



## Kilitli plakların temel özellikleri, farklılıkları ve kilitli plakla tespit yöntemleri

### Basic characteristics and main differences of locking plates and fixation methods

Haluk Ağuş, Ali Reisoğlu

İzmir Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi, 2. Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İzmir

Geleneksel plaklar ile yapılan internal tespitinde stabiliteyi sağlayan temel unsur, vidaların sıkıştırılması ile plakla kemik arasında oluşturulan sürtünme kuvvetidir. Bu sürtünme kuvveti kemik zarı kanlanmasına zarar vererek, kırık iyileşmesini olumsuz etkileyebilir. Geleneksel plaklar açısız olarak stabil implantlar olmadıklarından, şekil bozucu güçlere karşı uzun süre direnemezler. Buna karşın açısız stabilite kilitli plakların temel özelliğidir. Kilitli plaklar kemik zarı üzerine baskı yapmaz ve uygulamadan önce şekillendirilmeleri gerekmez. Vidaların tümü plak üzerine binen yükü paylaştığından ve metal-kemik temas yüzeyi artırdığından sıyırma güçlerine daha dayanıklıdır. Kırık tespitinde yeterli ve dengeli tespit sağlamak için uygun vida yoğunluğu ile plak uzunluğunun seçilmesinin sonucu etkiliyen unsurlar olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Bu özellikleri nedeniyle, kilitli plaklar biyo-uyumlu implantlar olarak kabul edilirler. Osteoporotik kemik kırıkları ile uzun kemiklerde çok parçalı metafizer kırıkların tespiti, başlıca kullanım alanlarıdır.

Anahtar sözcükler: Kilitli plak; osteoporotik kırıklar; periprostetik kırıklar; göreceli denge.

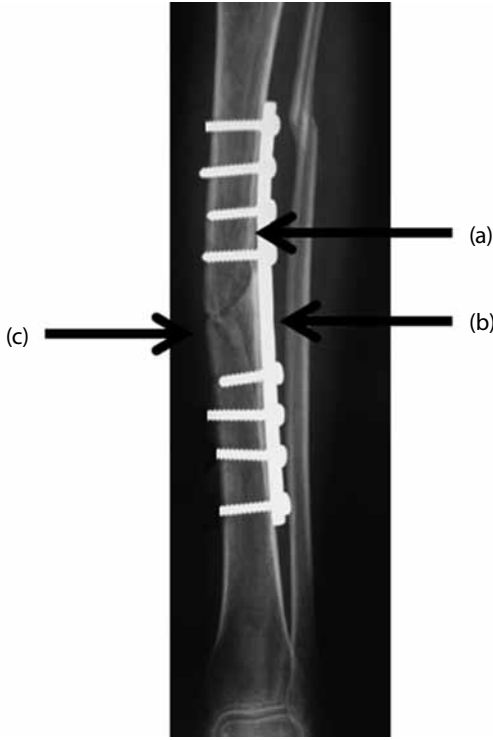
The main stabilizing factor for the internal fixation maintained by the conventional plates is the friction force due to contact between the plate and bone, by tightening the screws. This friction force may damage the periosteal blood supply, leading to unfavorable effects on fracture healing. As the conventional plates are not angle-stable implants, they cannot exert long-term resistance to the deforming forces. However, the angular stability is the basic characteristic of the locking plates. They do not apply any pressure on the periosteum without any need for prebending before application. They can resist to greater shearing forces, as all screws carry the deforming forces equally with their increased bone-metal contact surfaces. It must be kept in mind that the selection of an appropriate plate length and screw density is an important prognostic factor for the internal fixation maintained by locking plates. Therefore, they are considered biocompatible implants. These locking plates are specifically used for the fixation of osteoporotic and comminuted metaphyseal fractures of the long bones.

Key words: Locking plates; osteoporotic fractures; periprosthetic fractures; relative stability.

