

# Alt Ekstremitte Deformite Analizi (I)

Mehmet Çakmak\*, Korhan Özkan\*\*

Alt ekstremitte deformite analizi 5 alt grupta incelenir. Bunlar:

- A. Frontal plan deformiteleri
- B. Frontal plan malalignment testi
- C. Sagittal plan deformiteleri ve maloryantasyon testleri
- D. Oblik plan deformiteleri
- E. Translasyon ve translasyon-angulasyon deformiteleri

İki bölümden oluşan bu yazının ilk bölümünde frontal ve sagittal plan deformitelerini inceleyeceğiz.

## A. FRONTAL PLAN DEFORMİTELERİ

Her uzun kemiğin anatomik ve mekanik eksen olmak üzere iki eksenini vardır. Deformite analizinden önce bu eksenleri ve bazı terimleri tanımlamak gerekir.

**Mekanik eksen:** Bir uzun kemiğin proksimal ve distal eklemlerinin merkezi noktalarını birleştiren düz çizgi olarak tanımlanır.

**Anatomik eksen:** Bir uzun kemik diafizinin orta noktalarını birleştiren çizgidir.

**Alignment (Dizilim):** Kalça, diz ve ayak bileği eklemlerinin uzunlamasına yerleşiminin fizyolojik konumda olmasına denir.

**Malalignment (Kötü dizilim-Dizilim Bozukluğu):** Kalça diz ve ayak bileği eklemlerinin uzunlama yerleşiminin fizyolojik konumda olmamasına denir.

**Oryantasyon (Yönelim):** Bir uzun kemiğin (femur veya tibia) eklem yüzeyinin aynı kemiğin anatomik veya mekanik eksenine göre fizyolojik konumuna denir.

**Maloryantasyon (Kötü yönelim):** Bir uzun kemiğin eklem yüzeyinin aynı kemiğin anatomik veya mekanik eksenine göre fizyolojik konumunun bozulmasına denir.

**MAD=Mekanik Aks Deviasyonu (Mekanik aks eksen sapması):** Alt ekstremitte mekanik aksın dizin orta noktası ile arasındaki mesafeye denir.

\* Prof, Dr, İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji A.B.D

\*\*Dr, İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji A.B.D.

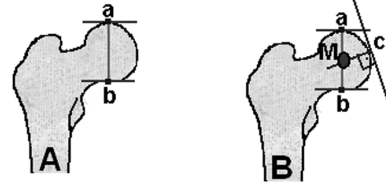
Normalde bu noktanın  $8 \pm 7$ mm medialindedir.

## Femur Mekanik Ekseni

Femur mekanik eksenini çizmek için femurun proksimal ve distal eklemlerinin merkezini bulmak gereklidir.

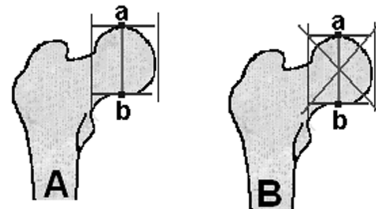
**Femur başının merkezi:** Femur proksimal eklem yüzünün merkezi femur başının merkezine uyar. Femur başının merkezi 4 şekilde bulunabilir.

1. Femur başına üstten ve alttan birbirine paralel iki teğet çizilir. Teğetlerin, femur başı ile temas noktaları (Şekil 1a, a ve b noktaları) birleştirilir. Böylece dairenin çapı bulunur. Sonra medialden bir teğet çizilir, bu teğetin femur başına temas noktasından (Şekil 1b, c noktası) çıkılan dikmenin çapı kestiği nokta femur başının merkezidir (M).



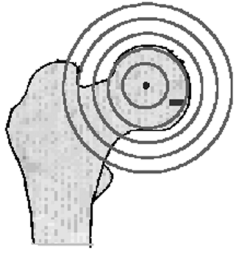
Şekil 1 a, b: Femur başına çizilen teğetler yardımıyla femur başı merkezinin bulunması.

2. Şekil 1 de çizilen 2 teğete, medialden ve lateralden dikey olarak iki teğet ilave edilerek şekil bir kare haline getirilir (Şekil 2a). Karenin köşegenleri çizilerek merkez bulunur (Şekil 2b).



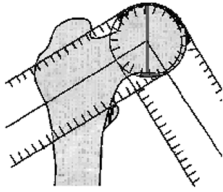
Şekil 2 a, b: Femur başına çizilen kare ve köşegenleri yardımıyla femur başı merkezi bulunması.

3. Mose halkaları kullanılarak femur başının merkezi bulunabilir (Şekil 3).



Şekil 3: Mose halkaları ile femur başı merkezinin bulunması.

4. Pratikte Mose halkaları yerine gonyometrenin dairesel kısmı kullanılarak femur başının merkezi bulunabilir (Şekil 4).

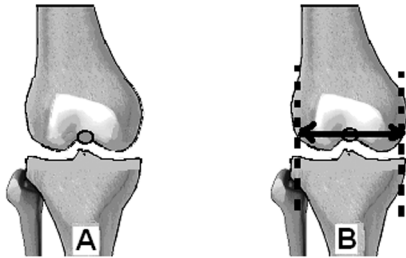


Şekil 4: Gonyometre ile femur başı merkezinin bulunması.

Femur distal eklem yüzünün merkezi: İki şekilde bulunabilir:

1. Femoral çentiğin tepe noktası alınabilir (Şekil 5a). Femoral çentik, femur distal eklem yüzünün merkezine uyar.

2. Femur kondillerinin dış kenarları arası ölçülür ve orta noktası alınır. Bu nokta tam olmasa bile femoral çentiğin tepe noktasına uyar (Şekil 5b).

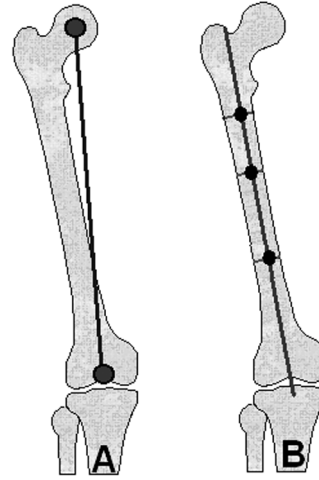


Şekil 5 a, b: Femur distal eklem yüzü merkezinin bulunması.

Femurun proksimal ve distal eklem yüzünün merkezi noktaları bulunduktan sonra, bu iki nokta birleştirilir ve femurun mekanik eksenini çizilmiş olur (Şekil 6a).

### Femur Anatomik Eksen

Femur anatomik eksen, femurun diafizine 2 veya 3 yerden dikey olarak çizilen çizgilerin orta noktaları birleştirilerek çizilir (Şekil 6b).



Şekil 6 a, b: Femur eksenleri; a: Mekanik eksen; b: Anatomik eksen.

### Tibia Mekanik Eksen

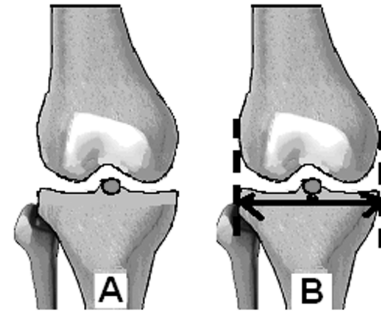
Tibia mekanik eksenini çizmek için tibia proksimal ve distal eklemlerinin merkezini bulmak gereklidir.

