



## Turf toe –çimde parmak zorlanması

### Turf toe –injury of the capsuloligamentous complex

Ahmet Turan Aydın, Kemal Gökkuş

Özel Memorial Antalya Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Antalya

Literatürde ilk olarak 1976 yılında Bowers ve Martin tarafından tanımlanan “turf toe”, 1. metatarsofalangeal eklemde kapsüloligamentöz kompleksinin bir zedelenmesidir. Profesyonel futbolcularda görülme sıklığı %30–45 arasında tahmin edilmektedir. Bu, halluks metatarsofalangeal eklemde hiperekstansiyon zorlanması nedeniyle, plantar kapsüler ligamentöz kompleksin zayıflaması veya yırtılması ile sonuçlanır. Çimde parmak yaralanmaları, sert, yapay yüzeylerde yumuşak, esnek ayakkabılarla oynamaya atfedilmiştir. Tedavi genellikle, dinlenme, buz, nonsteroidal anti-inflamatuar ilaçlar, bantlama, sert tabanlı ayakkabı, yürüme botu veya açılama gibi cerrahi olmayan önlemlerden oluşur. Bu durumla ilişkili sesamoid kırığı olan bazı durumlarda bile, ameliyatsız tedavi tercih edilen yaklaşımdır. Cerrahi müdahale, diğer tedaviler başarısız olduğunda veya açık instabilite veya sesamoid retraksiyonu durumunda düşünülmelidir. Grade I ve Grade II yaralanmada konservatif tedavi yeterlidir. Ancak Grade III yaralanması olan çok az olguda (<%2) cerrahi tedavi gerekebilir. Akut evrede erken tanınması ve tedavisi ile, iyi fonksiyonel sonuçlar ve yüksek oranda spora dönüş beklenebilir.

**Anahtar sözcükler:** metatarsofalangeal eklem; plantar plate; başparmak; sesamoid; burkulma; çim parmak

“Turf toe”, originally described in literature by Bowers and Martin in 1976, is an injury of the capsuloligamentous complex of the first metatarsophalangeal joint. The frequency of turf toe among professional football players is estimated at 30–45%. It is caused by a hyperextension injury of the hallux metatarsophalangeal joint resulting in attenuation or tearing of the plantar capsular ligamentous complex. Turf toe injuries have been attributed to playing on hard, artificial surfaces with soft, flexible cleats. Treatment generally consists of nonoperative measures such as rest, ice, nonsteroidal anti-inflammatory drugs, taping, a stiff-sole shoe, walking boot, or casting. Nonoperative treatment is the preferred approach, even in some cases with associated fracture of the sesamoids. Operative intervention should be considered after nonoperative management has failed or in cases of clear instability or sesamoid retraction. Conservative treatment is sufficient in Grade I and Grade II injuries. However, very few cases (<2%) with Grade III injuries may require surgical treatment. Good functional outcomes with high rates of return to play can be expected with appropriate management of early recognition and treatment in acute phase.

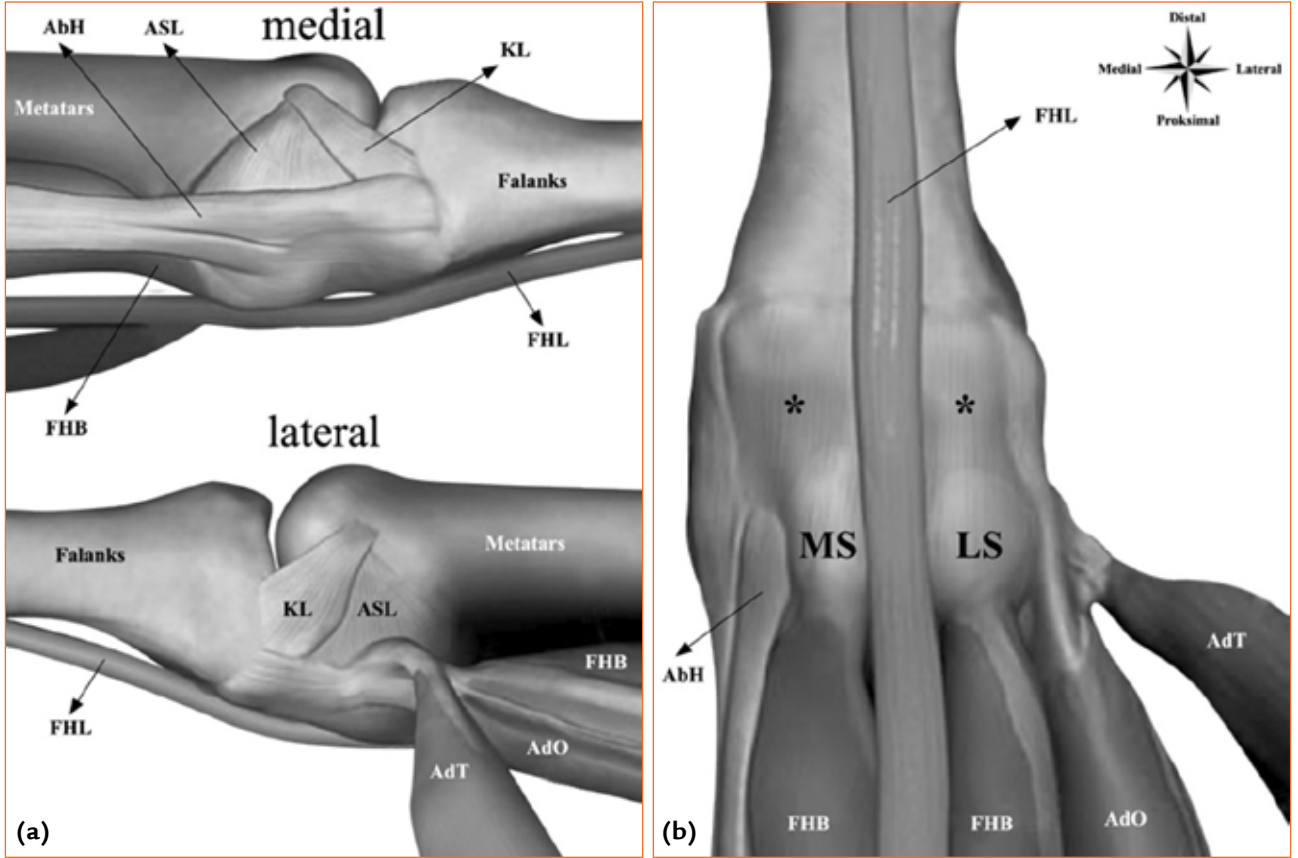
**Key words:** metatarsophalangeal joint; plantar plate; great toe; sesamoid; strain; turf toe