Kırık iyileşmesinin yönünü belirleyen temel unsur; kırık bölgesinin biyolojisi ve tespit sonrası stabilitesidir. Kırıkların doğal iyileşmesinde kırık bölgesinde göreceli bir stabilite vardır. Göreceli stabilitede tespit edilen kırıklar kallus oluşumu ile iyileşir. Doğal kırık iyileşmesinin yaratabileceği olumsuzluklardan kaçınmak için kallus oluşumunun istenmediği ve anatomik redüksiyonun amaçlandığı durumlarda ise kırığın mutlak stabilite sağlayacak şekilde tespiti gereklidir. Mutlak stabilite, kırığın çektirme vidaları ve geleneksel sıkıştırma plaklarının tespiti ile elde edilebilir.<sup>[1]</sup>

### GELENEKSEL PLAKLARIN ÖZELLİKLERİ

Geleneksel plaklarla mutlak stabilite elde edebilmek için, kırığın açık redüksiyonu yapıldıktan sonra kırık bölgesine plak üzerinden sıkıştırma kuvvetlerinin uygulanması gerekir. Geleneksel plaklarla kırık bölgesinde sağlanan mutlak stabilitenin korunması, kortikal vidaların sıkıştırılması ile plakla kemik arasındaki oluşan sürtünme gücü sayesinde olur (Şekil 1a). Bu plaklar kırık bölgesinde kemiğe tam olarak temas eder ve uygulanan vidalar kemiğe plağa doğru çeker. O nedenle geleneksel plaklar



**Şekil 1.** Tibia kırığının geleneksel plakla mutlak stabilite altında tespiti. **(a)** Geleneksel plaklarla tespitte vidalar plağı kemiğe doğru çekip sürtünme kuvveti yaratır. **(b)** Mutlak stabilite ile tespitte kırık üzerine gelen en fazla üç vida deliği boş bırakılır. **(c)** Kırıkların mutlak stabilite sağlanan tespitinde kallus oluşumu görülmez.

uygulanmadan önce kırık kemiğin iyileşme süresince alması istenen şekle göre plakların şekillendirilmeleri gerekir (Şekil 1b). Geleneksel plakların kemik yüzeyine yapmış oldukları bası ve uygulanmaları sırasında yapılan geniş girişimsel cerrahi yaklaşım kırık bölgesinin kan dolaşımını, dolayısıyla da kırık iyileşmesinin biyolojisini olumsuz etkileyebilir. Bu olumsuz etkilenme özellikle yüksek enerjili yaralanmalar neticesinde oluşan ve kanla beslenmesi ciddi hasar görmüş olan çok parçalı kırıkların plakla tespitinde daha da önem kazanır. Bu tür kırıkların geleneksel plak ve yöntemler kullanılarak tespiti kırık bölgesindeki biyolojik hasarı daha da artıracığından iyileşme sorunları yaratabilir.<sup>[2,3]</sup>

Geleneksel plaklarla yapılan tespitin stabilitesi kortikal vidanın plağı kemiğe doğru çekme gücü ile orantılıdır. Bu tespitin yeterli seviyede olabilmesi ise tespit edilen kemiğin kalitesine bağlıdır. Osteoporozlu kemik, patolojik kemik, çok parçalı kırıklar ve süngerimsi kemiklerde yapılan geleneksel plak-vida tespitinde zayıf kemik kalitesi nedeni ile plakla vida arasında sistemi etkileyen güçlere direnecek oranda

sürtünme gücünün elde edilmesi zordur. Bu gibi durumlarda sistemin direnci, açısal stabil tespit gereçlerinin kullanılması ile sağlanabilir. Açısal stabilite, özellikle tespit vidalarına yeterli tork gücünün sağlanamayıp erken tespit yetersizliğiyle karşılaşılabilen durumlarda vida sıyrılmasına direnci sağlayan önemli bir unsurdur.<sup>[4-6]</sup>