Tibia proksimal eklem yüzünün merkezi iki şekilde bulunur:

1. İki tibial spine (tüberkül) arası alınır (Şekil 7a).

2. Tibial platonun orta noktası alınır (Şekil 7b).

Bunun için iç tibial platonun bittiği noktadan eklem yüzüne bir dikme çıkarılır. Aynı şekilde dış tibial platonun bittiği yerden ikinci bir dikme çıkarılır. Bu dikmeler arası dikey olarak birleştirilir ve orta noktası merkezi gösterir.



Şekil 7 a, b: Tibia proksimal eklem yüzü orta noktası

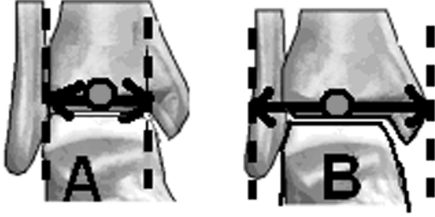
Tibia distal eklem yüzünün merkezi dört şekilde bulunur:

1. Distal tibia eklem yüzü orta noktası bulunur (Şekil 8a).

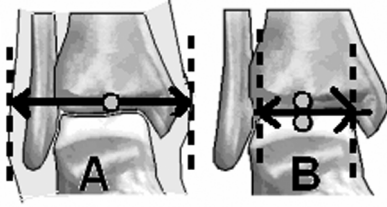
2. Tibia ve fibula kemiklerinin orta noktası bulunur (Şekil 8b).

3. Yumuşak dokuların orta noktası bulunur (Şekil 9a).

4. Talusun orta noktası bulunur (Şekil 9b).



Şekil 8 a, b: Tibia distal eklem yüzü orta noktası a: Distal tibia eklem yüzü ortası; b: Kemiklerin orta noktası.

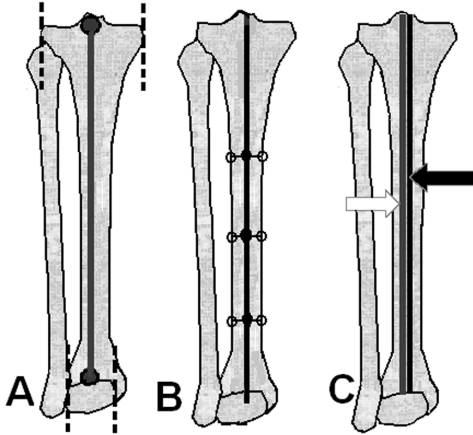


Şekil 9 a, b: Tibia distal eklem yüzü orta noktası. a: Yumuşak dokuların ortası; b: Talus domunun ortası da aynı yere tekabül eder (Talus superior eklem yüzünün orta noktası da aynı noktayı gösterir).

Tibianın proksimal ve distal eklem yüzü orta noktaları birleştirilir ve tibianın mekanik eksenini çizilir (Şekil 10a).

### Tibia Anatomik Eksenini

Tibianın diafizine 2 veya 3 yerde dikey olarak çizilen çizgilerin orta noktaları bulunur. Bu noktalar birleştirilerek tibianın anatomik eksenini çizilir (Şekil 10b).



Şekil 10 a, b, c: Tibia eksenleri. a: Mekanik eksen; b: Anatomik eksen; c: Tibianın anatomik (koyu ok) ve mekanik eksen (açık ok) arasındaki ilişki.

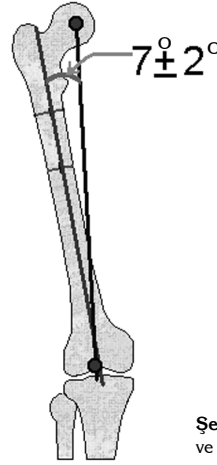
### Tibiada Anatomik-Mekanik Eksen İlişkileri

Mekanik eksen düz bir çizgidir. Anatomik eksen diafiz orta noktalarını birleştiren çizgi olduğu için,

anatomik eksen eğri (sagittal planda femurun anatomik eksenini gibi) olabilir.

Frontal planda tibianın anatomik ve mekanik eksenleri birbirine paraleldir ve aralarında sadece birkaç mm aralık vardır. İki eksen arasında açı 0 derecedir. Bu nedenle pratikte anatomik ve mekanik eksen aynı kabul edilir (Şekil 10c).

Frontal planda femurun anatomik ve mekanik eksenleri farklıdır. İki eksen arasında ortalama 7 derece açı vardır. Normalde 2 derece sapma olabilir (Şekil 11).

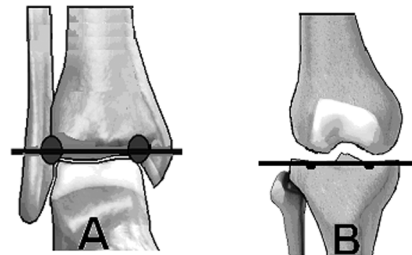


Şekil 11: Femurun frontal planda anatomik ve mekanik eksenini.

### Tibia Eklem Oryantasyon Çizgileri

Frontal planda tibia distal eklem oryantasyon çizgisini çizmek için, distal tibianın subkondral çizgisini esas alınır (Şekil 12a).

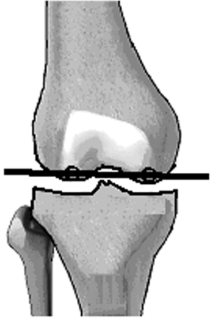
Frontal planda tibia proksimal eklem oryantasyon çizgisini çizmek için, iki tibial platonun subkondral çizgisinin konkav noktaları birleştirilir (Şekil 12b).



Şekil 12 a, b: a: Frontal planda tibia distal eklem oryantasyon çizgisi, b: Frontal planda tibia proksimal eklem oryantasyon çizgisi.

### Femur Eklem Oryantasyon Çizgileri

Frontal planda femur distal eklem oryantasyon çizgisini çizmek için, distal femurun subkondral çizgisini esas alınır (Şekil 13).

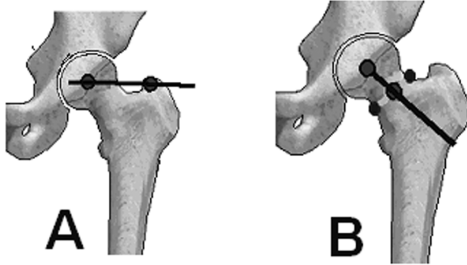


Şekil 13: Frontal planda femur distal eklem oryantasyon çizgisi.

Frontal planda femur proksimal eklem oryantasyonu için iki çizgiden yararlanılır.

1. Büyük trokanter tepe noktasını femur başı merkezi ile birleştiren çizgi (Şekil 14a).

2. Femur boynu orta noktasını femur başı merkezi ile birleştiren çizgi (Şekil 14b).



Şekil 14 a, b: Frontal planda femur proksimal eklem oryantasyon çizgileri; a: Femur başı merkezi ile büyük trokanter tepesini birleştiren çizgi, b: Femur başı merkezini, femur boynunun orta noktası ile birleştiren çizgi.

### Eklem Oryantasyon Çizgileri ile Mekanik ve Anatomik Eksenler Arası İlişkiler

Bu ilişkileri göstermek için ölçülen açılar genellikle 4 büyük harfle tanımlanır. Birinci harf açının yönünü tanımlar. Eğer açı frontal planda ise açı yönü ya lateral ya da medial olur. Eğer sagittal planda ise ya anterior ya da posterior olur. Bu nedenle birinci harf yön kelimelerinin baş harfleri olan L, M, A veya P harflerinden biridir.