**S**entetik çimde Amerikan Futbolu oynayan sporcularda sık görülen 1. metatarsofalangeal eklem (MTP) burkulması için “turf toe” terimi Bowers ve Martin tarafından 1976’da kullanılmıştır.<sup>[1]</sup> Çok sık karşılaşılan bir yaralanma olmayıp; ülkemizde de az bilinmektedir. Özellikle sert ve şok emici özellikleri az olan sentetik zeminler bu tip yaralanmayı kolaylaştırır. Ayrıca, MTP eklemde hiperekstansiyona daha fazla olanak tanıyan yumuşak tabanlı spor ayakkabılar da sentetik zeminde bu tip yaralanmaya duyarlılığı artırır. Profesyonel futbolcularda görülme sıklığı %30–45 arasında değişmektedir.<sup>[2,3]</sup> Birçok çalışma, Amerikan

kolej futbol takımlarında bir sezonda dört hatta altı kez 1. MTP burkulması ile karşılaşıldığı, 80 ulusal futbol ligi (NFL) takımında yapılan bir survey çalışmasında, futbol kariyerlerinde en az bir kez burkulma oranının %45 olduğu ve %83’nün de sentetik zeminde oluştuğu ortaya konulmuştur.<sup>[2,4,5]</sup>

### ANATOMİ ve BİYOMEKANİK

Flexiyon ve ekstansiyon hareketlerine olanak tanıyan MTP eklemi proksimal falanksların geniş ve küçük eklem yüzü nedeniyle, metatars başı üzerinde belirgin



**Şekil 1. a, b.** Birinci MTP eklemin mediyal ve lateral yüz anatomisi (a). AbH, abduktor Hallusis; ASL, aksesuar sesamoid bağ; KL, kollateral bağ; FHB, fleksör hallusis brevis; FHL, fleksör hallusis longus. MTP eklemin plantar yüz anatomisi (b). \* (asterisk), *plantar plate*; MS, mediyal sesamoid; LS, lateral sesamoid; AdO, adduktor hallusis, oblik baş; AdT, adduktor hallusis, transvers baş.

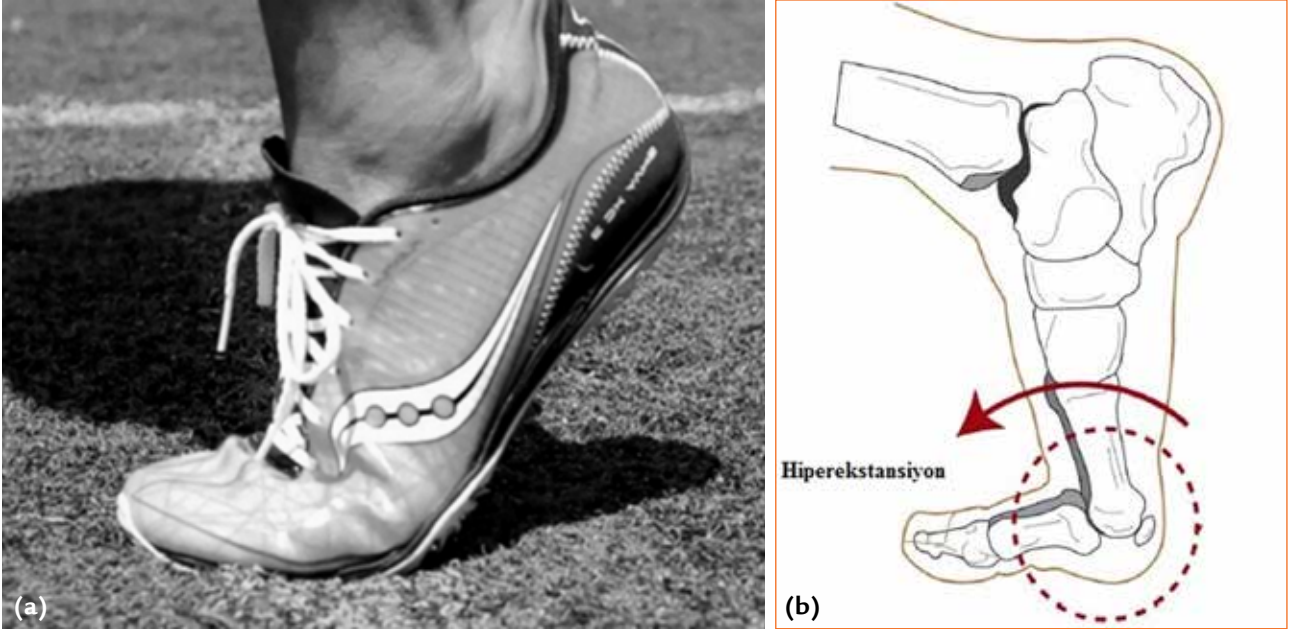
bir stabilite sağlayamaz. Halbuki, normal yürüme esnasında vücut ağırlığının %40–60'ını taşıyan başparmak, koşu ve atlamalarda daha büyük streslere maruz kalır. Eklemin statik stabilitesi kapsüloligamentöz kompleks (eklem kapsülü, kollateral bağlar ve *plantar plate*'ten oluşan) dinamik stabilitesi de etrafından geçen ve yapışan kas-tendon (fleksör, ekstansör, abduktor ve adduktor hallusis) ve sesamoid kompleks (Şekil 1. a, b) tarafından sağlanmaktadır.<sup>[6]</sup>

