



Artırılmış Gerçeklik ile Oluşturulan 3D Modellerin Tibia Plato Kırıklarının Tanı ve Ortopedi Asistan Eğitimindeki Etkisi

The Effect of 3D Models Created with Augmented Reality on Diagnosis and Orthopedic Resident Education of Tibial Plateau Fractures

Alper DÜNKİ¹, Ömer POLAT¹, Melih GÜNEY²

¹Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Ümraniye Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İstanbul, Türkiye

²Dr. İsmail Fehmi Cumalıoğlu Şehir Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Tekirdağ, Türkiye

ÖZ

Amaç: Bilgisayarlı tomografi (BT), tibial plato kırıkları gibi intraartiküler kırıkların tanısında altın standart görüntüleme yöntemidir ve farklı kırık paternleri gösterebilir. Çalışmanın amacı, ortopedi asistan eğitimi ve günlük uygulamada tibial plato kırıklarının sınıflandırılmasında artırılmış gerçeklik (AR), BT ve 3 boyutlu BT (3D-BT) gibi yeni teknolojilerin tanılabilirlik (DA) ve yanıt süresi (RT) açısından karşılaştırılmasıdır.

Gereç ve Yöntem: Kliniğimizde eğitim gören ortopedi asistanları, eğitim sürelerine göre 2,5 yıl ve altı ile 2,5 yıl ve üstü olmak üzere 2 gruba ayrılmıştır. Schatzker ve Luo sınıflandırmasına göre 9 ayrı tibial plato kırığı seçilmiştir. Her asistanın DA, RT ve yöntem güvenilirliği çift kör bir anket ile ölçülmüştür.

Bulgular: Katılımcıların DA ortalamaları incelendi ve BT için %67,8, 3D-BT için %52,9 ve AR için %64 olduğu görüldü. Doğru yanıt süreleri incelendiğinde; ortalama RT-AR 49,9 ($\pm 11,8$) saniye, RT-3D 58 ($\pm 16,7$) saniye ve RT-BT 80 ($\pm 23,8$) saniye olarak bulunmuştur. AR modellerinin RT değerleri incelendiğinde; ortalama RT-AR, SEN grubunda 41,6 ($\pm 8,49$) saniye ve JUN RT-AR'da 58,2 ($\pm 8,42$) saniye olmuştur.

Sonuç: Bu çalışmada, tibial plato kırıklarının tanı ve tedavi planlamasında AR'nin DA konvansiyonel BT ile benzer ve 3D-BT'den üstün olduğu gösterilmiştir. Acemi asistanların DA oranı daha düşük ve doğru tanı süresi daha uzundu ve 3 grubun tümünde benzer bulgular elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tibia kırığı, artırılmış gerçeklik, ortopedi asistanları, bilgisayarlı tomografi

ABSTRACT

Aim: Computed tomography (CT) is the gold standard imaging for the diagnosis of intra-articular fractures such as tibial plateau fractures that may show different fracture patterns. The aim of the study was to compare the diagnostic accuracy (DA) and response time (RT) between new technologies such as augmented reality (AR), CT and 3-dimensional CT (3D-CT): in the classification of tibial plateau fractures in orthopedic assistant education and daily practice.

Materials and Methods: The orthopedic residents receiving training in our clinic were divided into 2 groups according to their training period: 2.5 years and below and above 2.5 years. Nine separate tibial plateau fractures were selected according to the Schatzker and Luo classification. DA, RT and method confidence of each resident were measured with a double-blind questionnaire.

Results: DA averages of the participants were examined, and it was seen that DA for CT was 67.8%, for 3D-CT, it was 52.9% and for AR, it was 64%. When the correct RT were examined, the average RT-AR was 49.9 (± 11.8) sec, RT-3D 58 (± 16.7) sec and RT-CT 80 (± 23.8) sec. When the RT values of the AR models were examined, the average RT-AR was 41.6 (± 8.49) sec in the SEN group and 58.2 (± 8.42) sec in the JUN RT-AR.

