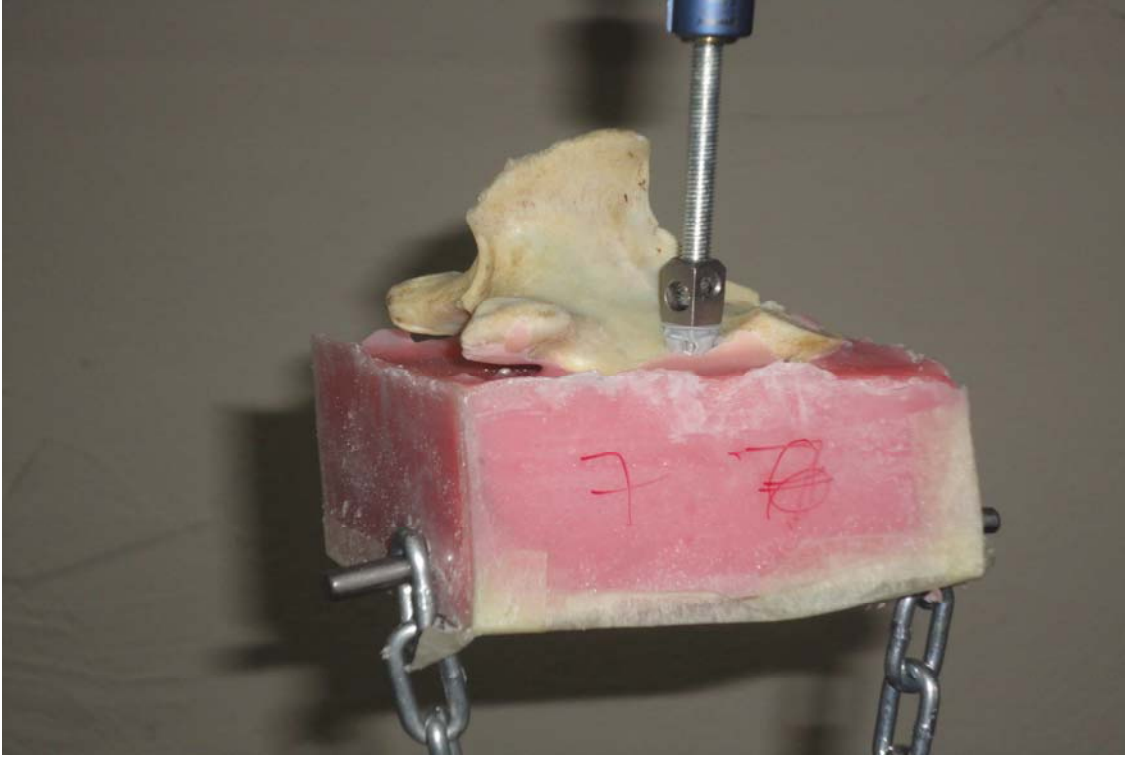
Specimen 19 to 19



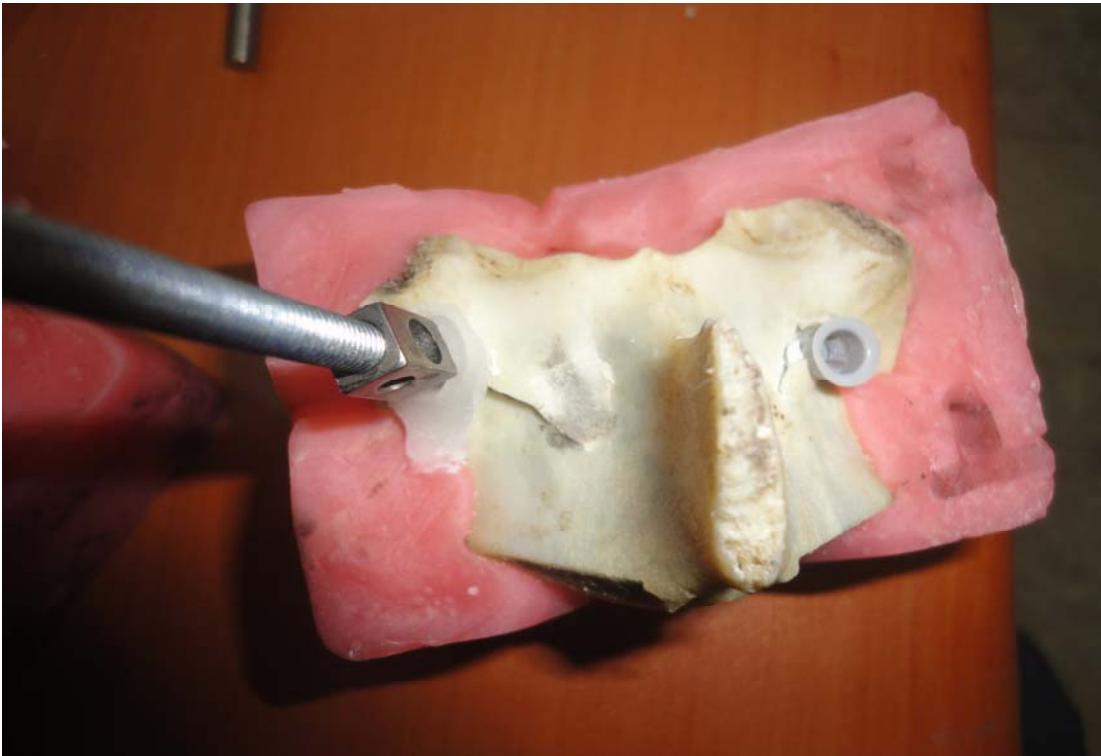
Tablo – 14 : Bone cement ile desteklenmiş 7. spesmen

Spesmen	Uygulanan gerilim kuvveti ( N )	Genişleme
1. Dübel ile desteklenmiş vida	904.75027	8.52682
2. Dübel ile desteklenmiş vida	1983.00593	5.50649
3. Dübel ile desteklenmiş vida	2062.83797	6.85325
4. Dübel ile desteklenmiş vida	1007.70732	9.33182
5. Dübel ile desteklenmiş vida	1601.25103	5.14650
6. Dübel ile desteklenmiş vida	114570186	4.85341
7. Dübel ile desteklenmiş vida	1506.98554	3.48011
1. Bone cement ile desteklenmiş vida	919.35294	11.20545
2. Bone cement ile desteklenmiş vida	138.86141	5.43014
3. Bone cement ile desteklenmiş vida	821.52598	3.27066
4. Bone cement ile desteklenmiş vida	1158.20551	5.16665
5. Bone cement ile desteklenmiş vida	369.36209	4.04841
6. Bone cement ile desteklenmiş vida	694.85134	3.67670
7. Bone cement ile desteklenmiş vida	1669.28992	5.86989

**Tablo - 15 : Çekme kuvveti uygulandıktan sonra bozulmanın yaşandığı (kırılma yada sıyrılmının ) kuvvet değerleri ve genişleme değerleri**



**Şekil – 14 : Çekme kuvveti uygulanırken pedikül yerinden dübelin yerinden çıkması görülmektedir.**



**Şekil – 15 : Çekme kuvveti uygulandıktan sonra vertebra örnekleri ( cement ile desteklenen transpediküler vidada çekme kuvveti uygulandıktan sonra pedikülde ki kırık izlenmektedir, dübel ile desteklenen bölümde ise dübelin pedikül giriş yerinden çıkması ve pedikülde kırık izlenmektedir. )**

## **İSTATİSTİK SONUÇLARI :**

Bulgular Independent Samples test kullanılarak istatistiksel olarak karşılaştırıldı. İstatistiksel olarak sement ile desteklenmiş transpedinküler vida ile dübel ile desteklenmiş transpedinküler vida arasında p değeri 0,588 olarak tespit edilmiştir ve istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır.