Dorsal eklem kapsülü, ekstansör tendon kılıfları ve iç ve dışta yelpaze şeklinde uzanan kollateral bağlar tarafından kuvvetlendirilmiştir. Bunlar, varus ve valgus zorlamalarına karşı stabilite sağlar. Eklemin plantar yüzündeki kapsül kalın fibrokartilajinöz yapıdadır. Proksimal falanks kaidesine kuvvetli ve proksimalde metatars başına da gevşek yapışır. Intersesamoid ve metatarsoseseamoid-falangosesamoid bağlarca da desteklenmiş, kuvvetlendirilmiştir (Şekil 1. a, b).<sup>[7]</sup>

Kollateral bağ kompleksini esas kollateral bağ ile metatars başından sesamoide uzanan aksesuar

sesamoid bağ oluşturur (Şekil 1a). Fleksör hallusis brevisin (FHB) mediyal ve lateral başları, mediyal ve lateral sesamoidlere proksimalde yapışır. Abduktor polllis mediyal sesamoidin mediyal yüzüne, transvers ve oblik adduktor polllis de lateral sesamoidin lateral yüzlerine yapışır (Şekil 1. a, b). Fleksör hallusis longus (FHL) tendonu sesamoidlerin arasından geçer ve bu bölgede bir yapışıklığı bulunmaz. Sesamoid kemikler metatars başı ile eklemler. FHB tendonları ve sesamoidler “kısa fleksör kompleksi” oluşturur.<sup>[6]</sup> Kısa fleksör kompleks, 1. MTP eklemden aksiyel yüklenmeler için destek, FHB içinse kuvvet kolunu arttıran bir destek görevi görür. FHL içinse, topuk kaldırma fonksiyonunu kuvvetlendirir.<sup>[8]</sup>

MTP eklem, değişik aktivitelerde farklı kuvvetlerle karşılaşır. Normal yürümede vücut ağırlığının %40–60'ı kadar kuvvete maruz kalır.<sup>[9]</sup> MTP ekleminin maruz kaldığı kuvvet, sportif aktivitelerde vücut ağırlığının %200'ü ile %800'ü kadar artar.<sup>[10]</sup>



**Şekil 2. a, b.** *Turf toe*, sıklıkla sentetik zeminde ve yumuşak tabanlı spor ayakkabısı kullanılması durumunda karşımıza çıkar (a). Birinci MTP eklemin hiperekstansiyonuyla plantar kapsülogamentöz kompleks değişik derecelerde yaralanır (b).

## ETİYOLOJİ ve YARALANMA MEKANİZMASI

Yaralanmaların %85'i, 1. MTP ekleminin hiperekstansiyonu ile olmaktadır (Şekil 2 a, b).<sup>[2]</sup> Bu yaralanmalarda ayak önü yer ile temasta iken topuk yukarıda, ayak ekin pozisyonundadır. Bu durum MTP ekleminde dorsifleksiyonun artmasına, volar yüzdeki anatomik yapıların (volar plate, sesamoidler, kısa fleksör kompleks gibi) aşırı gerilmesine neden olur. Sonuçta volar kompleksin basit gerilmesinden MTP eklemin çıkığına kadar farklı yaralanmalar oluşur. Kronik olguların çoğundan, yumuşak bir ayakkabı ve sık tekrarlayan hiperekstansiyon yaralanması sorumludur. Ciddi akut yaralanmalarda *volar* plate distalden ayrılır; eğer FHB'ler sağlamısa, asılma ile sesamoidler proksimale yer değiştirir.<sup>[11,12]</sup>

Tedavi edilmemiş ciddi yaralanmalar, MTP ekleminde kronik subluksasyona, pençe parmak gelişmesine, artrit ve kronik ağrı oluşmasına neden olur. Bazı olgularda hiperekstansiyona varus veya valgus zorlanması da eşlik edebilir. Kollateral bağların yaralanması, post-travmatik halluks varus veya valgus deformitelerinin gelişmesine neden olur. Birinci MTP ekleminin daha az görülen yaralanması da hiperfleksiyondur; *turf toe* yaralanmalarının %12'sini oluşturur.<sup>[13]</sup> Sıklıkla plaj voleybolu oynayanlarda görüldüğü için "*sand toe*" olarak da adlandırılmıştır. Bazı yazarlar ise bu yaralanmayı *turf toe*'dan ayrı tutmaktadırlar.