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Dr. Alper DÜNKİ, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Ümraniye Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İstanbul, Türkiye

E-posta: alperdunki93@yahoo.com **ORCID ID:** orcid.org/0000-0001-6577-3491

Geliş Tarihi/Received: 07.04.2025 **Kabul Tarihi/Accepted:** 12.06.2025 **Yayınlanma Tarihi/Publication Date:** 07.10.2025

Atıf/Cite this article as: Dünkü A, Polat Ö, Güney M. The effect of 3D models created with augmented reality on diagnosis and orthopedic resident education of tibial plateau fractures. Nam Kem Med J. 2025;13(3):287-292



©Telif Hakkı 2025 Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi / Namık Kemal Tıp Dergisi, Galenos Yayınevi tarafından yayınlanmıştır.
©Copyright 2025 by Tekirdağ Namık Kemal University / Namık Kemal Medical Journal is published by Galenos Publishing House.
Creative Commons Atıf-GayriTicari-Türetilemez 4.0 (CC BY-NC-ND) Uluslararası Lisansı ile lisanslanmıştır.

Conclusion: In this study, it was shown that the DA of AR in the diagnosis and treatment planning of tibial plateau fractures was similar to conventional CT and superior to 3D-CT. The DA rate of novice assistants was lower and the correct diagnosis time was longer, and similar results were obtained in all 3 groups.

Keywords: Tibia fracture, augmented reality, orthopaedic residents, computed tomography

GİRİŞ

Tibia plato kırıkları, ekstremitelerde görülen kırıkların %1-2'sini oluşturur. Bu kırıklar, 65 yaşın altındaki yüksek enerjili travma geçiren hastalarda ve 65 yaşın üzerindeki düşük enerjili travma geçiren hastalarda görülür¹. Schatzker ve Luo sınıflandırmaları, cerrahi veya konservatif yöntemlerle tedavi edilebilen bu kırıkların tanı ve tedavisinde günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır^{2,3}.

Anteroposterior (AP) ve lateral radyografiler tek başına, intraartiküler olan ve farklı kırık tipleri gösterebilen tibial plato kırıklarında tanıyı doğrulamak ve cerrahi planı yapmak için yeterli değildir. Bilgisayarlı tomografi (BT), tibial plato kırıkları gibi farklı kırık paternleri gösterebilen intraartiküler kırıkların tanısında altın standart görüntüleme yöntemidir⁴. Günümüzde, eksenel, sagittal ve koronal düzlemlerde 2 boyutlu görüntüleri birleştiren 3 boyutlu BT (3D-BT) görüntüleri sıklıkla kullanılmaktadır. Görsel bütünlük sağlayan bu görüntüleme ile çok parçalı ve komplike kırıklarda tanı ve tedavi planlaması çok daha doğru ve hızlı bir şekilde yapılabilmektedir.

Son birkaç yılda, sanal gerçeklik gözlükleriyle başlayan sanal gerçeklik uygulamaları, 3D görüntüleme ile cerrahi planlama ve tanıda kullanılmaya başlanmıştır^{5,6}. Geliştirilen artırılmış gerçeklik (AR), görüntülerin gerçek dünya ortamında görüntülenmesini sağlar^{7,8}. Bu gelişmeler sayesinde, öğrenci eğitiminde daha kolay anlaşılır ve kolay erişilebilir AR görüntülerine erişilebilir. Böylece öğrenciler, kitaplarda gördükleri monoton 2D görüntüler yerine 3D görüntülerle eğitim alabilir ve heyecanlarını taze tutarak daha eğlenceli ve daha hızlı öğrenebilirler⁹.

Travma, doğası gereği öngörülemez olup, birçok farklı kırık tipinde travma enerjisi ve travma tipine bağlı olarak tanı ve tedavi değişebilir. Asistan hekimler bir kırık gördüklerinde, tanısını ve tedavisini planlamayı ve bu bilgileri öğrenmeyi kolaylaştıracak yollar aranır.