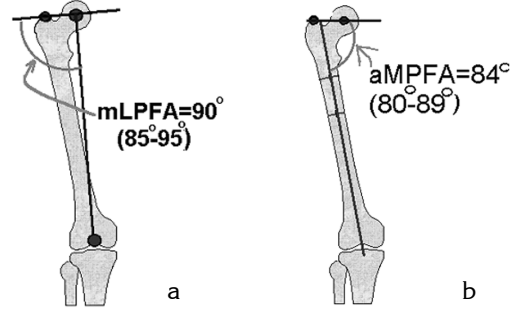
İkinci harf açının kemiğin proksimalinde mi yoksa distalinde mi olduğunu gösterir. İkinci harf proksimalde ise P, distalde ise D harfidir.

Üçüncü harf açının hangi kemiğe (tibia, femur) ait olduğunu gösterir. Üçüncü harf eğer açı tibia ya ait ise T, femura ait ise F harfidir.

Dördüncü harf hepsinde aynıdır ve açı kelimesinin baş harfi olan A' dir.

Bunlardan farklı olarak, 4 büyük harflik açı tanımı önüne küçük harfle a veya m yazılabilir. a harfi açının anatomik eksene göre çizildiğini, m harfi ise mekanik eksene göre çizildiğini gösterir.

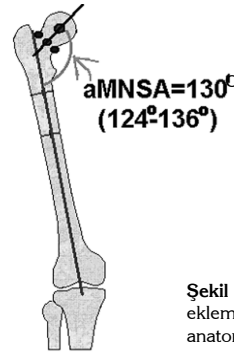
**1. mLPFA:** Femur başı merkezi ile trokanter tepesini birleştiren çizgi, femur mekanik eksenine ile lateralde ortalama 90 derece (en az 85, en çok 95 derece) açı yapar. Bu açığa Lateral Proksimal Femoral Açısı (mLPFA) (Şekil 15a) adı verilir.



Şekil 15 a, b: Frontal planda femur proksimal eklem oryantasyon çizgisinin, a: Femurun mekanik eksenine ile; b: Femurun anatomik eksenine ile ilişkisi.

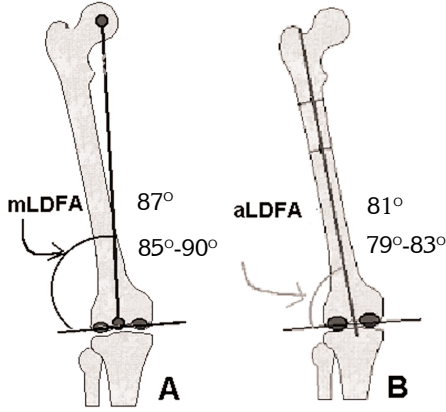
**2. aMPFA:** Femur başı merkezi ile trokanter tepesini birleştiren bu çizgi anatomik eksenle medialde ortalama 84 (en az 80- en çok 89) derece açı yapar. Bu açığa Medial Proksimal Femoral Açısı aMPFA adı verilir (Şekil 15b).

**3. aMNSA:** Femur başı merkezini femur boynu orta noktası ile birleştiren çizgi anatomik eksenle medialde ortalama 130 (en az 124 - en çok 136) derece açı yapar. Bu açığa Medial Neck-Shaft Angle (Medial Boyun Şaft Açısı) aMNSA adı verilir (Şekil 16).



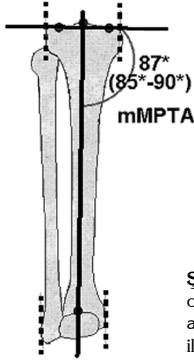
Şekil 16: Frontal planda femur proksimal eklem oryantasyon çizgisinin, femurun anatomik eksenine ile ilişkisi.

**4. mLDFa ve aLDFa:** Distal femur eklem oryantasyon çizgisi femur mekanik eksenine ile lateralde ortalama 87 derece (en az 85, en çok 90 derece) açı yapar (Şekil 17a). Bu açığa mekanik Lateral Distal Femoral Açısı (mLDFa) adı verilir. Bu çizgi anatomik eksenle lateralde ortalama 81 (en az 79- en çok 83) derece açı yapar (Şekil 17a). Bu açığa anatomik Lateral Distal Femoral Açısı (aLDFa) adı verilir.



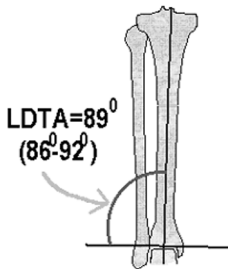
Şekil 17a, b: Frontal planda femur distal eklem oryantasyon çizgisinin, a: Femurun mekanik eksenine; b: Femurun anatomik eksenine ilişkisi.

**5. mMPTA:** Proksimal tibia eklem oryantasyon çizgisi tibia mekanik eksenine ile medialde ortalama 87 derece (en az 85, en çok 90 derece) açı yapar (Şekil 18). Bu açığa Medial Proksimal Tibial Açık (mMPTA) adı verilir. Bu çizgi anatomik eksenle medialde aynı derece açı yapar. Çünkü tibianın anatomik ve mekanik eksenini aynı kabul edilir.



Şekil 18: Tibia proksimal eklem oryantasyon çizgisinin tibianın anatomik ve mekanik eksenine ilişkisi.

**6. mLDTA:** Distal tibia eklem oryantasyon çizgisi tibia anatomik ve mekanik eksenine ile lateralde ortalama 89 derece (en az 86, en çok 92 derece) açı yapar (Şekil 19). Bu açığa Lateral Distal Tibial Açık (mLDTA) adı verilir.



Şekil 19: Frontal planda tibia distal eklem oryantasyon çizgisinin tibianın anatomik ve mekanik eksenine ilişkisi.

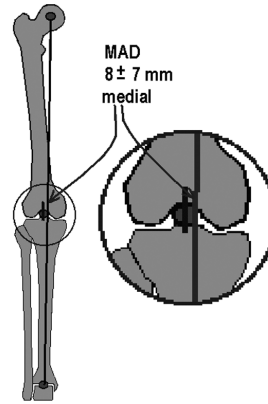
## B. FRONTAL PLAN MALALİGNMENT TESTİ ( MAT)

Deformite şüphesi olan bir olguyla karşılaştığımızda, ilk öğrenmek isteyeceğimiz şey, 'Deformite var mı?' sorusunun cevabıdır. Bazı deformiteler şüpheye yer bırakmayacak kadar belirgindir. Deformitelerin çoğunluğu ise gerekli ölçümler yapılmıca anlaşılır. Deformite belirgin olsun veya olmasın, deformitede bu ölçümler (malalignment testi) rutin olarak yapılmalıdır. Çünkü elde edilen veriler daha sonra yapılacak işlemler için gereklidir.

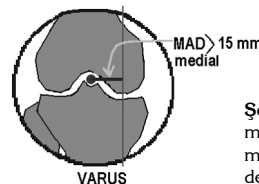
### Malalignment Testi 1

Bu testin amacı "Deformite var mı ?" sorusuna yanıt bulmaktır. Femur başının ve ayak bileğinin merkezi bulunur. Bu iki nokta birleştirilerek alt ekstremitenin mekanik eksenine çizilir. Bu çizgi dizin merkezinin ortalama  $8 \pm 7$  mm medialinden geçer (Şekil 20).