## TANI

Tanının esasını, klinik değerlendirme (öykü ve fizik bakı) ve görüntüleme oluşturur. Klinik ve görüntüleme temelli sınıflamalar, hastada tedavi yönteminin belirlenmesinde, prognoz ve spora dönüş için görüş oluşturmada önemlidir (Tablo 1).<sup>[14]</sup>

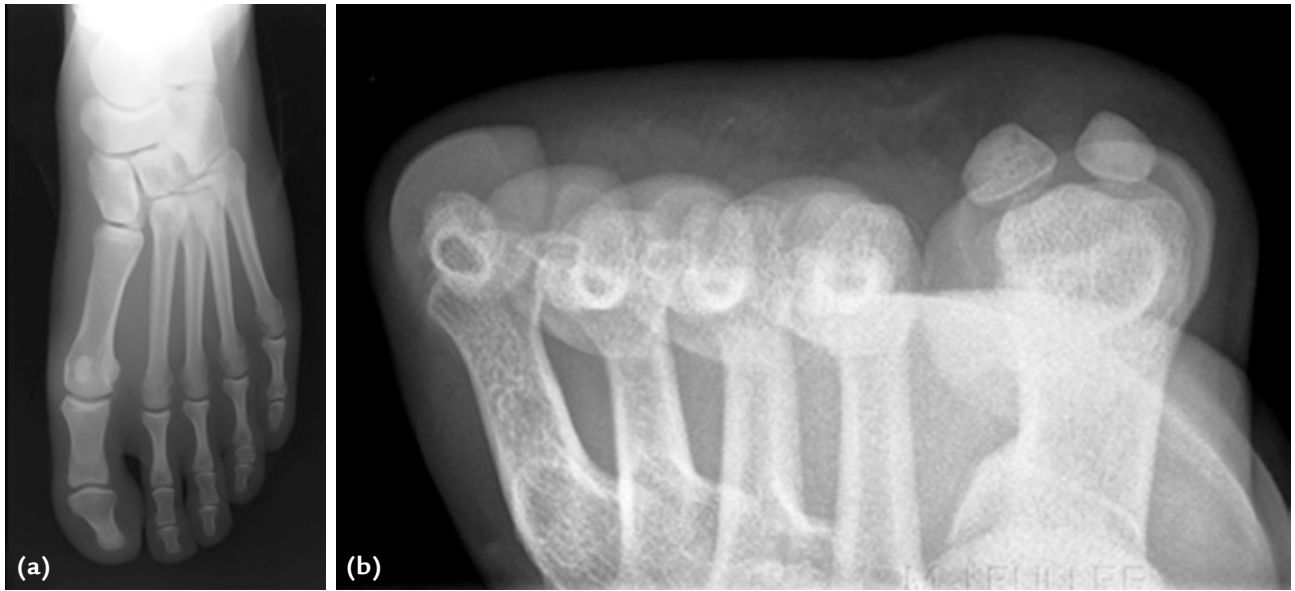
Öyküde, yaralanma mekanizması ve spor yapılan zeminin özelliklerinin sorgulanması önemlidir. Akut olgularda MTP eklem şiştir. Özellikle plantar yüzde kanamaya bağlı bir ekimoz görülebilir. Eklemin aktif ve pasif hareketleri ağrılıdır. Eklemin derin palpasyonu ağrı uyandırır. Hastalar, ayakkabı giymede ve ayağının üzerine basarak yürümede zorluk yaşarlar ve yürürken başparmağa yüklenmekten kaçınırlar. Akut ve özellikle kronik olgularda, nazik palpasyon ve instabilite testleri, varus-valgus stres testleri ile mediyolateral ve vertikal Lachman<sup>[14]</sup> testiyle de eklemin dorsoplantar stabilitesi ve özellikle volar yapıları (kısa fleksör kompleks, sesamoidler ve *volar* plate) değerlendirilir. Aktif ekstansiyon ve fleksiyonun, özellikle aktif fleksiyon gücünün kantitatif olarak değerlendirilmesi, olaya bu tendonların katılıp katılmadığının ve yaralanmanın derecesinin belirlenmesinde yardımcı olur.

## GÖRÜNTÜLEME

Radyoloji ilk değerlendirme yöntemi olmalıdır. Anteroposterior (AP), yan, 40° lateral ve mediyal

**Tablo 1.** Turf toe sınıflandırma ve yaralanmanın derecelendirilmesi (Andersen ve Shawen<sup>[14]</sup>)

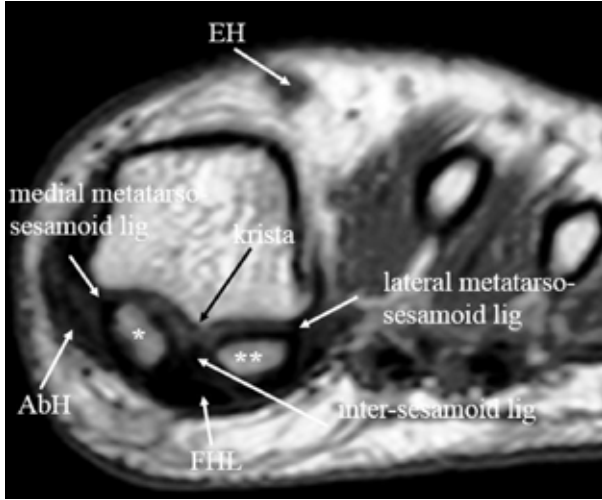
Hiperekstansiyon ( <i>turf toe</i> )	I	Glenosesamoid kompleksin gerilmesi Duyarlılık, minimal şişlik ve ekimoz
	II	Glenosesamoid komplekste kısmi yırtık Aşırı duyarlılık, belirgin şişlik ve ekimoz, ağırlı hareket kısıtlılığı
	III	Glenosesamoid komplekste tam yırtık + dorsal impaksiyon, kırıldak lezyonu Aşırı duyarlılık, belirgin şişlik ve ekimoz, ağırlı hareket kısıtlılığı, + vertikal Lachman
Hiperfleksiyon ( <i>sand toe</i> )		1. MTP eklemin (+ küçük parmağın IP eklemi) hiperfleksiyon yaralanması
Çıkık	I	İnteresamoid bağlar etkilenmeden çıkık
	IIA	İnteresamoid bağlar etkilenmeden çıkık + intsesamoid bağ rüptürü
	IIB	İnteresamoid bağlar etkilenmeden çıkık + bir veya her iki sesamoidde transvers kırık
	IIC	İnteresamoid bağda tam yırtık, bir sesamoidde kırık