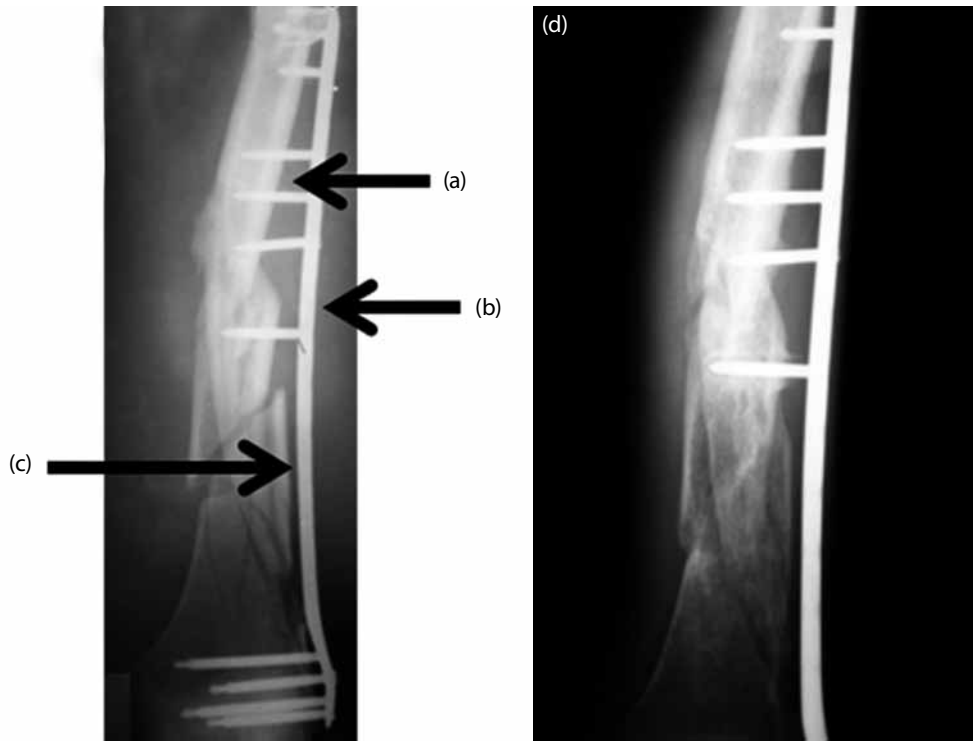
### KİLİTLİ PLAKLARIN ÖZELLİKLERİ

Kilitli plaklar açısal stabilite sağlayan tespit araçlarıdır.<sup>[7,8]</sup> Çalışma esasları eksternal fiksatlara benzerdir. Plak-vida sisteminin birleştirici gövdesi, eksternal fiksatlara göre kemiğe daha yakın olduğu için, eksternal fiksatlara oranla daha katı bir tespit sağlar. Kırık bölgesinde elde edilen stabiliteye, vida yuvasına kilitlenen vida başı üzerinden plak gövde kısmına yük aktarımı da katkı sağlamaktadır. Kilitli vidalı plaklar, geleneksel plak vida sistemleri gibi kemik üzerine bası yapmaz, dolayısıyla tespit bölgesindeki periost dolaşımını en az seviyede etkilenir (Şekil 2b). Kilitli vidalı plakların vidalarının yiv yükseklikleri geleneksel vidalara göre daha az, gövde kalınlıkları ise daha fazladır. Bu özellikleri nedeni ile vidaların kemiğe tutunma güçleri daha fazladır. Açısal stabilite de göz önünde tutulduğunda kilitli plak vida sistemleri geleneksel sistemlere oranla kemikten sıyrılmaya karşı daha dirençlidir ve özellikle düşük kaliteli kemiklerde daha sağlam bir tespit sağlamaktadır.

Kilitli plakların bir diğer özelliği de tespit için kemiğin plağa doğru çekilmesi gerekmediğinden tespitten önce plağın kemiğe göre şekillendirilmesi gerekmez (Şekil 2a). Kilitli plak, kırığın tespitten önce verilen redüksiyon sonrası pozisyonunu korur. Bu nedenle kilitli plakla tespit edilecek kırıklara önceden kabul edilebilir şekilde redüksiyon yapılmış olması gerekir.<sup>[9]</sup>

### KİLİTLİ PLAKLARIN UYGULAMA KURALLARI

Kırıkların kilitli plaklarla tespitinde genellikle göreceli stabilite sağlanır. Göreceli stabilite ile tespit edilen kırıklarda, plak vida sistemi üzerine binen kuvvetlerin sistem üzerinde stabiliteyi bozmayacak şekilde simetrik dağılımının sağlanması tespit yetersizliğini engellemede önemlidir. Bu nedenle plak uzunluğunun ve tespitte kullanılacak vida sayısının, vida dağılımının tespit öncesinde saptanması önem taşır. Yapılan çalışmalar kilitli plaklarla tespitte plak uzunluğunun; basit kırıklarda kırığın en az 8-10 katı, parçalı kırıklarda ise kırığın en az 2-3 katı olması gerektiğini göstermiştir. Tespitte kullanılacak vida sayısının ise vida yoğunluk katsayısıyla belirlenmesi mümkündür. Kullanılan vida sayısının plakta mevcut vida deliği sayısına olan oranı şeklinde hesaplanan bu katsayının 0.4-0.5 altında olması gerekir. Bu da kullanılan plaktaki vida