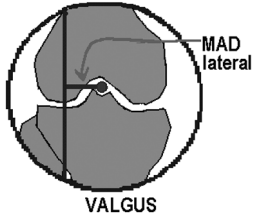
Alt ekstremitte mekanik ekseninin dizin merkezinden 15 mm'ye kadar medialden geçmesi normal kabul edilir. Ancak mekanik eksen 15 mm'den daha fazla medialden veya lateralden geçiyorsa (mesafe önemli değil) Mekanik Aks Deviasyonu=sapması (MAD) adı verilir. MAD medialde ve 15mm'den büyükse varus deformitesi söz konusudur (Şekil 21). Alt ekstremitenin mekanik eksenine dizin merkezine lateral geçiyorsa (miktar önemli değil) valgus deformitesi vardır (Şekil 22).



Şekil 20: Frontal planda alt ekstremitenin mekanik eksenine, diz merkezinin ortalama  $8 \pm 7$  mm medialinden geçer.



Şekil 21: Frontal planda alt ekstremitenin mekanik eksenine, dizin merkezinin 15 mm'den fazla medialden geçerse varus deformitesi vardır.

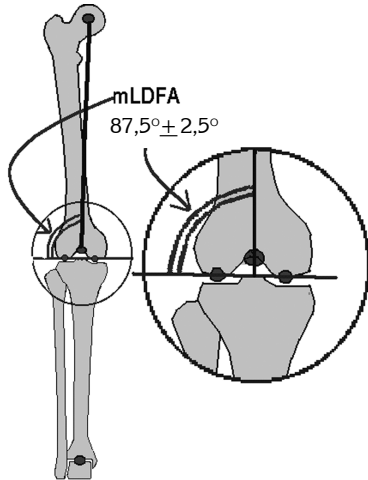


Şekil 22: Frontal planda alt ekstremitenin mekanik eksenini dizin merkezine lateral geçiyorsa valgus deformitesi söz konusudur.

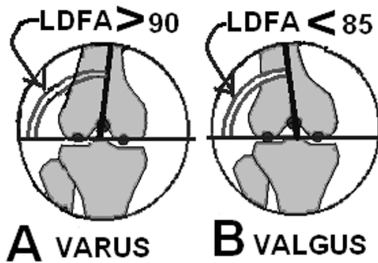
### Malalignment Testi 2

Bu testte, "Deformite nerede; femurda mı?" sorusunun cevabı aranır. Bunun için Lateral Distal Femoral Açısı (mLDFA) ölçülür. Femur başı merkezi, femur distal eklem yüzü merkezi ile birleştirilerek femur mekanik eksenini çizilir. Sonra femoral kondillerin en alt subkondral noktaları birleştirilerek distal femur oryantasyon hattı çizilir. Bu iki çizgi femur dışı yanında bir açı (mLDFA) oluşturur. Bu açı normalde  $87,5 \pm 2,5$  derecedir (Şekil 23).

Bu açı 90 dereceden büyükse femurda deformite vardır ve varus deformitesini gösterir. Açı 85 dereceden küçükse femurda valgus deformitesini gösterir (Şekil 24).



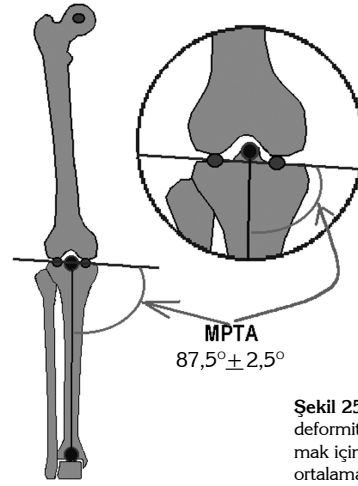
Şekil 23: Frontal planda femurda deformite olup olmadığını anlamak için mLDFA açısı çizilir. Bu açı ortalama  $87,5 \pm 2,5$  derecedir.



Şekil 24: Frontal planda femurda varus veya valgus deformiteleri oluşur.

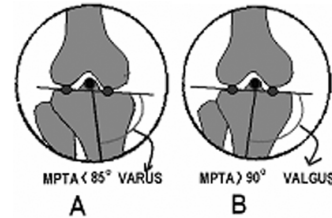
### Malalignment Testi 3

Bu testte, "Deformite nerede; tibiada mı?" sorusunun cevabı aranır. Bunun için Medial Proximal Tibial Açısı (MPTA) ölçülür. Tibia proksimal eklem yüzü merkezi, tibia distal eklem yüzü merkezi ile birleştirilerek tibia mekanik eksenini çizilir. Sonra tibial platoların en alt subkondral noktaları birleştirilerek proksimal tibia oryantasyon hattı çizilir. Bu iki çizgi tibia iç yanında bir açı (MPTA) oluşturur. Bu açı normalde  $87,5 \pm 2,5$  derecedir (Şekil 25).



Şekil 25: Frontal planda tibiada deformite olup olmadığını anlamak için MPTA açısı çizilir. Bu açı ortalama  $87,5 \pm 2,5$  derecedir.

Bu açı 85 dereceden küçükse tibiada deformite vardır ve bu varus deformitesidir (Şekil 26a). Eğer açı 90 dereceden büyükse tibiada deformite vardır ve bu valgus deformitesidir (Şekil 26b).

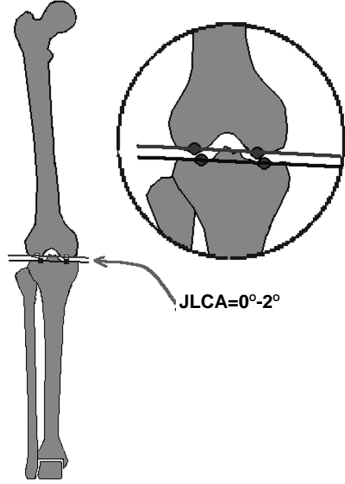


Şekil 26 a, b: Frontal planda tibiada deformiteyi, a: MPTA 85 dereceden küçük ise tibiada varus deformitesini; b: MPTA 90 dereceden daha büyük ise tibiada valgus deformitesini gösterir.

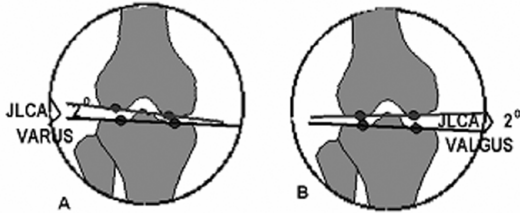
### Malalignment Testi 4

Bu testte, "Deformite nerede; diz ekleminde mi?" sorusunun cevabı aranır. Bu sorunun cevabını almak için, femoral ve tibial diz eklem çizgileri arasında JLCA (Joint line convergence angle) ölçülür. Femoral kondillerin en alt subkondral noktaları birleştirilerek distal femur oryantasyon hattı çizilir. Sonra tibial platoların en alt subkondral noktaları birleştirilerek proksimal tibia oryantasyon hattı çizilir. Bu iki çizgi birbirine paraleldir. Aralarında 2

dereceye kadar açı olabilir. 2 dereceden daha büyük açı olması deformitenin diz ekleminde olduğunu gösterir (Şekil 27). Bu açı 2 dereceden büyükse ve medialde ise diz ekleminde valgus deformitesi vardır (Şekil 28a). Eğer JLCA açısı 2 dereceden büyükse ve lateralde ise diz ekleminde varus deformitesi vardır (Şekil 28b).