Çalışmamızın amacı, ortopedi asistan eğitimi ve günlük uygulamada tibial plato kırıklarının sınıflandırılmasında yeni teknolojiler AR ve altın standart geleneksel BT ve 3D-BT arasında tanısallık doğruluk (DA) ve doğru tanı hızını karşılaştırmaktır. Ayrıca; ortopedi ve travmatoloji eğitiminin süresi ile bu yeni teknolojilere olan güven düzeyi arasındaki ilişki de araştırılmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Ümraniye Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nden (karar no: E-54132726-000-271399262, tarih: 13.03.2025) etik kurul onayı alınmıştır. Çalışma, Helsinki Bildirgesi ilkelerine uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

Hastanemizde ortopedi ve travmatoloji alanında uzmanlık eğitimine devam eden 20 asistan hekim, 2,5 yıl ve altı kıdemli (JUN) ve 2,5 yıl ve üstü kıdemli (SEN) olmak üzere 2 gruba ayrılmıştır.

2024 yılında hastanemize başvuran ve tibial plato kırığı tanısı konulan 18-65 yaş arası hastalar çalışmaya dahil edilmiştir. Patolojik kırıkları, çoklu travmaları, psödoartroz olguları ve 3D-BT görüntülemesi olmayan hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir. Çalışmaya dahil edilen katılımcılardan bilgilendirilmiş onam alınmıştır.

Çalışmada kullanılan tibial plato kırıkları, ortopedi ve travmatoloji alanında 5 yıl ve üzeri deneyime sahip 2 kıdemli cerrah tarafından seçilmiş ve sınıflandırılmıştır. Schatzker ve Luo sınıflandırmalarına göre, 9 farklı kırık modeli geleneksel BT, 3D-BT ve AR görüntüleri olarak 3 gruba ayrıldı. Kırık tipinin nihai değerlendirmesi açık cerrahi ile tamamlandı.

Geleneksel BT görüntülerinde kemik penceresinde aksiyal, koronal ve sagittal görüntüler seçildi. DICOM formatındaki görüntüler, web sitesi üzerinden AR yöntemi "Object viewer" uygulamasına yüklendi. Görüntüler, uygulama web sitesinden indirilen "Object viewer" uygulaması (MergeEDU®, MergeLabsInc., SanAntonio, TX, ABD) aracılığıyla "format .stl" dosyaları olarak küpün içine yüklendi. Küp, bir tabletin kamerasına gösterildi. Böylece, tablet ekranında her ekseninde döndürülebilen bir 3D görüntü elde edildi (Şekil 1).

Kırık tiplerini seçen iki kıdemli cerrahın yanı sıra, kırık tiplerini daha önce görmemiş üçüncü bir cerrah, kırık tiplerini karışık sırayla gösterdi ve sadece 20 ortopedi asistanına numaralandırdı. Üçüncü cerrah, kırık seçimlerinde daha önce yer almamıştı ve anket sırasında tek başına hazır bulundu, bu da önyargı olasılığını azalttı. Onlardan, hazırlanan anket formunu ve çoktan seçmeli cevapları kullanarak cevaplarını işaretlemeleri istendi. Her aday anketi ayrı ayrı doldurdu ve bu süre boyunca araştırma direktörlerinden biri yanlarında bulundu. Cevaplara ulaşmaları için geçen süre, direktörler tarafından kronometre ile saniye cinsinden kaydedildi.

Tanı koymada en güvenilirlerden en az güvenilir olana kadar üç yöntemi sıralarken ilk akla gelen yöntemi işaretlemeleri istendi. Bu yöntemin tek başına tanı koymak için yeterli olup olmadığı, günlük uygulamada kullanmaya devam edip etmeyecekleri ve AR yönteminin asistan eğitimi konusundaki katkıları hakkında görüşleri sorulan yedi soru soruldu. En güvenilir yöntem olarak gördükleri yöntem sorusuna verilen seçenekler "Geleneksel BT", "AR" ve "3D-BT" idi. Diğer 6 sorunun yanıtları ise "Kesinlikle evet", "Evet", "Kararsız" ve "Hayır" idi (Şekil 2).