**Şekil 2.** Çok parçalı femur kırığının kilitli plakla tespiti. **(a)** Kilitli plaklar periost üzerine baskı uygulamaz. **(b)** Kilitli plaklar şekillendirme gerektirmez. **(c)** Köprülülük plaklamada kırık üzerindeki vida delikleri boş bırakılır. **(d)** Ameliyattan sonra 6. ayda kırığın kaynamış durumu.

deliklerinin en fazla yarısının kilitli vidalarla doldurulması anlamına gelir.<sup>[10]</sup> Kullanılacak vida sayısı ile kurulan sistemin katılığı doğru orantılıdır. Kuramsal olarak stabil bir sistem oluşturmak için her ana kırık parçasında kullanılacak tek korteksi tutan iki vida yeterlidir. Bu şekilde oluşturulan bir sistem implant yetmezliğine karşı dirençli olmakla birlikte, vidalar etrafında oluşacak kemik doku aşınmasıyla ortaya çıkan vida sıyrılmalarına dayanamaz. O nedenle bu vidaların iki korteksi tutacak şekilde yerleştirilmeleri gerekir. Kemik kalitesinin yetersiz olduğu durumlarda ise, her kırık parçasının her iki korteksini tutan en az üç vida ile tespit edilmesi gerekir. Metafiz kırıklarında ise yukarıda bahsedilen şekilde simetrik bir vida dağılımı sağlamak mümkün olmaz. Bu gibi durumlarda yeterli bir tespit metafize uyumlu plakların kullanımı ile sağlanabilir.

Plak üzerindeki vida dağılımının, gerilim kuvvetlerinin belli noktalarda yoğunlaşmış plak yetmezliklerine yol açmasının engellenmesi açısından önemi vardır. Mutlak stabilite ile tespit edilen basit kırıklarda kırık bölgesinde bırakılacak boş vida deliği sayısı üçten fazla olmamalıdır (Şekil 1c). Göreceli stabilite ile tespit edilen çok parçalı kırıklarda ise kırık üzerine gelen plak kısmındaki boş vida deliği sayısı en az üç olmalıdır (Şekil 2c). Kurulan sistemin stabilitesinin devamın-

da vida başlarının plağa tam uyum ile kilitlenmesinin önemi vardır. Kilitli vidalar 5 dereceden daha fazla bir eksen sapması ile yerleştirilirse tespit yetersizliği ile karşılaşma oranı yükselir (Şekil 3). Vidalar kilitlenirken çok fazla sıkılmadan ve tercihen torklu tornavida ile kilitlenmeleri, çıkarılmaları gerektiğinde kolaylık sağlanması açısından önem kazanır.<sup>[11]</sup>

### KİLİTLİ PLAKLARIN KULLANIM ALANLARI

Kilitli plakların kullanımını etkileyen başlıca unsurlar kırığın anatomik bölgesi, kırık tipi, yumuşak dokuların durumu, kemik kalitesi ve kırık bölgesinde mevcut diğer implantların varlığıdır.

Metafizyel bölgenin parçalı kırıklarının tespiti özellikle kırığın ekleme yakın olduğu durumlarda kanal içi çivi veya zayıf kemik kalitesi nedeni ile geleneksel plaklarla güç olabilir. Bu bölgenin çok parçalı kırıkları kilitli plaklarla tespit için uygun kırıklardır. Kırık eklemi de içeriyorsa, ekleme uzanan kırık parçaları anatomik olarak yerleştirilip, geleneksel vidalarla mutlak stabilite sağlayacak şekilde tespit edilmelidir. Daha sonra ise kilitli plaklar hem ekleme uzanımı olan kırığın tespitini desteklemek ve stabiliteyi artırmak için hem de ekleme komşu metafizyel kırığın tespiti için kullanılabilir.



**Şekil 3.** Kurallara uygun yapılmayan kilitlemelerde görülen tespit yetersizliği.

Kilitli plaklar çok parçalı metafizyel veya diyafizyel kırıklarının tespitinde tercih edilebilecek gereçlerdir. Bu tip kırıklar uygun uzunluk ve vida dağılımı sağlanmış kilitli plaklar ile tespit edildiğinde göreceli denge etkisi altında yoğun kallus oluşumu ile iyileşir (Şekil 2).