Şekil 27: Frontal planda diz ekleminde deformite olup olmadığını anlamak için JLCA açısı çizilir. Bu açı normalde 0 derecedir.

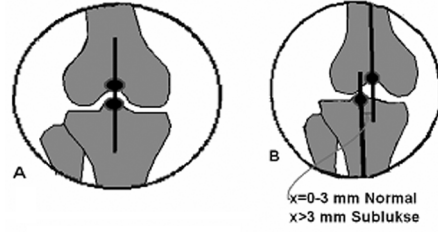


Şekil 28 a, b: Frontal planda diz ekleminde deformite; a: JLCA 2 dereceden büyük ve medialde ise diz ekleminde valgus deformitesini gösterir; b: JLCA 2 dereceden büyük ve lateralde ise diz ekleminde varus deformitesini gösterir.

### Malalignment Testi 5

Bu ve bundan sonraki testler gerekirse yapılır. İlk olarak "Diz ekleminde subluksasyon var mı?" sorusuna yanıt aranır. Bunun için femur distal eklem yüzü ile tibia proksimal eklem yüzüne kenarlardan dik çizgiler çizilir ve bu dik çizgiler arasındaki mesafenin orta noktası bulunur ve işaretlenir.

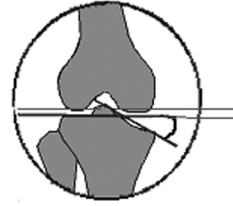
Bu iki nokta normalde aynı hizada bulunur. Aralarındaki mesafe 3 mm'ye kadar normal kabul edilir (Şekil 29a). Üç mm' den fazla mesafe varsa malalignment sebebi diz subluksasyonudur (Şekil 29b).



Şekil 29 a, b: a: Normal diz ekleminde eklem yüzeylerinin orta noktaları aynı hizadadır; b: Diz ekleminde subluksasyon olup olmadığını araştırmak için, diz eklem yüzeylerinin orta noktaları kıyaslanır.

### Kondiler malalignment var mı?

Her iki femoral kondil ve her iki tibial platonun eklem yüzeyleri aynı aynı çizilir. Her iki tibial platonun eklem yüzey çizgileri birbirini takip eder, aralarında açı veya merdivenleşme yoktur. Tibial plato yüzeyleri arasında, paralellik bozulmuşsa yani aralarında bir açı varsa veya merdivenleşme oluşmuşsa kondiler malalignment söz konusudur. Aynı şey femoral kondiller için de geçerlidir, fakat femoral kondiller yuvarlak olduğu için tibial platoda olduğu kadar anlamlı değildir (Şekil 30).



Şekil 30: Diz ekleminde tibial plato eklem yüzeyleri aynı hizadadır. Aralarında açı yoktur. Açı varsa deformitenin sebebi olabilir.

### Maloryantasyon Testi (MOT)

Diz ekleminde eklem yüzeylerinde maloryantasyon olduğu zaman MAD ortaya çıkar. Bu durum MAT (Malalignment Testi) ile kolayca belirlenir. Bu nedenle MAT diz ekleminde mekanik eksen sapması ile birlikte maloryantasyonu da ortaya çıkarır.

Kalça ve ayak bileğinde durum farklıdır. Tibia distal uçta ve femur proksimal uçta, kalça ve ayak bilek merkezlerine yakın yerde deformite olduğu zaman, Mekanik Aks Deviasyonu (MAD) genellikle görülmez veya minimaldir.

Bu nedenle kalça ve ayak bileğine yakın yerlerde oluşan deformite MAT ile ortaya konamaz. Deformite analizinin tam olmasını istiyorsak MAT yaptıktan sonra kalça ve ayak bileği MOT'u yapmalıyız.

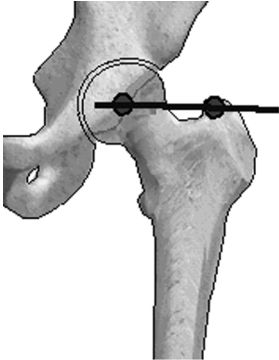
### Kalça MOT

#### Maloryantasyon testi 1

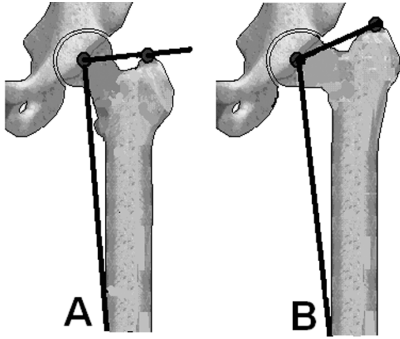
a. Trokanter tepesi ile femur başı merkezi bir çizgi

ile birleştirilir (Şekil 31).

- Femur mekanik eksenini çizilir.
- Lateralde oluşan mLPFA ölçülür. (Şekil 32).
- Normalde 90 derecedir. (Şekil 32a).  
(en az 85, en çok 95 derece) (Bakınız Şekil 15a)
- Açı 85 dereceden küçükse koksa valga, açı 95 dereceden büyükse koksa vara deformitesi vardır



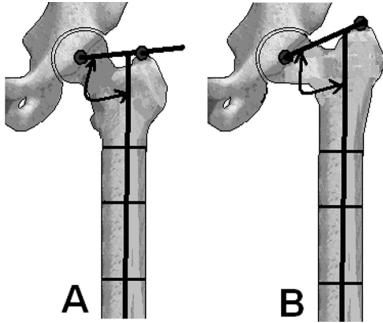
Şekil 31: Trokanter-baş çizgisi



Şekil 32 a, b: Trokanter-baş çizgisinin femur mekanik eksenine ilişkin ilişkisi, a: Normal kalça; b: Koksa vara.

### Maloryantasyon testi 2 (Şekil 33)

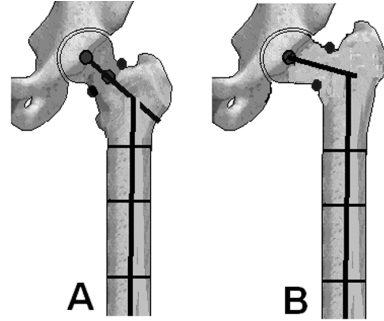
- Trokanter tepesi ile femur başı merkezi bir çizgi ile birleştirilir.
- Femur anatomik eksenini çizilir.
- Medialde oluşan mLPFA ölçülür.
- Normalde 84 derecedir (en az 79, en çok 89).



Şekil 33 a, b: Trokanter-baş çizgisinin femur anatomik eksenine ilişkin ilişkisi, a: Normal kalça; b: koksa vara

### Maloryantasyon testi 3 (Şekil 34)

- Femur başı merkezi ile femur boyun orta noktası bir çizgi ile birleştirilir.
- Femur anatomik eksenini çizilir.
- Medialde oluşan aMNSA ölçülür.
- Normalde 130 derecedir (en az 124, en çok 136).  
Açı 124 dereceden küçükse koksa vara, açı 136 dereceden büyükse koksa valga deformitesi vardır.

