



# Şişebilen İntramedüller Çivi ile Tedavi Sonrası Oluşan Bir Kaynamama Olgusu. Literatürün Sistemik Gözden Geçirilmesi ve Olgu Sunumu

Report of a Humeral Non-Union that Occurred After Inflatable Nail Fixation. A Systematic Review of the Literature and Case Presentation

Kemal GÖKKUŞ<sup>1</sup>, Ergin SAĞTAŞ<sup>2</sup>, Erkan DEMİRCİ<sup>2</sup>, Murat SAYLIK<sup>3</sup>, Pelin DELİAĞA<sup>4</sup>, Ahmet Turan AYDIN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Antalya Memorial Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Bölümü, Antalya, Türkiye

<sup>2</sup>Antalya Memorial Hastanesi, Radyoloji Bölümü, Antalya, Türkiye

<sup>3</sup>Bahar Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Bölümü, Bursa, Türkiye

<sup>4</sup>Antalya Memorial Hastanesi, Anestezi ve Reanimasyon Bölümü, Antalya, Türkiye

Yazışma Adresi

Correspondence Address

**Kemal GÖKKUŞ**

Antalya Memorial Hastanesi,  
Ortopedi ve Travmatoloji Bölümü,  
Antalya, Türkiye

E-posta: kgokkus@gmail.com

## ÖZ

Humerus diafiz kırıklarının cerrahi tedavisinde halen altın standart plaklı osteosentezdir, ancak intramedüller şişebilen çivilemenin geliştirilmesi skopi kontrolündeki anterotasyon distal vida konulmasının teknik zorluğunu ortadan kaldırabildiği için cerrahlar tarafından tercih edilir olmuştur. Bu makalede humeral diafiz kırığı nedeni ile şişebilen intramedüller çivi ile opere edilmiş bir didaktik olgunun sunulması ve literatürün gözden geçirilip elde edilen bulguları ve bu olgunun bize verdiği klinik dersi okuyucuyla paylaşmayı hedefledik.

**Anahtar Sözcükler:** Humerus diafiz kırığı, Şişebilen intramedüller çivi, Kaynamama, Uzun kemik kırığı, İntramedüller çivi

## ABSTRACT

Dynamic compression plate with screw osteosynthesis is still the gold standard for the surgical approach to humeral diaphysis fractures. However, inflatable intramedullary nails are now preferred by surgeons as they offer the technical advantage of not using a distal locking bolt. The aim of this study was to present a didactic case of humeral non-union that occurred after inflatable nail fixation and to share the implications of this case with a systematic review of the literature regarding inflatable intramedullary choices for humeral diaphysis fracture.

**Key Words:** Humeral diaphysis fracture, Inflatable nail, Non-union, Long bone fracture, Intramedullary nail

Geliş tarihi \ Received : 13.05.2015

Kabul tarihi \ Accepted : 02.09.2015

## GİRİŞ

Basit humerus diafiz kırıklarında, kırık redüksiyonu asıcı kol alçısı veya sarmiento breys ile sağlanabiliyorsa, konservatif tedavi yöntemleri cesaretlendirici sonuçlar vermektedir(1-4).

Ancak nörovasküler hasar var ise, hastada politravma mevcut ise, belirgin yumuşak doku kaybı ile oluşan açık kırıklarda, yelken dirsek olgularında (humeral gövde kırığının ön kol kırığı ile birlikteliğinde), patolojik kırıkta, konservatif tedavinin başarısız olduğu olgularda, sarmiento breyse veya alçılı tedaviye uyum sağlayamayan olgularda (mental sorunlu hastalar) cerrahi endikasyon mevcuttur.