**Şekil 3. a, b.** X-ray; yüklenmede AP (a) ve aksiyel (b) sesamoid görüntü.

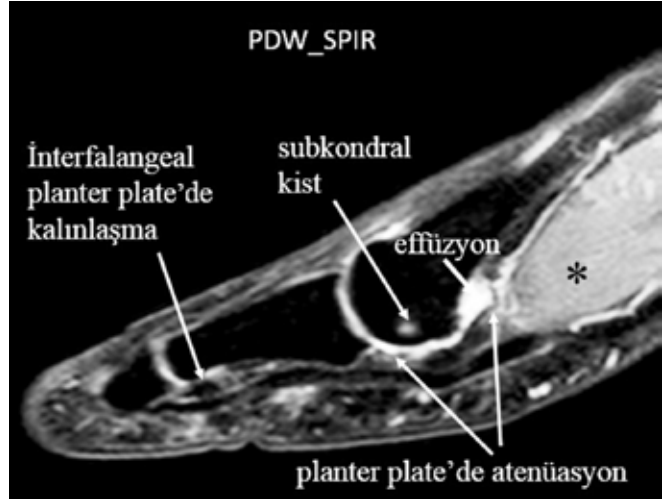
oblik, yüklenmede AP ve aksiyel sesamoid grafileri çekilmelidir (Şekil 3. a, b). Sağlam tarafta kırık, bipartit sesamoid ve deplasmanın değerlendirilmesine yardımcı olmak için mutlaka çekilmelidir. MTP dorsifleksiyona zorlanarak çekilen yan grafisi, subluksasyon, sesamoid kırığı ve yer değiştirmesini değerlendirmede yararlı olur.<sup>[2]</sup> *Turf toe* yaralanmasını taklit eden bir kadavra modelinde yapılan radyolojik değerlendirmede, iki yan bağ ve iki aksesuar sesamoid bağın oluşturduğu dörtlünün üçü kesildiğinde, falanksın proksimal kenarı ve sesamoidin distali arasında 3 mm'lik, tüm dördü kesildiğinde de 7 mm'lik bir ayrışmanın olduğu gösterilmiştir.<sup>[15]</sup>

Radyografinin tanı ve ayırıcı tanıdaki katkılarına rağmen eğer klinik şüphe varsa, tanı için manyetik

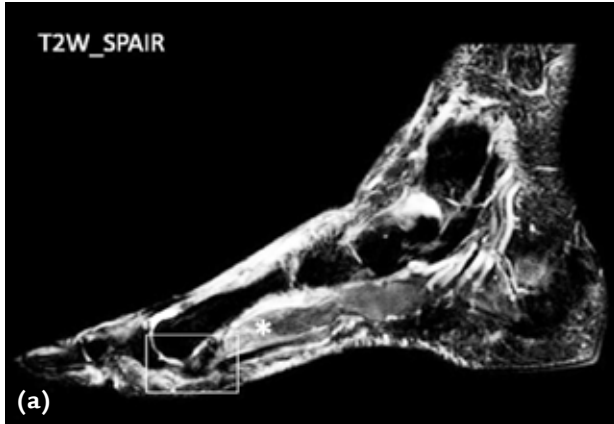
rezonans (MR) görüntüleme gereklidir ve yumuşak doku yaralanmasının değerlendirilmesinde çok duyarlıdır.<sup>[16-19]</sup> MTP'in küçük bir alanda ve karmaşık bir anatomik yapıyı barındırması nedeniyle, MR tekniğine sıkı uyulmalıdır. Ekstremitte yüzey *coil*'i ayak önüne yerleştirilir; 3T ile çok optimal görüntü sağlanır. Ancak, 1.5T cihazla da yeterli görüntü sağlanabilir. İnceleme alanı 10-14 cm, kesit kalınlığı 3 mm ve kesitler arası boşluk 0,3 mm olmalıdır.<sup>[20]</sup> Kesitler koronal (transvers arkusa paralel), aksiyel (longitudinal arkusa paralel) ve parasagittal planlarda alınmalıdır. Standart incelemede, yağ baskısız T1-ağırlıklı ve proton dansite (PD), sıvı duyarlı yağ baskılı proton dansite (PDFS), short tau inversion recovery (STIR) ve T2-ağırlıklı SPAIR görüntüleri alınmalıdır. Yağ baskısız T1 (ek olarak normal kemik



**Şekil 4.** Sol ayak 1. MTP eklem, T1-ağırlıklı koronal kesitte normal MR anatomisi. (\*), medial sesamoid; (\*\*), lateral sesamoid.