## 5. TARTIŞMA

Transpediküler vida uygulaması omurga cerrahisinde oldukça yaygın kullanılan bir tekniktir (10). Pediküler vida uygulamaları ile her üç kolonuda stabilize ederler. Vidalar kaldıraç kollarını oluştururlar, redüksiyon manevralarını yapabilmeye olanak verirler ve lordozun devam etmesine izin verirler (12). Araştırmacılar omurga biyomekaniği hakkında bilgi amaçlı fleksibilite testlerini, sentetik veya kadavra modellerle hasar yapan yük ve yorulma testlerini, fizik tabanlı modelleri, veya sonlu eleman modellerini kullanabilirler (26). Biz bu çalışmamızda taze donmuş inek vertebraı kullandık. En iyi spinal modeller adolesan veya genç erişkinlerin kadavralardan alınan vertebralardan alınmasına rağmen temini güçtür. Aynı zamanda biyolojik farklılıklarından dolayı kemik mineral dansitesinin ölçümü gereklidir. Bu nedenle değişik spinal modeller kullanılmıştır (örneğin sığır, koyun, tavşan omurgaları veya plastik modeller gibi) (11). Hayvan omurgası modellerinde daha çok dana ve koyun omurga modelleri seçilmekte olup yapılan bazı çalışmalarda dana omurgasının biyomekanik özelliklerinin insan omurgası ile benzerlik gösterdiği belirtilmiştir (21). Bunlardan dana omurgası şekil ve kemik materyali açısından insan omurgasının en iyi alternatifi olup lomber ve torakal pediküller insan ile benzer büyüklüktedir (11) Ayrıca dana vertebraları genç insanlardakine benzer eşdeğer mineral dansiteye sahiptir (4). Dana omurgasının kolay bulunabilir olması ayrıca bir avantajdır.

Transpediküler vidaların kemiğe tutunma özellikleri ile ilgili faktörler içerisinde ; uygulama yeri, uygulanacak yerin hazırlanması, uygulama kuvveti, uygulama derinliği, vidanın çapı, vidanın anatomik yapısı ( vida dışının derinliği, vida dış yaygınlığı, vida adımı, vida ucunun şekli vb. ) , kemik dokusunun kaybı, pedikülün yapısal özellikleri, kemik mineral dansitesi sıralanabilir (4). Biz bu çalışmamızda dübel ile destekli vidalarla kemik cement ile destekli vidaları karşılaştırdık. Yapılan bazı çalışmalarda (20) osteoporotik vertebralarda dübel ile desteklenmiş transpediküler vida ile aynı boyuttaki transpediküler vida karşılaştırılmış ve dübel ile desteklenmiş vida ile daha üstün bulunmuştur.

Cement uygulamasının da önemli komplikasyonlarının mevcut olabileceği unutulmamalıdır. Zindrick ve arkadaşları ; basınç altında uygulanan kemik çimentosunun sıyırma kuvvetlerini iki kat arttırdığını, Şar ve arkadaşları ise sıyrılan vida yerine daha büyük

aplı vida uygulamasının cement kullanımından daha üstün olduğunu belirtmişlerdir ( 4 ).Ayrıca vertebra korpuslarına girilerek enjekte edilen bone cementin taşarak epidural mesafeye kaçması ve nöral komplikasyonlara neden olması, verilen cementin büyük damarlarda emboliler oluşturarak paraparezi, parapleji veya ciddi pulmoner problemlere yol açtığı bildirilmiştir ( 26 ).

Bizim bu çalışmamızda ki dezavantajlardan biri de dbellerin plastik maddeden yapılış olması ve biouyumluluğunun olmamasıdır. Günümüzde PEEK ( polietheretherketon ) ile yapılan dübel patent almıştır. Bu çalışmanın önemli sonuçlarından birisi de daha önce yapılan çalışmalarda dikkate alındığında ( 20 ) dübel ile yapılacak stabilizasyon uygulamalarına olanak vermesidir.



## 6. SONUÇ

Biz bu çalışmamızda dübel ile desteklenmiş transpedinküler vida kullanımı ile bone cement ile desteklenmiş transpedinküler vida kullanımını karşılaştırdık. Sonuç olarak sement ile desteklenmiş transpedinküler vida ile dübel ile desteklenmiş transpedinküler vida arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamadı.