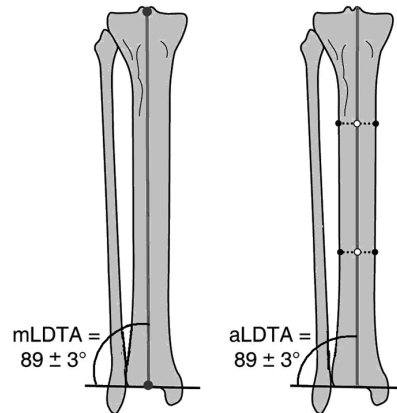


Şekil 34 a, b: Baş boyun çizgisinin anatomik eksenle ilişkisi, a: Normal kalça; b: koksa vara

### Ayak Bileği MOT

#### Maloryantasyon testi 4 (Şekil 35)

- Distal tibia eklem oryantasyon çizgisi çizilir
- Tibia anatomik veya mekanik eksenini çizilir.
- Lateralde oluşan LDTA ölçülür.
- Normalde 89° (en az 86°, en çok 92°).  
Açı 86 dereceden küçükse valgus, açı 92 dereceden büyükse varus deformitesi vardır.



Şekil 35: Distal tibia eklem oryantasyon çizgisi ile tibia mekanik eksen (solda) ve anatomik eksen (sağda) ilişkisi.



### C. SAGİTAL PLAN DEFORMİTELERİ VE MALORYANTASYON TESTLERİ

Diz eklemi sagittal planda hareket ettiği için kalça, diz ve ayak bileğinin sagittal plandaki dizilimi normal diz hareketi ve yürüyüş sırasında değişiklik gösterir. Genelde frontal deformitelerin analizinde statik değerlendirmeler yeterli olmasına karşın, sagittal plan deformite değerlendirilmesinde dinamik faktörlerin de göz önüne alınması gereklidir.

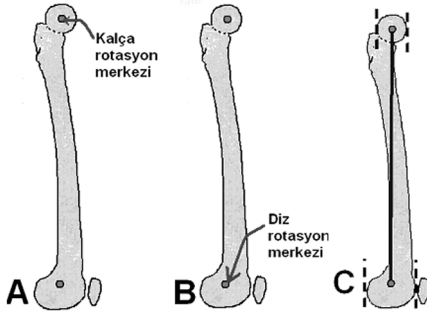
#### Femur Mekanik Ekseni

Sagittal planda femur mekanik eksenini çizmek için, kalça ve diz rotasyon merkezini bulmak gereklidir (Şekil 36).

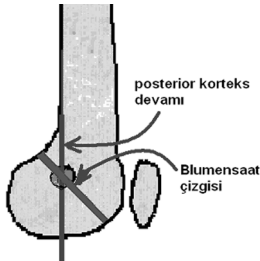
Kalça rotasyon merkezi: Lateral radyografide femur başının merkezidir. Bu merkez frontal planda anlatıldığı gibi bulunur (Şekil 36a).

Diz rotasyon merkezi: Lateral radyografide femur posterior korteksini devam ettiren çizginin, Blumensaat çizgisiyle kesiştiği noktadır (Şekil 37)

Kalça ve diz rotasyon merkezleri birleştirilir ve femur mekanik eksenini çizilir (Şekil 36c).



Şekil 36 a, b, c: a: Kalça rotasyon merkezi; b: Diz rotasyon merkezi; c: Femur mekanik eksenini.



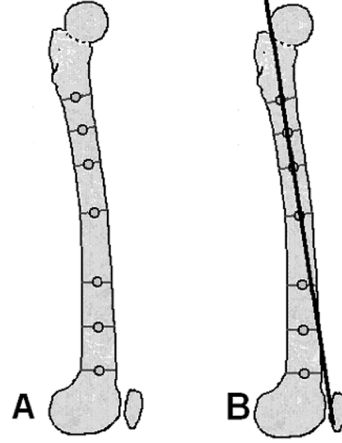
Şekil 37: Diz rotasyon merkezinin bulunması.

#### Femur Anatomik Ekseni

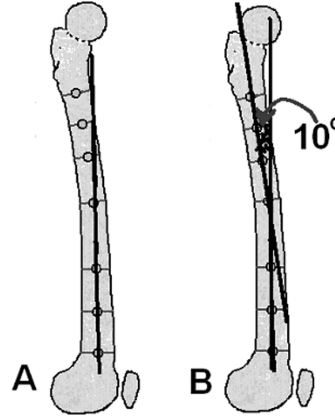
Sagittal planda femur anatomik eksenini çizmek için, femurun diafizine 2 veya 3 yerde dikey olarak çizgiler çizilir, bu çizgilerin her iki korteksi kestiği noktalar arasındaki mesafeler ölçülür. Bu çizgilerin orta noktaları bulunarak işaretlenir. Orta noktalar

birleştirilerek femurun anatomik eksenini çizilir (Şekil 38).

Femur sagittal planda düz değil eğridir. Bu nedenle anatomik eksenini de eğridir. Bu eğrilik nedeniyle, femurun proksimal ve distal yarısının anatomik eksenini ayrı çizilir. İkisi arasında normalde 10 derece açı vardır (Şekil 39).



Şekil 38 a, b: Sagittal planda femur anatomik eksenini çizimi, a: Femurun orta hatlarının bulunması; b: Proksimal bölüm anatomik eksenini çizilmesi.



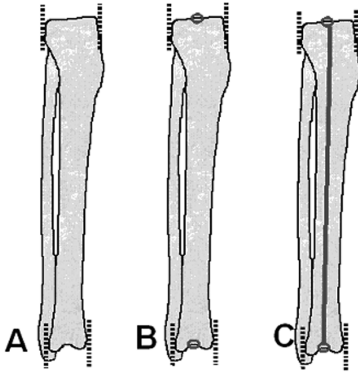
Şekil 39: a: Distal bölüm anatomik eksenini çizimi; b: Proksimal ile distal bölüm arasında 10 derece açı vardır.

#### Tibia Mekanik Ekseni

Sagittal planda tibia mekanik eksenini çizmek için tibianın proksimal ve distal eklemlerinin merkezini bulmak gereklidir.

Tibia proksimal eklem merkezi: Lateral radyografide tibia proksimal eklem yüzüne anterior ve posterior ucundan birer dikme çıkarılır, iki dikme arasındaki mesafenin orta noktası tibia proksimal eklem merkezini gösterir (Şekil 40).

Tibia distal eklem merkezi: Lateral radyografide tibia distal eklem yüzü anterior ve posterior ucundan bir dikme çıkarılır, iki dikme arasındaki mesafenin orta noktası tibia distal eklem merkezini gösterir (Şekil 40a,b).

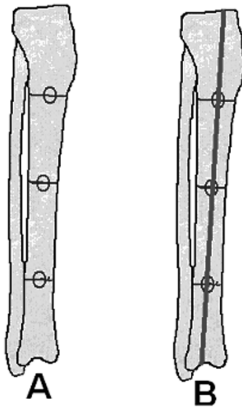


Şekil 40 a, b, c: Sagittal planda tibia mekanik eksen çizimi; a: Eklemler yüzü kenarlarından dikme çıkılır; b: İki dikme arasında orta nokta bulunur; c: İki orta nokta birleştirilir.

Tibia proksimal ve distal eklemler yüzü merkezleri birleştirilerek tibia mekanik eksenini çizilir (Şekil 40c).

### Tibia Anatomik Ekseni

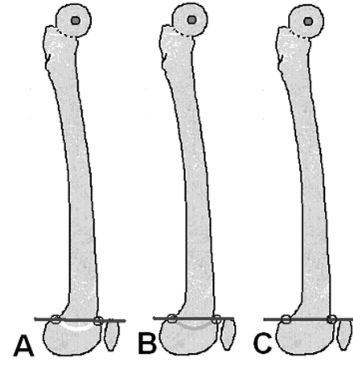
Tibianın diafizine 2 veya 3 yerden dikey olarak çizilen çizgilerin orta noktaları bulunur, bunlar birleştirilerek tibia anatomik eksenini çizilir (Şekil 41).