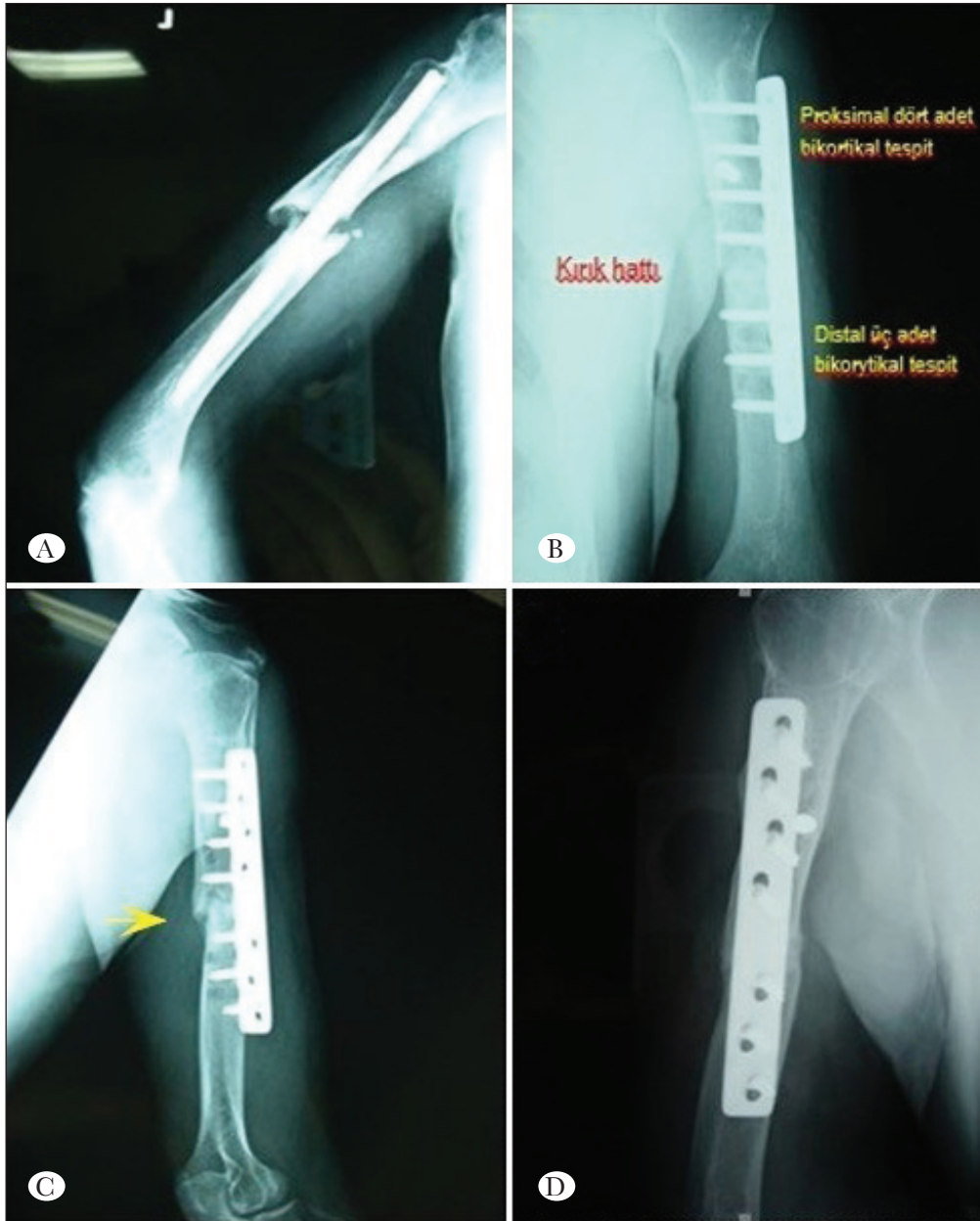
DOI: 10.17954/amj.2016.48

Humerus diafiz kırıklarının cerrahi tedavisinde halen altın standart plaklı osteosentezdir. Şişebilen intramedüller çiviler klasik kilitli intramedüller çiviye oranla operasyon zamanını düşürmesi, distal kilit vidasının radial siniri hasarı yaratma riskini ortadan kaldırması nedeniyle, humerus diafiz kırıklarının cerrahi tedavisinde tercih edilmektedirler. Biz bu makalede humeral diafiz kırığı nedeni ile şişebilen intramedüller çivi ile opere edilmiş bir didaktik olgunun sunulması, mevcut literatürde bu tedavi yönteminin irdelenmesi ve bu olgunun bize verdiği klinik dersi okuyucularla paylaşmayı hedefledik.

## OLGU

55 yaşında, erkek hasta, 2 yıl önce ağaçtan düşme nedeniyle başka bir merkeze başvuruyor. Bu merkezde yapılan tetkik ve muayene sonrası radial sinirin sağlam olduğu

humerus diafiz kırığı tanısı alıyor ve bu merkezde şişebilen intramedüller çivi ile tedavi ediliyor. 2 yıl sonra hasta humerus diafiz kaynamaması ile kliniğimize başvurdu. Hastanın preoperatif hazırlıkları tamamlandıktan sonra, şezlong pozisyonunda, sefazol profilaksisinde öncelikle proksimal apolet insizyonla intramedüller çivi kolaylıkla çıkarıldı, ardından anterolateral yaklaşımla ve radial sinir ayrıştırılıp korunarak, kırık hattına ulaşıldı ve hipertrofik kallus alanı temizlenip kırık uçları tazelenildi, redüksiyonun ardından LC-DCP plak kullanılarak plak üzerinden kompresyon sağlanıp kırık hattının aşağısına ve üzerine üçer ve dörder bikortikal kilitli vida ile tespit yapıldı. Üçüncü ayın sonundaki grafilerde kaynama tespit edildi. Hastanın postoperatif dirsek ve omuz eklem açıklığı tamdı. (Şekil 1 A-D)