## 7. TÜRKÇE ÖZET

Biz bu çalışmamızda dübel ile desteklenmiş transpedinküler vida kullanımı ile bone cement ile desteklenmiş transpedinküler vida kullanımını karşılaştırmayı ve etkinliklerini ölçmeyi amaçladık. Bu amaçla iki grup oluşturduk. İki grupta da 7 (yedi ) adet taze donmuş inek vertebraşı kullandık. İnek vertebralarının sol tarafına dübel ile desteklenmiş transpediküler vida ve sağ tarafına ise bone cement ile desteklenmiş transpediküler vida yerleştirildi. Bu gruplara daha sonra mekanik çekme kuvveti uygulandı ve kırılmanın yaşandığı kuvvetler kaydedildi. İstatistiksel olarak iki grubun etkinliği karşılaştırıldı. Dübel ile desteklenmiş transpediküler vida kullanımı ile bone cement ile desteklenmiş transpediküler vida kullanımı arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamadı.

Anahtar Kelimeler : Transpediküler vida, Kemik cement, Dübel, İnek vertebraşı

## 8. İNGİLİZCE ÖZET

In this study we evaluated ; compare and activities supported transpedicular screw with dowel and supported transpedicular screw with bone cement . For this purpose we have created two groups. We used in the two group seven fresh frozen cow vertebrae. Left side of cow vertebrae placed supported transpedicular screw with dowel and right side of cow vertebrae placed supported transpedicular screw. These groups later applied mechanical pulling force and saved fractures moments. Statistical compared two groups activities. Statistical supported transpedicular screw with dowel and supported transpedicular screw with bone cement between was not difference.

Key Words : Transpedicular screw, Bone cement, Dowel, Cow vertebrae

## 9. KAYNAKLAR:

1. Kepoğlu Ü, Adilay U, Tuğcu B, Eseoğlu M, Bilgiç S. : Lomber spondilolistezis tedavisinde posterior transpedinküler vida fiksasyon ve posterolateral füzyon uygulamaları, Düşünen adam. 17(4) :209-213, 2004.
2. Tezeren G, Tükenmez M : Omurga cerrahisinin komplikasyonları , Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi. 26(1) : 43-47 , 2004.
3. Türkiye Klinikleri Cerrahi Tıp Bilimleri Nöroşirurji Spinal Cerrahi Özel Sayısı Cilt/Vol : 2, Sayı/no : 51 , 2006 s : 68-75
4. Esenkaya İ, Olcay E, Gülmez T, Vehid H : Uç kısmı açılabilir (dübel tipi) pediküler vidaların sıyırma kuvvetlerinin biyomekanik olarak değerlendirilmesi, Acta Orthop traumatol 2000; 34: 396-402
5. Şenol E : Posterior lomber stabilizasyon ve füzyon operasyonu uygulanan hastalarda postoperatif dönemde komşu segmentte dejenerasyon ve instabilitenin araştırılması, Uzmanlık tezi. Bakırköy Ruh ve Sinir Hastalıkları Hastanesi 1. Nöroşirurji Kliniği, İstanbul 2005
6. Kara M : Spondilolisteziste enstrümantasyon-füzyonun tedavide etkinliği, Uzmanlık tezi. Haydarpaşa Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi Nöroşirurji , İstanbul 2005
7. Spinal Biyomekaniğin Temelleri,Türk Nöroşirurji derneği, Spinal cerrahi grubu yayınları, Editör : Doç.Dr. Sait Naderi, Meta Basım, Ağustos 2003, Bornova-İzmir
8. Prof.Dr. F.Dere, Anatomi ders kitabı ,3. baskı ,Genel Dağıtım ŞTİ. , Adana, 1994
9. Prof.Dr.M.Yıldırım, Temel Nöroanatomi, 1.baskı, Nobel matbaacılık, İstanbul, Eylül 2000
- 10-) Ökten A.İ., Ergüven M., Ergün R., Bilal S., Özdal M. : Torakolomber travmalarda spinal enstrümantasyon, Turkish Journal of Trauma & Emergency Surgery. Volüm 5 Sayı 1,