Şekil 41: Sagittal planda tibia anatomik eksenini

### Distal Femur Oryantasyon Hattı

Büyüme plağı açık olanlarda büyüme plağının en anterior ve en posterior noktalarını birleştiren çizgidir (Şekil 42a). Büyüme plağı kapandıktan sonra büyüme kırığının kalsifiye çizgisi esas alınır (Şekil 42b). Bu da kaybolmuşsa femoral kondillerin metafizle birleştiği noktalar esas alınır ve bu noktalar birleştirilerek distal femurun sagittal plandaki oryantasyon hattı çizilir (Şekil 42c).

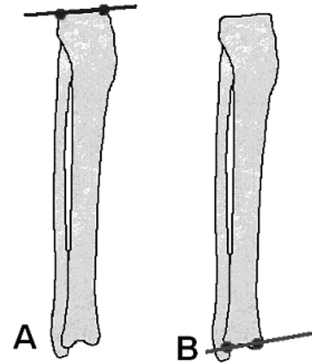


Şekil 42 a, b, c: Sagittal planda femur distal eklemler oryantasyon hattı çizimi; a: Büyüme kırığının açıkken; b: Büyüme kırığının kalsifiye olduktan sonra; c: Büyüme kırığının veya onun izi, olmadığı zaman.

### Tibia Oryantasyon Hatları

Proksimal tibia oryantasyon hattı platoların altında kalan düz subkondral hattır (Şekil 43a).

Distal oryantasyon hattı ise tibianın anterior ve posterior dudaklarının uç noktaları arasında çizilen çizgidir (Şekil 43b).

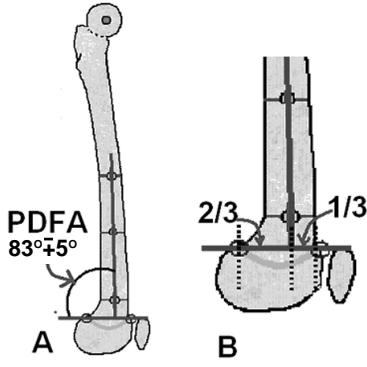


Şekil 43 a, b: Sagittal planda tibia oryantasyon hatları; a: Proksimal tibia; b: Distal tibia.

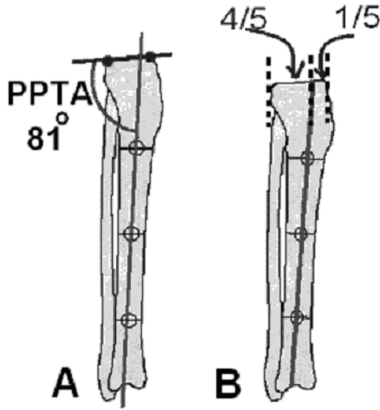
### Oryantasyon Hatları ile Anatomik ve Mekanik Eksenler Arasındaki İlişki

**1. aPDFA açısı:** Distal femur oryantasyon hattı, femur anatomik eksenini ile posteriorda ortalama 83 derecelik (en az 79, en çok 87 derece) bir açı yapar. Bu açıya Posterior Distal Femoral Açısı (aPDFA) adı verilir (Şekil 44a). Femur anatomik eksenini distal femur oryantasyon hattını 2/3 anteriorda keser (Şekil 44b).

**2. aPPTA açısı:** Sagittal orta diafizyal hattın (tibia anatomik eksenini) proksimal tibia eklemler oryantasyon hattını kesmesi ile (bu nokta genellikle eklemler hattının 1/5 anteriorunda yer alır) oluşan açıdır (Şekil 45).



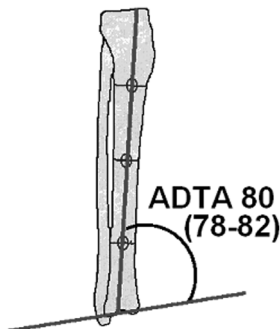
Şekil 44 a, b: Femur anatomik aksı ile distal femur oryantasyon hattı arasındaki ilişki; a: Femur anatomik aksı ile distal femur oryantasyon hattı arasındaki aPDFFA açısı; b: Anatomik aks distal oryantasyon hattını 2/3 anteriorunda keser.



Şekil 45: Sagittal planda tibia proksimal eklem oryantasyon hattı ile anatomik eksen ilişkisi.

Bu açıya Posterior Proksimal Tibial Açısı (aPPTA) adı verilir. Ortalama 81 derecedir (en az 77, en çok 84 derece).

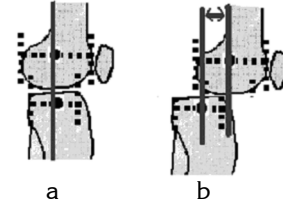
3. aADTA açısı: Distal tibia eklem oryantasyon hattı, tibia anatomik eksenine ile ortalama 80 derecelik (en az 78, en çok 82 derece) bir açı yapar. Bu açıya Anterior Distal Tibial Açısı (aADTA) adı verilir (Şekil 46).



Şekil 46: Anterior distal tibial açısı.

Alt ekstremitedeki üç büyük eklem olan kalça, diz ve ayak bileğinin her biri sagittal planda hareket ederek kötü dizilimi telafi edebilir. Bu nedenle alt ekstremitte sagittal düzlem deformiteleri, frontal plandakilere göre daha iyi tolere edilir. Bu özellikle rekurvatum, daha az olarak da prokurvatum deformiteleri için geçerlidir.

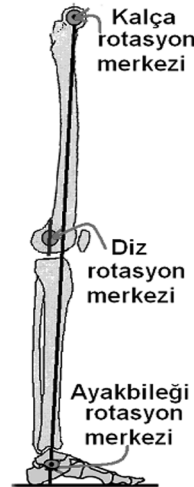
Sagittal plandaki kötü dizilimin bir başka nedeni de diz subluksasyonudur. Femoral kondillerin sagittal genişliklerinin orta noktası, tibial platoların sagittal genişliklerinin orta noktası ile aynı hizadadır. Tibianın sagittal orta noktasının femurun sagittal orta noktasına göre öne yer değiştirmesi anterior, arkaya yer değiştirmesi posterior subluksasyon olarak tanımlanır (Şekil 47).



Şekil 47: a: Dizde sagittal planda normal hiza; b: Posterior subluksasyon.

### Sagittal Plan Alt Ekstremitte Mekanik Ekseni

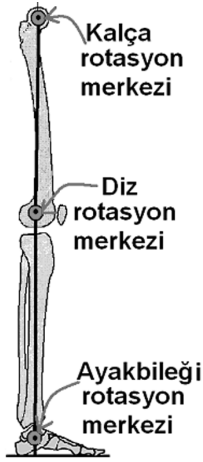
Kalça rotasyon merkezi (Femur başı merkezi) ile ayak bileği rotasyon merkezini birleştiren çizgi sagittal planda alt ekstremitenin mekanik eksenidir (Şekil 48).



Şekil 48: Diz tam ekstansiyonunda iken sagittal planda alt ekstremitte mekanik ekseni, diz rotasyon merkezi önünden geçer.