**Şekil 5.** Yirmi altı yaşında erkek hasta; halı sahada haftada üç kez futbol oynuyor. Sol ayak 1. MTP ekleminde ağrı ve şişlikten yakınıyor. Belirgin instabilite yok; dorsifleksiyon kısıtlı. Yağ baskılı PD-ağırlıklı sagittal kesitte, *plantar plate*'te zayıflama, ekleminde effüzyon, kondromalazi ve subkondral kist dikkati çekiyor. Ayrıca interfalangeal *plantar plate*'te de kalınlaşma mevcut.



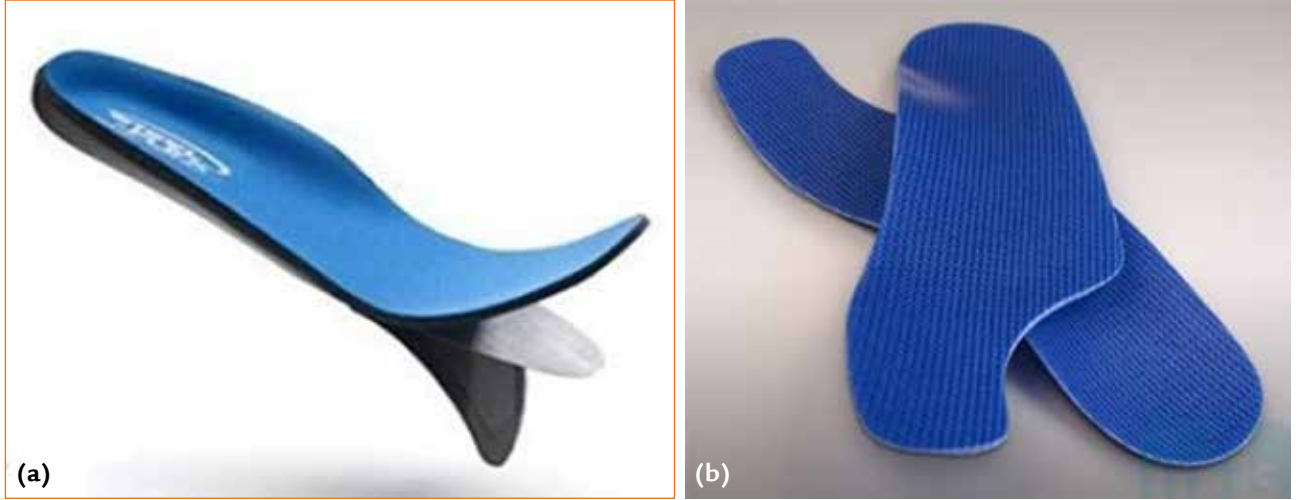
**Şekil 6. a, b.** Altmış üç yaşında kadın hasta; merdivenden düşme sonucu sağ ayak 1. MTP ekleminde hiperekstansiyon yaralanması olmuş. Yağ baskılı T2-ağırlıklı aksiyel kesitte plantar kapsüloligamentöz zorlanma ve abduktor hallusis kasında ödem mevcut (a). Aynı sekantta koronal kesitte, lateral sesamoidde ödem mevcut (b).

iliğini) (Şekil 4) ve PD (kıkırdağı) (Şekil 5) tendon ve bağları çok iyi gösterir. Sıvı duyarlı PDFS, STIR ve yağ baskılı T2 (Şekil 6. a, b) ödeme duyarlı olup, akut yaralanma, dejeneratif ve inflamatuvar artrit değişikliklerini göstermede yardımcı olur.

## TEDAVİ

Konservatif tedavi ilk basamaktır. Çok az olguda (%2'den az) cerrahi tedavi gerekmektedir.<sup>[21]</sup> Akut olgularda, ilk karşılaşmada RICE prosedürü (Rest

[istirahat], Ice [buz], Compression [kompresyon], Elevation [kaldırma]) uygulanmalıdır. Soğuk uygulaması, istirahat ve nonsteroidal anti-inflamatuvar ilaçlar (NSAİİ) ile ağrının ve ödemin giderilmesi, hızlı iyileşme ve erken rehabilitasyon, hatta spora dönüş için önemlidir. Özellikle sporcu ve antrenörler tarafından basit bir yaralanma gibi algılanır; halbuki eklem, istirahat ettirilmesi, tespiti önemlidir ve hastanın tedaviye pozitif katılımı sağlanmalıdır. Konservatif tedavinin başarısızlığı, 1. MTP ekleminde instabiliteye neden olabilir ve cerrahi ile tedaviyi zorunlu kılabilir.



Şekil 7. a, b. Turf toe'da kullanılan çelik levha (a) ve grafitle sertleştirilmiş tabanlıklar (b).