11-) Şar C., Kocaoğlu M., Kılıçoğlu Ö., Domaniç Ö., Hamzaoğlu A., Üçışık H. : Transpediküler vida uygulamalarında ki farklı tekniklerin sıyırma kuvvet üzerine etkisi. Acta Orthop Traumatol Turc. 30, 175-178, 1996

12-) Esenyel Z.C., Olcay E., Merih E., Yeşiltepe R., Gülmez T., Kara N.A. : Korpektomi yapılan vertebra modellerinde korpektomi yapılmış vertebranın transpediküler fiksasyonunun stabiliteye etkisi, biyomekanik çalışma, Acta Orthop Traumatol Turc. 2000; 34: 183-189

13-) Lomber Dejeneratif Disk Hastalığı . Editör : Prof.Dr. R.Kemal Koç Türk Nöroşirurji Derneği Spinal ve Periferik Sinir Cerrahisi Grubu yayınları, Ankara 2008, No : 8 , 27.10.2008

14-) Temel Nöroşirurji Kitabı, Türk Nöroşirurji Derneği Yayınları No : 10 , Ankara 2010, s : 1357 – 1373

15-) Omurga Cerrahisinde Komplikasyon ve Revizyon , Türk Nöroşirurji Derneği Spinal ve Periferik Sinir Cerrahisi Öğretim ve Eğitim Grubu yayınları No : 10 , Ankara 25.10.2010

16- ) Birgili B: Servikal vertebra pediküllerinin cerrahi anatomisi , Bir kadavra çalışması , Uzmanlık Tezi , T.C. Trakya Üniversitesi Nöroşirurji A.B.D. , Edirne , 2007

17-) Us A.K. : Torakolumbar vertebra kırıklarının cerrahi tedavisinde AO internal fiksator uygulamalarımız, Uzmanlık Tezi, T.C. A.Ü. Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji A.B.D. Ankara 1990 .

18-) Doç.Dr. Sait Naderi , Spinal Biyomekaniğin temelleri , Türk Nöroşirurji Derneği , Spinal Cerrahi Grubu Yayınları. Ağustos 2013

19-) Prof.Dr. Murat Hancı , Doç.Dr. Sedat Çağlı , Omurga ve Omurilik Yaralanmaları , Türk Nöroşirurji Derneği Spinal ve Periferik Sinir Cerrahisi Grubu Yayınları. No : 6 Ankara 2007

20-) Eyüboğlu E.E. : Osteoporotik omurgada dubel ve transpediküler vida kullanımının stabilite üzerine etkileri, Uzmanlık Tezi. KTÜ Tıp Fakültesi Beyin ve Sinir Cerrahisi A.B.D., Trabzon .....

21-) Devseren İ.E. : Dana omurgası modelinde farklı enstrümantasyon tekniklerinin ön kolon aksiyel yüklenmesine etkileri ( Biyomekanik Çalışma ), Uzmanlık tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji A.B.D.

22-) Eroğlu M. : Enstrümantasyonlu ve Enstrümantasyonsuz omurga cerrahisi uygulamalarında oluşan füzyonun radyolojik ve histolojik olarak karşılaştırılması. Uzmanlık Tezi , Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji A.B.D., Ankara 2009.

23-) Özer D., : Farklı kolumna vertebralis bölgelerinde ki stabilizasyon eğitimlerinin üst ve alt ekstremitte fonksiyonlarına ve dengeye etkileri, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Ankara 2009.

24-) BaaJ A.A, Mummaneni P.V, Uribe J.S., Vaccaro A.R., Greenberg M.S., Handbook of Spine Surgery , .....

25-) Greenberg M.S., Handbook of neurosurgery, 2006, New York, United States of America

26-) Prof.Dr. Mehmet Zileli , Prof.Dr. Ali Fahir Özer . Omurilik ve Omurga Cerrahisi , İntertıp Yayınevi , Ankara 2014 .

27-) Muschler GF, Lane JM, Dawsan EG. : The Biology of Spinal Fusion ; Cotler JM, Cotier HB ( eds ). Spinal fusion. New York: Springer – Verlag , 1990, pp 9-21