Ayak bileği rotasyon merkezi olarak talusun lateral prosesi kabul edilir. Diz tam ekstansiyonunda iken, sagittal mekanik eksen diz eklemine rotasyon merkezinin anteriorundan geçer. Bu durum dizin tam ekstansiyonunda kilitlebilmesini sağlar.

Normalde kalça, diz ve ayak bileğinin rotasyon merkezleri  $5^{\circ}$  - $10^{\circ}$ lik diz fleksiyonunda aynı çizgi üzerinde yer alır (Şekil 49).

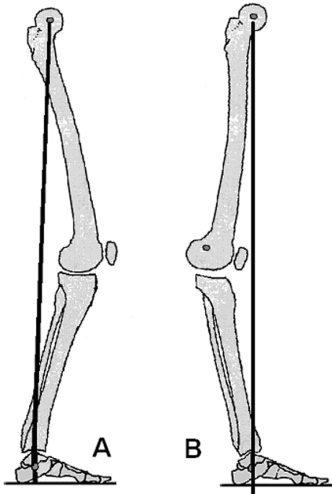


Şekil 49: Diz 5 derece fleksiyonda iken, kalça, diz ve ayak bileği rotasyon merkezleri aynı hizadadır.

### Sagittal Plan Malalignment Testi (MAT)

Frontal planda malalignment testi yaparken amacımız deformite var mı? sorusunun ve varsa yerinin neresi olduğu cevabının bulunmasıdır. Aynı şekilde sagittal planda deformite var mı ve varsa yeri neresi sorularının cevabını bulmak için MAT yapılır. MAT'ta özellikle aradığımız fleksiyon ve ekstansiyon dizilim bozukluğu bulunup bulunmadığıdır.

**Fleksiyon dizilim bozukluğu:** Dizin maksimum ekstansiyonda çekilen radyografisinde sagittal plandaki mekanik eksen, dizin rotasyon merkezinin anteriorundan geçmiyorsa fleksiyon dizilim bozukluğu vardır (Şekil 50a).



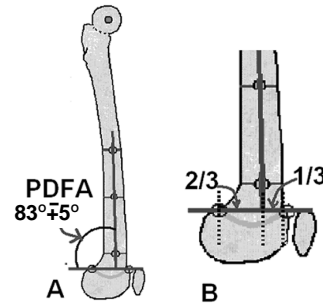
Şekil 50 a, b: Alt ekstremitede sagittal planda malalignment durumları; a: Fleksiyon; b: Ekstansiyon dizilim bozukluğu.

**Ekstansiyon dizilim bozukluğu:** Sagittal planda diz pasif olarak 5 dereceden daha fazla ekstansiyona getirilebiliyorsa ekstansiyon dizilim bozukluğu vardır. (Şekil 50b). Böyle bir malalignment varlığına karar verebilmek için hekimin röntgen çekilmesi esnasında hastanın yanında olması gereklidir. Örneğin fleksiyon dizilim bozukluğu olmayan bir hastada fleksiyon pozisyonunda çekilen radyografide fleksiyon dizilim bozukluğu olduğu sanılabilir. Bu nedenle sagittal plandaki MAT frontal plandaki kadar kesin değildir ve yanıltıcı olabilir.

### Sagittal Malalignment Testi 1

Bu test ile "Femur distalinde deformite var mı?" sorusuna yanıt aranır.

- Femur anatomik eksenini çizilir.
- Distal femur oryantasyon hattı çizilir.
- Bu iki çizgi arasında posteriorda oluşan PDFA normalde ortalama  $83^{\circ}$  derecedir (en az  $78^{\circ}$ , en çok  $88^{\circ}$  derece). (Şekil 51)

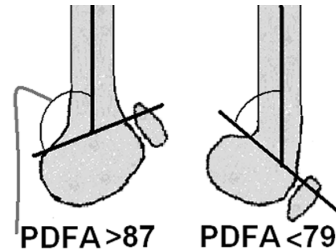


Şekil 51: Sagittal malalignment testi 1

### Sagittal Malalignment Testi 2

Bu test ile "Tibia proksimalinde deformite var mı?" sorusuna cevap aranır.

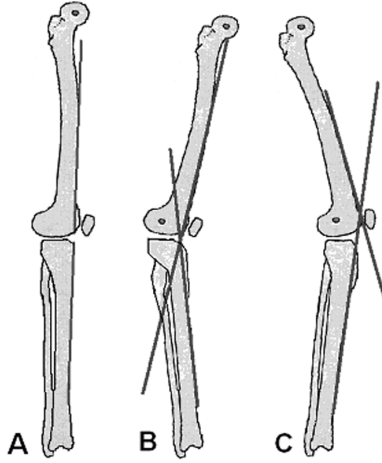
- Tibia anatomik eksenini çizilir.
- Proksimal tibia eklem oryantasyon hattı çizilerek posteriorda oluşan aPPTA açısı bulunur. aPPTA açısı  $77^{\circ}$  dereceden küçükse, proksimal tibiada prokurvatum deformitesi,  $85^{\circ}$  dereceden büyükse rekurvatum deformitesi vardır (Şekil 52).



Şekil 52: Sagittal malalignment testi 1, aPDFa 87 derece üstünde rekurvatum, aPDFa 79 derece altında prokurvatum, deformitesini gösterir.

### Malalignment Testi 3

Bu test ile "Diz ekleminde kontraktür var mı?" araştırılır. Diz tam ekstansiyonda çekilen radyografilerde femur distalinin ve proksimal tibianın anterior korteksleri çizilir. Normalde bu iki çizgi arasında açı yoktur. Bu iki çizgi arasında açı oluşursa açının yönüne göre fleksiyon ve ekstansiyon dizilim bozukluğu vardır (Şekil 53).



Şekil 53a, b, c: Sagittal malalignment testi 3; a: Normal diz eklemi; b: Ekstansiyon dizilim bozukluğu; c: Fleksiyon dizilim bozukluğu.

Yazışma Adresi: Dr Korhan Özkan  
İstanbul Üniversitesi  
İstanbul Tıp Fakültesi  
Ortopedi ve Travmatoloji ABD  
e-posta: korhanozkan@hotmail.com

### Kaynaklar

1. Çakmak M, Bilen FE: Menteşe tipleri ve yerleştirilmesi. In: İllizarov Cerrahisi ve Prensipleri, Çakmak M, Kocaoğlu M (ed), İstanbul, 1999, s:63-78.
2. Gülşen M: Deformite düzeltilmesi prensipleri. In: İllizarov Cerrahisi ve Prensipleri, Çakmak M, Kocaoğlu M. (ed), İstanbul, 1999, s:145-66.
3. Green S: Three Dimensional Analysis of Deformities. In: Third Meeting of the A.S.A.M.I International, İstanbul, 2004,(özet kitabı) s:127-32..
4. Kocaoğlu M: Frontal ve sagittal plandaki deformitelerin ilizarov yöntemi ile tedavisi, 1. İleri İllizarov Kursu Ders Notları, Adana, Çukurova Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji AD, Vol:1, 1997, s:12-30.
5. Paley D: Frontal Plane Mechanical and Anatomic Axis Planning. In: Principles of Deformity Correction, Paley D, Springer-Verlag Berlin, 2002, s:61-97.
4. Paley D: Sagittal Plane Deformities. In: Principles of Deformity Correction, Paley D, Springer-Verlag Berlin, 2002, s:155-174.

**Editörün Notu:** Bu makalenin devamı 2005/3-4 sayısında yer alacaktır.