**Şekil 1:**

**A)** Ameliyat öncesi kaynamama, İntramedüller çivinin uygunsuz duruşu, kırık hattının distraksiyonu ve sürekli salınma bağlı kortekste oluşan balonlaşma dikkat çekici.  
**B)** Ameliyat sonrası grafi proksimalde dört'lü bikortikal, distalde üç'lü bikortikal tespit sağlanmış. Dizilim uygun.  
**C)** Postoperatif 3. ay; Ön-arka grafide ok işareti kallusu göstermekte.  
**D)** Postoperatif 3. ay; Yan grafide solid kaynama görülmekte.

## TARTIŞMA

PubMed ve Google arama motorlarında genişleyebilen çivi ve şişebilen çivi anahtar kelimeleri kullanılarak tarandı ve toplam 23 makale (uzun kemikleri ilgilendirmeyen ve İngilizce ve Türkçe özetlerine veya tam metinlerine ulaşılamayan makaleler çalışma dışı tutuldu) bu gözden geçirmeye dahil edildi.

Kapalı humerus gövde kırıklarında intramedüller çivilemenin rolü tam olarak tanımlanamamıştır (5). Ancak günümüzde intramedüller çivileme için kabul edilen endikasyonlar aşağıdaki gibidir (6):

- Transverse kırıklar,
- Kırıkla beraber termal yanıklar,
- Politravma hastaları,
- Patolojik kırıklar.

### Aşağıdaki durumlar ise göreceli kontra endikasyonlardır (6):

Radial sinir arazi ile birlikte kırığın eşlik etmesi,

- Açık kırıklar,
- Açık epifiz,
- Dar ve deformik diafiz,
- Uzun spieral kırık.

Yeni şişebilen çiviler distal ve proksimal kilit vidalarını kullanmaksızın indirekt redüksiyonu ve gelişmiş yük paylaşım biyomekaniğini vaad ettiklerinden, humeral diafiz kırıklarının tedavisinde şişebilen çiviler gittikçe artan popülariteye sahip oldular (7).

Şekil 2'de görüldüğü gibi (Şekil 2A-C) implantın tüm uzunluğu boyunca devam eden 4 adet bar şeklindeki tümsekler implant şiştiği zaman tüm endosteal bölgede sürtünme yaratarak rotasyonel stabilite vaad etmektedir (8,9).

Ancak literatürdekinin aksine bizim olgumuzda redüksiyon kaybı ve distraksiyon mevcut idi (Şekil 1A-D). Burada sunulan olguda teknik olarak başarısızlığa neden olan iki ana faktör sıralanabilir; birincisi intramedüller çivinin giriş yeri Tüberkülüm majus'un humeral baş ile birleşim noktasının biraz lateralinden olmalıydı ancak hastanın bize başvurduğu grafiden de anlaşılacağı üzere bu olguda Tüberkülüm majusun metafizle birleştiği bölgeden girilmiş (Şekil 1 A), ikincisi kırık redüksiyonu sağlanamamış ya da sonradan bozulmuş olmasıdır (Bu giriş yerinin doğru olmamasından da kaynaklanabilir).

Olgunun radyolojik değerlendirilmesinde proksimal humerus lateral korteksin balonlaştığı görülmektedir bu 2 yıllık süre içinde intramedüller çivinin kemik içinde instabil



**Şekil 2:**

**A)** Şişebilen çivinin uzunluğu boyunca seyreden kabartmalı şekline dikkat ediniz. **B)** Serum fizyolojikle şişirilmesi **C)** Şişince ve sönünce kemik içindeki aldığı şekil. Şekil 2 A-C Lorch ve ark.nın makalesinden alınmıştır. (7)

olduğunu gösteren indirekt bir bulgudur, aynı zamanda kırık hattının kaynamaya çalıştığını ve bu nedenle düzensiz bir kallus oluşumunu da radyografide görebiliriz (Şekil 1 A). Bu indirekt bulgu ise kaynamamanın biyolojik sebeplerden değil, mekanik sebeplerden kaynaklandığını göstermektedir. Olgumuzda karşılaştığımız bu sorunlara paralel sorunların literatürde benzerleri bildirilmiştir.