Kırıklar, tibial plato kırıklarının tanı ve tedavisinde en sık kullanılan iki sınıflandırma olan Schatzker ve Luo sınıflandırmalarına göre seçildi. Schatzker tipi "1,2,3,4,5 ve 6" ve Luo "medial, lateral ve posterior kolon" tipleri dahil olmak üzere dokuz farklı kırık paterni seçildi. Teste katılan asistan hekimlere AR uygulamasının nasıl kullanılacağı gösterildi. Katılımcıların hiçbiri daha önce AR teknolojisiyle karşılaşmamıştı. Veriler; tanısız DA "yüzde" olarak, yanıt süresi (RT) "saniye" olarak kaydedildi ve anket yanıtları gruplar halinde ve genel olarak değerlendirildi.

İstatistiksel Analiz

Çalışmanın istatistiksel analizi, SPSS programı, sürüm 29.0 (SPSS, Inc, bir IBM Şirketi, Chicago, IL) kullanılarak gerçekleştirildi. Değerlerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi ile değerlendirildi. Normal dağılım göstermeyen değişkenler Mann-Whitney U testi ile analiz edildi. Normal dağılım gösteren

değişkenleri karşılaştırmak için bağımsız Student t-testleri kullanıldı. Kategorik veriler Ki-kare testi veya Fisher'in kesin testi ile istatistiksel olarak analiz edildi. İstatistiksel anlamlılık düzeyi (p) 0,05 olarak belirlendi.

BULGULAR

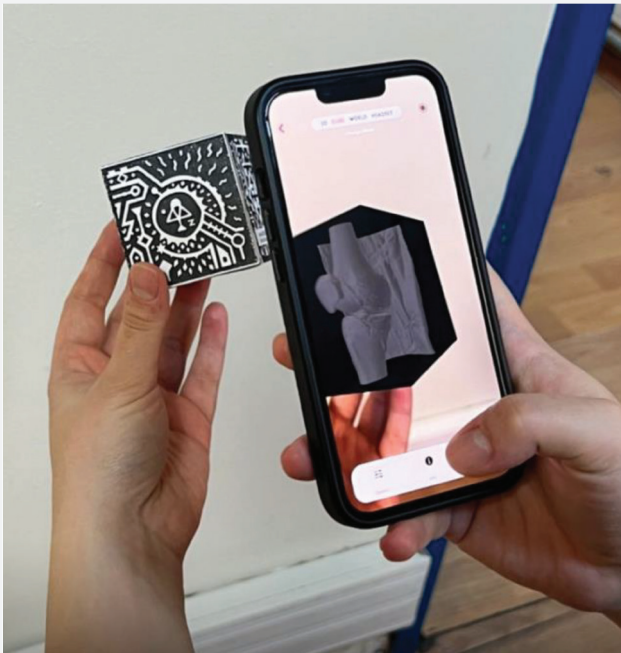
Kurumumuzda, ortopedi ve travmatoloji uzmanlık eğitime devam eden 20 asistan hekim, eğitim sürelerine göre 2,5 yıl ve altı JUN (n: 10) ve 2,5 yıl üstü SEN (n: 10) olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Schatzker ve Luo sınıflandırmasına uyan 9 farklı kırığın geleneksel BT, 3D-BT ve AR görüntüleri, çift kör çalışma modeline göre asistan hekimlere ayrı ayrı verildi ve cevaplamaları istendi.

DA ortalamaları incelendiğinde, geleneksel BT'de %67,8, 3D-BT'de %52,9 ve AR'de %64 olduğu görüldü. Tanı doğruluk oranları arasındaki ilişki incelendiğinde, geleneksel BT ile AR arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir (p: 0,243). Geleneksel BT ile 3D-BT arasında ve AR ile 3D-BT arasında p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmiştir. Buna göre; AR ve geleneksel BT, tanı doğruluğu açısından 3D-BT'den istatistiksel olarak üstün bulunmuştur. Ancak, geleneksel BT ile AR arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir.