Akut olgularda bantlamadan kaçınılmalıdır. Akut olgularda, hasta birkaç gün sonra yürüme botu ile mobilize edilebilir ve tolere edebileceği kadar yük verebilir. Parmak hareketleri belirgin ağrı oluşturmuyorsa, 3-5 gün sonra nazik ROM (*range of motion*) egzersizlerine başlanabilir. Diğer önemli bir nokta da, ayakkabı kullanmaya geçildiğinde ayakkabı seçimidir. Ayakkabı tabanı sert olmalı ve hiperekstansiyona izin vermemelidir. Bu, ayakkabı içerisine konulmuş özel çelik veya grafit *turf toe* tabanlığıyla sağlanır (Şekil 7. a, b). Ancak, bu tip tabanlıklar aktif sporcular tarafından iyi tolere edilmemektedir. Bu durumda, özel tasarım ayakkabılar (önü sertleştirilmiş ve hafif mekik tarzında tabanı olan) önerilir. Seçilecek tedavi şekli ve sürelerini, spora dönüş zamanını, yaralanmanın derecesi belirler. Grade I yaralanmada; bantlama, sert tabanlı ayakkabı, başparmak için *turf toe* ateli (Şekil 8) yeterlidir. Hastalar kısa zamanda sorunsuz iyileşir ve spora dönerler. Grade II yaralanmada da benzer yöntemler yeterlidir. İyileşme süresi 2-4 hafta olup 3-4 haftalık rehabilitasyondan sonra ROM'da iyileşme ve şişlikte azalma varsa, hasta tolere edebileceği derecede ve ayakkabı içerisinde çelik veya karbonfiberden yapılmış *turf toe* desteği içeren tabanlık ile spora dönebilir. Grade III yaralanma ise iyileşme süresi uzun (8 hafta) ve spora dönüş de geç olmaktadır. Ciddi bir yaralanma olmasına rağmen, bu olgularda cerrahi tedavi endikasyonu sınırlıdır. Spora dönüş altı aydan önce olmamalıdır.<sup>[22]</sup> Eğer sorunsuz spora döndüyse, bantlama ve ayakkabı modifikasyonuna gerek kalmaz.

Cerrahi tedavi; ciddi kapsül yırtılması, bipartit sesamoidde diastaz, sesamoidin proksimale yer



Şekil 8. Turf toe atelleri; semi-rigid ve açılı ayarlı, yumuşak kavramalı.

değiştirmesi, ciddi instabilite ve halluks valgus gelişimi, konservatif tedavinin başarısız olduğu durumlarda endikedir (Tablo 2).<sup>[23]</sup>

Cerrahi ekspoju; ya tek ensizyonla, mediyalde ve (J) harfi şeklinde bir kesi ya da lateral yapıların daha iyi görünmesini sağlayacak ikinci bir lateral kesi ile sağlanır (Şekil 9). Ayrıca, plantar mediyal ve lateral kesi veya plantar lateral ve mediyal-medyal kombinasyonlar da tercih edilebilir. Önce lateral kesi ile plantar plate yırtığı 3/4-0 non-absorbabl sütür ile onarılır. Eğer sütür konulacak bir doku bulunmaz ise, *volar* plate ve kapsül mini ankor sütürle kemiğe tespit edilir. Tüm sütürler,

**Tablo 2.** Cerrahi tedavi endikasyonları

1. Ciddi kapsül yırtılması ve belirgin instabilite
2. Bipartit sesamoidde ayrışma (diastaz)
3. Sesamoid kırığında ayrışma
4. Sesamoidlerin retraksiyonu
5. Travmatik halluks valgus deformitesi
6. Vertikal instabilite (pozitif Lachman testi)
7. Loose body, eklem içine kaçmış veya sıkışmış avulsiyon kırığı
8. Kondral yaralanma
9. Konservatif tedavinin başarısız olması

**Şekil 9.** Klasik mediyal (J) insizyon ve mediyal ve plantar lateral çift insizyon teknikleri.

MTP eklem  $15^\circ$  plantar fleksiyonda iken bağlanır. Tamir işi tamamlandıktan sonra, sesamoidlerin pozisyonu ve stabilite skopi ile kontrol edilmelidir. Eğer tek taraflı veya çift taraflı sesamoid ayrışması veya kırık varsa; sesamoid rezeksiyonu, defektin FHB ile onarılması veya serklaj ile sesamoidlerin toplanması sağlanabilir. Kronik veya sekel olgularda (instabilite, sublukasyon, halluks valgus, pençeleşme) FHL'nin proksimal falanks tabanına transferi<sup>[24]</sup>, interfalangeal eklem arthrodezi önerilebilir.

İlk bir ay, yürüme alçısı veya yürüme botuyla MTP eklem dorsifleksiyonu engellenir. Bu süre sonrasında aktif, aktif-asistif ROM eksersizlerine başlanır. Spor aktivitesi 4-6 ay yasaklanır. Bu sürenin ardından hafif antrenmanlarla spora dönülmeye başlanır. Ağrısız  $50-60^\circ$  dorsifleksiyon yapılabildiği ve eklem de stabil olduğu durumda aktif spora başlanabilir. Klinik sonuçların değerlendirildiği çok az çalışma (Level IV) bulunmaktadır. Bu çalışmalar, Grade I ve Grade II yaralanmalarda konservatif tedaviyi desteklemektedir.<sup>[1,4-5,23]</sup> Anderson<sup>[23]</sup>, *turf toe* yaralanması olan 19 yüksek aktivite seviyeli, elit sporcunun dokuzunda cerrahi tedavi uygulanmış ve sadece iki olgu tam atletik aktiviteye dönebilmiştir.

## SONUÇ

1. *Turf toe*, sentetik sahada futbol oynayan sporcularda sık görülen, 1. MTP eklem hiperekstansiyona zorlanmasıyla oluşan bir yaralanmadır.
2. Akut olgularda MTP eklem çevresinde şişlik, ağrı, ağırlı hareket kısıtlılığı, ayağın üzerine basamama ve yürüme güçlüğü vardır. Fizik baskıda hareket kısıtlılığı ve instabilite testleri, yaralanmanın derecelendirilmesinde önemlidir. MR görüntüleme, tanıda altın standarttır.
3. Yaralanmanın derecesi, tedavi şeklini, iyileşmenin süresini ve spora dönüşü belirler. Grade I ve II yaralanmalarda konservatif tedavi yeterlidir. Hastalar spora 3-5 gün ila 2 haftada dönebilirler. Grade III yaralanmalar ciddi de olsa, çok az olguda (<2%) cerrahi tedavi endikasyonu vardır.