Mallick ve ark. 8 olguluk serilerinde daha önce yayımlanan makalelerin aksine bu tespit yönteminin belirgin bir avantajını göremedikleri gibi, daha önce yayımlanmayan bir takım sorunlarla da boğuştuklarını ifade etmişlerdir (10).

Smith ve ark. tibia ve femur kırıklarını içeren çalışmalarında kırık sınıflandırmasından bağımsız olarak kısalmayla sonuçlanan yüksek oranda komplikasyon bildirmişlerdir. Femur ve tibia kırıklarında bu yöntemi önermemektedirler (11).

Bir diğer problem ise şişebilen çivinin sönmesidir, bu da redüksiyon kaybına ve instabiliteye sebep olmaktadır (12).

Öztürk ve ark. ise şişebilen çivinin diğer klasik intramedüller çivilerden farklı olarak rotasyonel stabilitesinin olmaması ve onlar kadar sağlam olmaması nedeniyle hiperaktif ve obez hastalarda bükülebileceğini veya kırılabileceğini ifade etmişlerdir (13).

PubMed ve Google arama motorları kullanılarak genişleyebilen çivi ve şişebilen çivi anahtar kelimeleri kullanılarak tarandı ve toplam 23 makale (direkt uzun kemikleri ilgilendirmeyen ve İngilizce ve Türkçe özetlerine veya tam metinlerine ulaşamayan makaleler çalışma dışı tutuldu) bu gözden geçirmeye dahil edildi (7-30). Bunlardan humerus kırığı tedavisini içeren makaleler (10, 12-22) gözden geçirildi (Tablo I), 5 makalede humerus kırığı ile ilgili sonuçlarda olumsuz geri bildirim saptandı (10,12,13,16,19). Sunduğumuz olguda literatüre paralel

olarak klinik ve fonksiyonel olarak olumsuz sonuçlanmıştı. (mekanik instabiliteye bağlı hipertrofik kaynamama)

Alt ekstremitede femur ve tibia kırıklarının tedavisini içeren makalelerde ise (11,22-30) iki makale hariç (11,28) geri kalan makalelerde implantın pahalılığı dışında tıbbi olarak bir olumsuz sonuç (kaynamama) gibi bildirilmemiştir (Tablo I).

Alt ekstremitede yürümekle ekstremiteye uzunlamasına bir kuvvet binmektedir, bu da kırık hattında kompresyonu artırmaktadır ancak humerus yük taşımayan bir bölge olduğu için bu biyomekanik avantaj humerus bölgesinde mevcut değildir.

Özetle humerus yük taşımadığı için kompressif kuvvetlere maruz kalmaz, daha çok makaslayıcı (torsiyonel) maruz kalan bir kemiktir bu nedenle rotasyonel stabiliteyi yeterince oluşturmayan şişebilen çiviler literatürde de sunulduğu gibi biyomekanik olarak yeterince stabilite sağlamamaktadır.

**Tablo I:** Femur, tibia, humerusu içeren uzun kemik kırıklarında mevcut literatür. Humerus kırıklarının tedavisini içeren makaleler 10,12-22 referanslarla, diğer çalışmalar (femur ve tibia) 11, 23-30 referanslarla numaralandırılmıştır.

<b>Yazarlar, Dergi ve Yıl</b>	<b>Makalenin Türü</b>	<b>Makalenin Konusu</b>	<b>Tedavi Edilen Kırık Bölgesi</b>	<b>Makalenin Mesajı</b>
Mallick ve ark. (10) Acta Orthop Belg. 2008	Orijinal makale klinik seri.	16 hasta -19 ameliyat.	Humerus	8 olguluk serilerinde daha önce yayınlanan makalelerin aksine bu tespit yönteminin belirgin bir avantajını göremedikleri gibi daha önce yayınlanmayan bir takım sorunlarla da boğuştuklarını ifade etmişlerdir.
Smith ve ark. (12) Injury. 2004	Olgu sunumu	Bir humerus kırığı olgusunda şişebilen çivinin söndüğü vurgulanmış.	Humerus	Komplikasyon bildirimini, çivinin şişkinliği kaybolmuş.
Ozturk ve ark. (13) Arch Orthop Trauma Surg. 2008	Klinik seri	48 olguluk bir seride (femur +tibia+humerus) çivinin şişkinliğini yitirmesine, rotasyonel instabiliteye ve spontan olarak post operatif periyotta çivinin kırılmasına bağlı kaynamamalar bildirilmiş (%12,5).	femur +tibia+humerus	Şişebilen çivinin diğer klasik intramedüller çivilerden farklı olarak rotasyonel stabilitesinin olmaması ve onlar kadar sağlam olmaması nedeniyle hiperaktif ve obez hastalarda bükülebileceği veya kırılabileceği ifade edilmiş.
Daglar ve ark. (14) Acta Orthop Traumatol Turc. 2007	İki ayrı tedavi yönteminin klinik serilerinin kıyaslanması	18 olgu şişebilen çivi, 18 olgu plak vida tespit (4,5 mm, dinamik kompresyon plağı) edilmiş. Klinik sonuçlarına göre kaynamama plak vida ile tespitite daha fazla, 3/2.	Humerus	Şişebilen çivi güvenli bulunmuş. Ameliyat süresinin kısalığı ve kanama miktarının azlığına vurgu yapılmış.