DA değerleri SEN ve JUN gruplarına göre incelendiğinde; SEN grubunda ortalama DA-AR %79 iken, JUN DA-AR'da %49 olarak bulundu (Şekil 3). SEN grubunda ortalama DA-3D %66, JUN DA-3D %40, SEN grubunda ortalama DA-BT %83 iken, JUN DA-BT'de %52 olarak bulundu. SEN ve JUN grupları arasında DA-BT, DA-3D ve DA-AR için p değeri 0,05'in altındaydı ve SEN grubunun doğru yanıt oranının JUN grubundan daha yüksek olduğu görüldü.

Doğru yanıt süreleri incelendiğinde; ortalama RT-AR 49,9 (±11,8) saniye, RT-3D 58 (±16,7) saniye ve RT-BT 80 (±23,8) saniye idi. Grupların doğru yanıt süreleri arasındaki ilişki incelendiğinde, geleneksel BT grubunun RT en uzun olup, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Tablo 1).

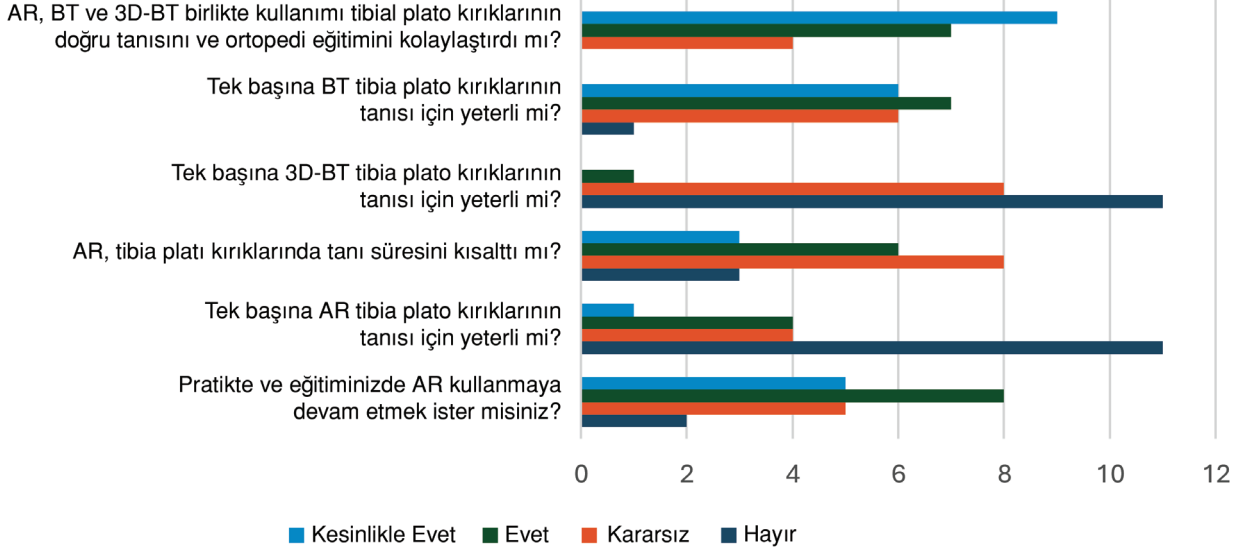
RT değerleri SEN ve JUN gruplarına göre incelendiğinde; SEN grubunda ortalama RT-AR 41,6 (±8,49) saniye, JUN grubunda RT-AR 58,2 (±8,42) saniye idi (Şekil 4). SEN grubunda ortalama RT-3D 46,2 (±11,0) saniye, JUN grubunda RT-3D 69,9 (±12,3) saniye, SEN grubunda ortalama RT-BT 62,7 (±11,8) saniye ve JUN grubunda RT-BT 97,2 (±19,9) saniye idi. P değeri 3 grubun hepsinde 0,05'ten küçüktü ve SEN grubunun ortalama doğru RT JUN grubuna göre anlamlı olarak daha hızlıydı. Çalışmaya katılan uzman doktorların hangi yöntemi daha güvenilir buldukları sorusuna verdikleri cevaplara göre (Şekil 5); Likert ölçeğine göre hazırlanan tanı yöntemi güvenilirlik sıralamasına göre, JUN grubu ilk olarak AR'yi seçti ve daha güvenilir bulurken, SEN grubu geleneksel BT'yi daha güvenilir buldu.