Kilitli plakların sık kullanıldığı çok parçalı kırıklar genellikle ağır yumuşak doku yaralanmaları ile birlikte olabilir. Birden fazla ekstremitesinde kırıkları olan, ileri derecede yumuşak doku yaralanması olan, sistemik yaralanmaları nedeni ile kırıkları kanal içi çivilerle tespit edilemeyen olguların kırıklarını sınırlı girişimsel cerrahi teknikleri uygulayarak kilitli plaklarla tespit etmek mümkün olabilir.

Kemik kalitesinin düşük olduğu özellikle osteoporotik kemik kırıkları gibi durumlarda kilitli plaklar geleneksel plaklara oranla daha güvenilir bir tespit sağlar. Bunda sıyrılmaya karşı kilitli vidaların tek tek değil fakat hepsinin bir bütün olarak yük taşımalarının ve kemik vida temasının kilitli vidalarda daha fazla olmasının önemi vardır. Bu özelliklerine rağmen kilitli vida plak sistemlerinde de tespit yetersizliklerinin görülebileceği unutulmamalıdır.

Kilitli plakların bir diğer kullanım alanı da yetersiz kemik dokusu nedeni ile tespit güçlüğü ile karşılaşılan protez çevresi kırıklarının tedavisidir. Açısal stabil vida



**Şekil 4.** Protez çevresi kırığın kilitli plakla tespiti.

tespitleri yetersiz kemik stoğu nedeni bu kırıkların tedavisinde sık görülen tespit yetersizliklerini en aza indirmede etkili olurlar. Bu tür kırıkların tedavisinde plak üzerinden yapılacak serkilaj kablosu uygulamaları tek korteksi tutan vidalarla sağlanan dengeyi artırmada yardımcı olabilir (Şekil 4).

Kilitli plak sistemleri, geleneksel plaklamadan tamamen farklı bir tespit şeklidir. Her ne kadar kilitli plaklarla tedavide, geleneksel plaklama yöntemleriyle tedavide karşılaşılan sorunlar açısından daha başarılı sonuçlar bildirilmiş olsa da uygulama tam olarak netleşmemiştir. Kilitli plak uygulamalarında da tespit bozulması, implant yetmezliği, kaynamama gibi sorunlarla karşılaşılmaktadır. O nedenle kilitli plakların maliyet değerleri de göz önüne alınarak, klinik kullanım endikasyonları dikkatli seçilmelidir.

#### KAYNAKLAR

1. Perren SM. Evolution of the internal fixation of long bone fractures. The scientific basis of biological internal fixation: choosing a new balance between stability and biology. J Bone Joint Surg Br 2002;84:1093-110.
2. Strauss EJ, Schwarzkopf R, Kummer F, Egol KA. The current status of locked plating: the good, the bad, and the ugly. J Orthop Trauma 2008;22:479-86.
3. Kubiak EN, Fulkerson E, Strauss E, Egol KA. The evolution of locked plates. J Bone Joint Surg Am 2006;88 Suppl 4:189-200.

4. Ring D, Kloen P, Kadzielski J, Helfet D, Jupiter JB. Locking compression plates for osteoporotic nonunions of the diaphyseal humerus. *Clin Orthop Relat Res* 2004;425:50-4.
5. Tan SL, Balogh ZJ. Indications and limitations of locked plating. *Injury* 2009;40:683-91.
6. Hak DJ, Althausen P, Hazelwood SJ. Locked plate fixation of osteoporotic humeral shaft fractures: are two locking screws per segment enough? *J Orthop Trauma* 2010;24:207-11.
7. Egol KA, Kubiak EN, Fulkerson E, Kummer FJ, Koval KJ. Biomechanics of locked plates and screws. *J Orthop Trauma* 2004;18:488-93.
8. Wagner M. General principles for the clinical use of the LCP. *Injury* 2003;34 Suppl 2:B31-42.
9. Sommer C, Gautier E, Müller M, Helfet DL, Wagner M. First clinical results of the Locking Compression Plate (LCP). *Injury* 2003;34 Suppl 2:B43-54.
10. Gautier E, Sommer C. Guidelines for the clinical application of the LCP. *Injury* 2003;34 Suppl 2:B63-76.
11. Kääh MJ, Frenk A, Schmeling A, Schaser K, Schütz M, Haas NP. Locked internal fixator: sensitivity of screw/plate stability to the correct insertion angle of the screw. *J Orthop Trauma* 2004;18:483-7.