**Tablo I devam**

Franck ve ark. (15) J Trauma. 2003	Klinik seri	25 osteoporotik humerus diafiz kırığında şişebilen çivi ile tedavi yapılmış. 4. ayda hepsinde kaynama tespit etmişler. komplikasyon yok.	Osteoporotik Humerus	Güvenli bir implant. Mükemmel sonuçlar bildirilmiş.
Panidis ve ark. (16) Osteo Trauma Care. 2003	Klinik seri	29 olgu uzun kemik kırığında (11 femur +10 tibia +8 humerus)	Femur + tibia +humerus	Femur ve tibia kırıklarında iyi sonuç humerus kırıklarında yüksek oranda kaynamama bildirilmiş.
Franck ve ark. (17) Arch Orthop Trauma Surg. 2002	Klinik seri	23 patolojik humerus kırığında şişebilen çivi ile tedavi sonuçlarını bildirmişler.	Humerus (patolojik kırık)	Kısa ameliyat süresi, hepsinde kaynama elde edilmiş, komplikasyon olmadığı bildirilmiş.
Narain ve ark. (18) JIMSA. 2011	Karşılaştırmalı klinik seri	Toplam 21 olgu, 7 tanesi humerus kırığı iki ayrı tedavi yöntemi kıyaslanmış (grupların sayısı belirtilmemiş)	Femur + Tibia +Humerus	Radyasyona maruz kalma ve ameliyat süresinin kısalığı avantajı gösterilmiş. Kaynamama ile ilgili iki grup arasında fark yok.
Daccarrett ve ark. (19) Osteo Trauma Care. 2004	Klinik seri	Toplam 24 olgu (femur-12, tibia 7, humerus 5)	Femur + Tibia +Humerus	Kullanım kolaylığı ve teknik kolaylık vurgulanmış. Radyasyona maruz kalım süresinin azlığı vurgulanmış. 5 humerus kırığı olgusunda rotasyonel stabilite ikinci ameliyat gerekmiş.
Blum ve ark. (20) J Orthop Trauma. 2005	DeneySEL biyomekanik kadavra - çalışması.	İnsan humerus kadavrası kırık modelinde kilitli intramedüller ile şişebilen intramedüller çivinin biyomekanik kıyaslanması	Humerus	Lateral bending de Synthes™ kilitli intramedüller çividen üstün, torsiyonel kuvvetde ise Synthes™ kilitli intramedüller çivisi daha üstün.
Jovanovic ve ark. (21) Injury. 2004	Klinik seri	9 multi travmalı ve humerus kırıklı hastanın şişebilen humerus çivisi ile tedavisinin değerlendirilmesi	Humerus	9 hastada da komplikasyon yok, kaynama elde edildi, kullanımının kolay ve etkili olduğu bildirilmiş.
Dağlar ve ark. (22) Acta Orthop Traumatol Turc. 2002	Klinik seri	8 kırıklı hasta, 3 humerus kırığı, 5 tibia kırığı değerlendirilmiş.	Humerus, Tibia	Olumlu sonuçlar bildirilmiş.
Sancar ve ark. (23) J Clin Anal Med. 2015	Klinik seri	22 olguda tibia diafiz kırığını şişebilen çivi ile opere etmişler. Klinik sonuçları incelemişler.	Tibia	Tüm hastalarda kaynama sağlamışlar. Tibia kırıklarında başarılı sonuçlar rapor etmişler.
Çilli ve ark.(24) Ulus Travma Acil Cerrahi Derg. 2009	Klinik seri	20 olguluk bir seri şişirilebilir femur çivisi ile tedavi edilmiş. Klinik sonuçlar rapor edilmiş.	Femur	Kullanım kolaylığı ve teknik kolaylık vurgulanmış. Radyasyona maruz kalım süresinin azlığı vurgulanmış.
Kapoor ve ark. (25) Indian J Orthop. 2009	Klinik seri	32 femur ve tibia kırıklı olguya şişebilen çivi ile tedavi uygulanmış. Klinik sonuçlar rapor edilmiş.	Femur +Tibia	Bütün kırıkları kaynamış, ameliyat süresi kısalığı radyasyona maruz kalınan sürenin azlığı vurgulanmış.