## KAYNAKLAR

1. Bowers KD Jr, Martin RB. Turf-toe: a shoe-surface related football injury. *Med Sci Sports* 1976;8(2):81-3.
2. Rodeo SA, O'Brien S, Warren RF, Barnes R, Wickiewicz TL, Dillingham MF. Turf-toe: an analysis of metatarsophalangeal joint sprains in professional football players. *Am J Sports Med* 1990;18(3):280-5. [Crossref](#)
3. Brophy RH, Gamradt SC, Ellis SJ, Barnes RP, Rodeo SA, Warren RF, Hillstrom H. Effect of turf toe on foot contact pressures in professional football players. *Foot Ankle Int* 2009;30(5):405-9. [Crossref](#)
4. Coker TP, Arnold JA, Weber DL. Traumatic lesions of the metatarsophalangeal joint of the great toe in athletes. *Am J Sports Med* 1978;6(6):326-34. [Crossref](#)
5. Clanton TO, Butler JE, Eggert A. Injuries to the metatarsophalangeal joints in athletes. *Foot Ankle* 1986;7(3):162-76.
6. McCormick JJ, Anderson RB. Turf toe: anatomy, diagnosis, and treatment. *Sports Health* 2010;2(6):487-94. [Crossref](#)
7. Clanton TO, Schon LC. Athletic injuries to the soft tissues of the foot and ankle: forefoot sprains. In: Coughlin MJ, Saltzman CL, Anderson RB, editors. *Mann's Surgery of the Foot and Ankle*, Vol 2. 9th ed. Philadelphia, PA: Mosby Elsevier; 2013. pp.1649-58.
8. Aper RL, Saltzman CL, Brown TD. The effect of hallux sesamoid excision on the flexor hallucis longus moment arm. *Clin Orthop Relat Res* 1996;(325):209-17.
9. Stokes IA, Hutton WC, Stott JR, Lowe LW. Forces under the hallux valgus foot before and after surgery. *Clin Orthop Relat Res* 1979;(142):64-72.
10. Nigg BM. Biomechanical aspects of running. In: Nigg BM, editor. *Biomechanics of Running Shoes*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers; 1986. pp.1-25.
11. Prieskorn D, Graves SC, Smith RA. Morphometric analysis of the plantar plate apparatus of the first metatarsophalangeal joint. *Foot Ankle* 1993;14(4):204-7.
12. McCormick JJ, Anderson RB. The great toe: failed turf toe, chronic turf toe, and complicated sesamoid injuries. *Foot Ankle Clin* 2009;14(2):135-50. [Crossref](#)

13. Frey C, Andersen GD, Feder KS. Plantarflexion injury to the metatarsophalangeal joint (“sand toe”). *Foot Ankle Int* 1996;17(9):576-81. **Crossref**
14. Anderson RB, Shawen SB. Great-toe disorders. In: Porter D, Schon L, editors. *Baxter’s the Foot and Ankle in Sport*, 2nd edition. Philadelphia, PA: Elsevier Health Sciences; 2007. pp.411-33.
15. Waldrop NE 3rd, Zirker CA, Wijdicks CA, Laprade RF, Clanton TO. Radiographic evaluation of plantar plate injury: an in vitro biomechanical study. *Foot Ankle Int* 2013;34(3):403-8. **Crossref**
16. Douglas DP, Davidson DM, Robinson JE, Bedi DG. Rupture of the medial collateral ligament of the first metatarsophalangeal joint in a professional soccer player. *J Foot Ankle Surg* 1997;36(5):388-90.
17. Fabeck LG, Zekhnini C, Farrokh D, Descamps PY, Delincé PE. Traumatic hallux valgus following rupture of the medial collateral ligament of the first metatarsophalangeal joint: a case report. *J Foot Ankle Surg* 2002;41(2):125-8.
18. Schein AJ, Skatski MR, Patel DB, White EA, Lundquist R, Gottsegen CJ, Forrester DM, Matcuk GR Jr. Turf toe and sesamoiditis: what the radiologist needs to know. *Clin Imaging* 2015;39(3):380-9. **Crossref**
19. Nery C, Baumfeld D, Umans H, Yamada AF. MR Imaging of the Plantar Plate. Normal Anatomy, Turf Toe, and Other Injuries. *Mag Reson Imaging Clin N Am* 2017;25(1):127-44. **Crossref**
20. Crain JM, Phancao JP, Stidham K. MR imaging of turf toe. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 2008;16(1):93-103. **Crossref**
21. George E, Harris AH, Dragoo JL, Hunt KJ. Incidence and risk factors for turf toe injuries in intercollegiate football: data from the national collegiate athletic association injury surveillance system. *Foot Ankle Int* 2014;35(2):108-15. **Crossref**
22. Hunt KJ, McCormick JJ, Anderson RB. Management of forefoot injuries in the athlete. *Oper Tech Sports Med* 2010;18:34-45.
23. Anderson RB. Turf toe injuries of the hallux metatarsophalangeal joint. *Tech Foot Ankle Surg* 2002;1(2):102-11.
24. Kay DB. Forefoot pain in the athlete. *Clin Sports Med* 1994;13(4):785-91.