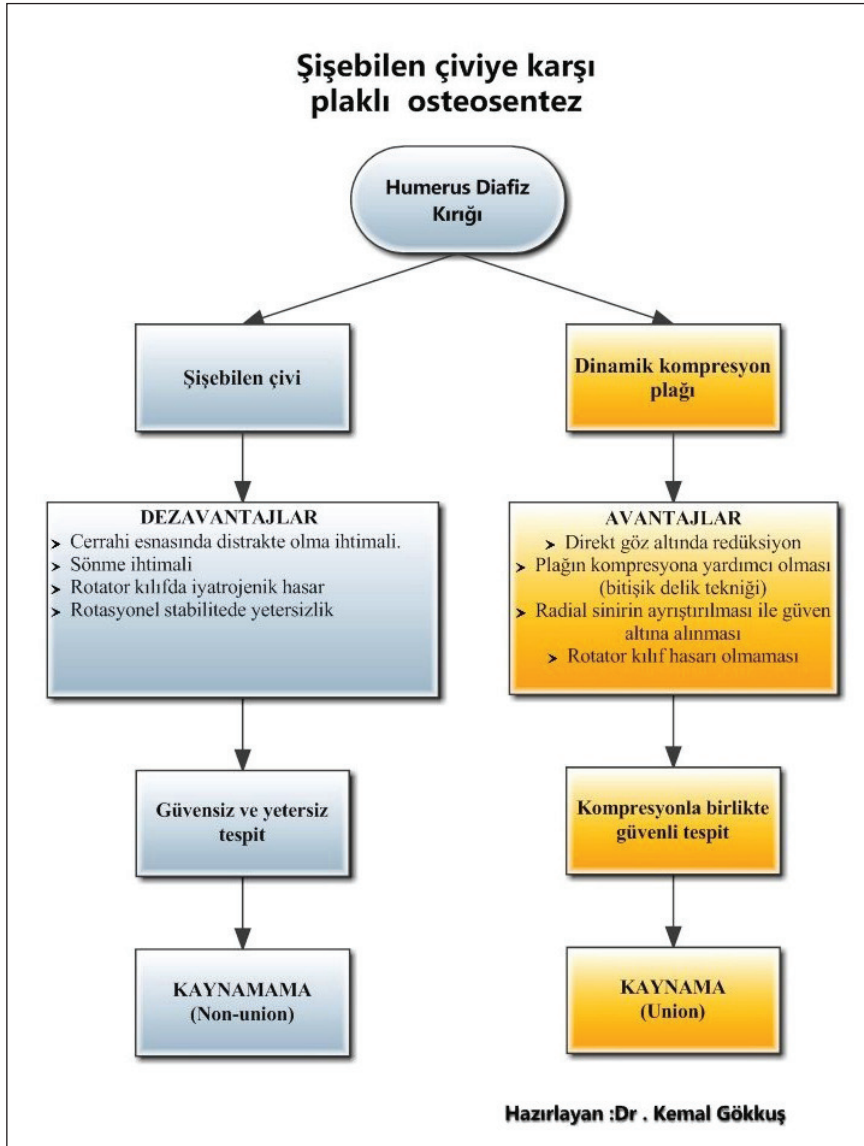
**Tablo I devam**

Beazley ve ark (26) Injury. 2011	Sistemik gözden geçirme	Tibia kırıklarında şişebilen çivi tedavisi ile ilgili sistemik gözden geçirme.	Tibia	Ameliyat süresi kısalığı radyasyona maruz kalınan süreninin azlığı vurgulanmış ve teknik kolaylık vurgulanmış.
Bekmezci ve ark. (27)Acta Orthop Traumatol Turc. 2006	Klinik seri	20 femur şaft kırığı olan hastanın şişebilen femur çivisi ile tedavisinin değerlendirilmesi.	Femur	Daha az invazif olması ve teknik kolaylığı vurgulanmış.
Smith ve ark. (11) J Orthop Trauma. 2006	Klinik seri	Toplam 47 olgu 822 femur kırığı +27 tibia kırığı şişebilen çivi ile tedavi uygulanmış. Klinik sonuçlar rapor edilmiş.	Femur + Tibia	Kısalmaya bağlı olarak komplikasyon oranının fazla olduğu rapor edilmiş.
Blomquist ve ark. (28) Clin Orthop Relat Res. 2008	Kadavra modelinde, biomekanik kıyaslamalı çalışma (deneysel)	8 kadavra tibiası kilitli çivi ile, 8 kadavra tibiası şişebilen çivi opere ediliyor. Kırık transvers osteotomi yapılarak oluşturuluyor.	İnsan tibia kadavra kemiği	Şişebilen çivinin bükülme sağlamlığı daha fazla, torsiyonel sağlamlığı daha az olduğu ve bu nedenle kırık konsolidasyonu görülmeden bastırılmaması gerektiği vurgulanmış.
Zoccali ve ark. (29) J Orthop Traumatol. 2008	Retrospektif non- randomize klinik çalışma	21 femur kırığı ve 27 tibia kırığı (transvers ve kısa oblik) şişebilen çivi ile tedavi edilmiş.	Femur ve tibia	Ameliyat süresi kısalığı radyasyona maruz kalınan sürenin azlığı vurgulanmış ve teknik kolaylık vurgulanmış. Ancak pahalı bir implant olduğu da vurgulanmış.
Lepore ve ark. (30) J Orth Sci. 2003	Karşılaştırmalı iki klinik seri	43 hasta kilitli intramedüller ile tedavi edilmiş, 43 hasta şişebilen çivi ile tedavi edilmiş. Klinik sonuçlar karşılaştırılmış.	Femur	Kan kaybı, hastanede kalım süresi ve transfüzyon gerekliliği konularında karşılaştırma yapılmış ve anlamlı fark bulunmamış geleneksel kilitli intramedüller çivi ile tedavi edilen 5 olguda kaynamanın sağlanabilmesi için dinamizasyon gerekmiş, şişebilen çivi ile tedavi olan grupta kaynama olmuş bir sorun yaşanmamış. Ancak implantın pahalı olduğu vurgulanmış.

Plaklı osteosentezin, intramedüller çiviye karşın bazı avantajları vardır. Bunlar direkt baki altında redüksiyon, radial sinirin ayrıştırılması ve korunması, kompresyon yapılabilmesi ve rotator kılıfın zarar görmemesi (İntramedüller çivilemede rotator kılıf iyatrojenik olarak hasarlanır; giriş yeri rotator kılıfın içinden olduğu için). Plaklı osteosentez ve intramedüller çivi ile tedavinin kıyaslaması için bakınız Şekil 3.

## SONUÇ

Literatürün ve burada sunduğumuz olgunun bize öğrettikleri ışığında humerus kırığında patolojik kırıklar hariç, kısa cerrahi süresinin gerektiği özel seçilmiş hastalar haricinde humerus diafiz kırıklarında şişebilen intramedüller çivinin rotasyonel stabiliteyi ve alt ekstremitede oluşturabildiği kompresyonu (humerus yük taşımadığı için) sağlayamadığı için biyomekanik açıdan klasik kilitli intramedüller veya plaklı osteosenteze göre üstün değildir.



**Şekil 3:** İki tedavi yönteminin kıyaslandığı şema, şişebilen çivinin dezavantajlarına karşı olarak dinamik kompresyon plağı ile yapılan osteosentezin avantajlarına dikkat ediniz.

## KAYNAKLAR

1. Böhler L. Conservative treatment of fresh closed fractures of the shaft of the humerus. J Trauma 1965; 5: 464-68.
2. Charnley J. The closed Treatment of Common Fractures. London: Churchill Livingstone 1974.
3. Jupiter JB, Van Deck M. Ununited humeral diaphyses. J Shoulder Elbow Surg 1998; 7:644-53.
4. Sarmiento A, Waddell JP, Latta LL. Diaphyseal humeral fractures: Treatment options. J Bone Joint Surg 2001; 83-A: 1566-79.
5. Farragos AF, Schemitsch EH, McKee MD. Complications of intramedullary nailing for fractures of the humeral shaft: A review. J Orthop Trauma 1999;13(4):258-67.
6. Browner: Skeletal Trauma: Basic Science, Management, and Reconstruction. 3rd ed. Fractures of Humerus management. Saunders Elsevier 2003.
7. Lorich DG, Geller DS, Yacoubian SV, Leo AJ, Helfet DL. Intramedullary fixation of humeral shaft fractures using an inflatable nail. Orthopedics 2003 26(10):1011-4.
8. Pittlik N, Hartwig T, Berger S, van der Horst W. First experiences with the Fixion nail. A new way of intramedullary nailing system. Eur J Trauma 2002; Suppl 1: 117.
9. Tauber M, Shasha N. Fixion IM nail-an innovative inflatable self-locking intramedullary nailing system for fractures of the long bones. AAOS. San Francisco, USA; February 2001.
10. Mallick E, Hazarika S, Assad S, Scott M. The fixion nailing system for stabilising diaphyseal fractures of the humerus: A two-year clinical experience. Acta Orthop Belg 2008; 74(3): 308-16.

11. Smith WR, Ziran B, Agudelo JF, Morgan SJ, Lahti Z, Vanderheiden T, Williams A. Expandable intramedullary nailing for tibial and femoral fractures: A preliminary analysis of perioperative complications. *J Orthop Trauma* 2006; 20(5): 310-4.
12. Smith MG, Canty SJ, Khan SA. Fixion-an inflatable or deflatable nail ? *Injury* 2004; 35(3):329-31.
13. Ozturk H, Unsaldi T, Oztemur Z, Bulut O, Korkmaz M, Demirel H. Extreme complications of Fixion nail in treatment of long bone fractures. *Arch Orthop Trauma Surg* 2008; 128(3):301-6.
14. Dağlar B, Delialioğlu OM, Taşbaş BA, Bayrakçi K, Açar M, Günel U. Comparison of plate-screw fixation and intramedullary fixation with inflatable nails in the treatment of acute humeral shaft fractures. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2007; 41(1):7-14.
15. Franck WM, Olivieri M, Jannasch O, Hennig FF. Expandable nail system for osteoporotic humeral shaft fractures: preliminary results. *J Trauma*. 2003; 54(6): 1152-8.
16. Panidis G, Sayegh F, Beletsotis A, et al. The use of an innovative inflatable self-locking intramedullary nail in treating and stabilizing long bone fractures. *Technique-Preliminary results. Osteo Trauma Care* 2003; 11:108-112.
17. Franck WM, Olivieri M, Jannasch O, Hennig FF. An expandable nailing system for the management of pathological humerus fractures. *Arch Orthop Trauma Surg* 2002; 122(7):400-5.
18. Narain S, Dave PK, Shah SN, Ganai M, Singh S, Singh A. A comparative study of intramedullary expandable nail and interlocking nail in tibial, Femoral & Humeral shaft fractures: A prospective and retrospective study. *JIMSA* 2011; 24(1): 15-6.
19. Daccarett M, Walz BM, Seligson D. Use of expandable nail in the treatment of non union of fractures of the femur, tibia and humerus. *Osteo Trauma Care* 2004; 1:130-4.
20. Blum J, Karagül G, Sternstein W, Rommens PM. Bending and torsional stiffness in cadaver humeri fixed with a self-locking expandable or interlocking nail system: A mechanical study. *J Orthop Trauma* 2005; 19(8):535-42
21. Jovanovic A, Pirpiris M, Semirli H, Doig SG. Fixion nails for humeral fractures. *Injury* 2004; 35(11): 1140-2.
22. Dağlar B, Bayrakçi K, Taşbaş BA, Gürkan I, Açar M, Günel U. Short-term results of treatment of humeral and tibial fractures with new inflatable intramedullary nails. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2002; 36(4):322-7.
23. Serbest S, Tosun HB, Gökçe H. Results in the treatment of Tibial diaphyseal fractures with expandable intramedullary nails. *J Clin Anal Med* 2015; 6(5):565-8.
24. Cilli F, Mahiroğullari M, Pehlivan O, Keklikçi K, Kuşkucu M, Kiral A, Açar S. Treatment of femoral shaft fractures with expandable intramedullary nail. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg* 2009;15(4):383-9.
25. Kapoor SK, Kataria H, Boruah T, Patra SR, Chaudhry A, Kapoor S. Expandable self-locking nail in the management of closed diaphyseal fractures of femur and tibia. *Indian J Orthop* 2009; 43(3):264-70.
26. Beazley J, Mauffrey C, Seligson D. Treatment of acute tibial shaft fractures with an expandable nailing system: A systematic review of the literature. *Injury* 2011; 42 Suppl 4:11-6.
27. Bekmezci T, Baca E, Kaynak H, Kocabaş R, Tonbul M, Yalaman O. Early results of treatment with expandable intramedullary nails in femur shaft fractures. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2006; 40(1):1-5.
28. Blomquist J, Lundberg OJ, Gjerdet NR, Mølster A. Are inflatable nails an alternative to interlocked nails in tibial fractures? *Clin Orthop Relat Res* 2008; 466(5):1225-31.
29. Zoccali C, Di Francesco A, Ranalletta A, Flamini S. Clinical and radiological midterm results from using the Fixion expandable intramedullary nail in transverse and short oblique fractures of femur and tibia. *J Orthop Traumatol* 2008; 9(3):123-8.
30. Lepore L, Lepore S, Maffulli N. Intramedullary nailing of the femur with an inflatable self-locking nail: Comparison with locked nailing. *J Orthop Sci* 2003; 8(6):796-801.