Şekil 1. "Nesne Görüntüleyici" uygulamasında AR modelinin ekran görüntüsü

AR: Artırılmış gerçeklik

SORULAR



Şekil 2. Katılımcılara yöneltilen sorulan

3D-BT: 3 boyutlu bilgisayarlı tomografi, AR: Artırılmış gerçeklik, BT: Bilgisayarlı tomografi

Tablo 1. JUN ve SEN grupları arasında AR, 3D-BT ve konvansiyonel BT için DA ve RT bulguları özeti

	SEN	JUN
DA-AR	%79	%49
DA-3D-BT	%66	%40
DA-BT	%83	%52
RT-AR (sn)	41,6	58,2
RT-3D-BT (sn)	46,2	69,9
RT-BT (sn)	62,7	83,5

3D-BT: 3 boyutlu bilgisayarlı tomografi, AR: Artırılmış gerçeklik, DA: Tanısal doğruluk, JUN: Altı kıdemsiz, Sec: Saniye, SEN: Üstü kıdemsiz, RT: Yanıt süresi

TARTIŞMA

Geleneksel BT görüntüleme, aksel, koronal ve sagittal düzlemlerde 3 farklı görüntü düzlemi ile karmaşık intraartiküler kırıkların tanı ve tedavisinde AP ve lateral bidireksiyonel radyografiden üstündür¹⁰. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte, geleneksel BT görüntülerinden 3D görüntüler geliştirilmiş ve karmaşık kırıklarda tanı ve tedavi planlamasının çok daha hızlı ve doğru bir şekilde yapılabileceği kanıtlanmıştır¹¹.

Tibial plato kırıkları da kırık tipine göre farklı kırık tipler ve cerrahi planlamanın değiştiği kırıklardır^{11,12}. Bu nedenle, başarılı cerrahi sonuçlar için tanı hızı ve doğruluğu gereklidir.

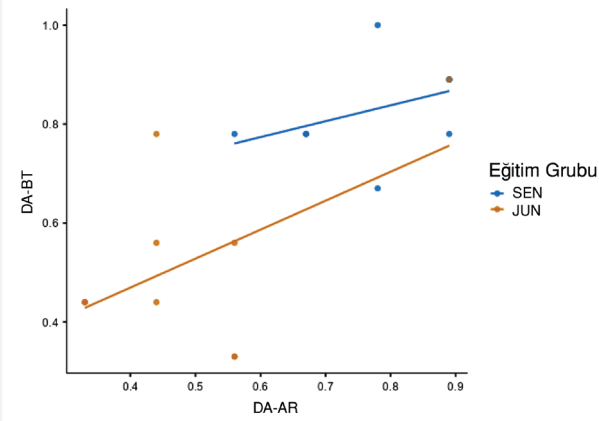
Son yıllarda, yeni teknolojilerin ortaya çıkması, 3D görüntüleme ve AR, öğrenci öğrenimi ve uygulamalarında giderek daha önemli hale gelmiştir¹³.

3D yazıcılar ve görüntüleme ile üretilen plaklar ve kesme kılavuzları çeşitli çalışmalarda tanımlanmış olup, literatürde sadece tanı değil, tedavi alanındaki teknolojik gelişmeleri gösteren makaleler de mevcuttur^{14,15}.

Colcuc ve ark.¹⁶, tibial plato kırıklarının cerrahi planlamasında AR ve geleneksel BT'yi karşılaştırmış ve AR grubunda planlama süresi daha uzun olmasına rağmen, planlanan ameliyat süresinin daha kısa olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda AR'nin tanı ve eğitim üzerindeki etkisini araştırdık. Çalışmamızda, literatürle benzer sonuçlar elde edilmiştir.

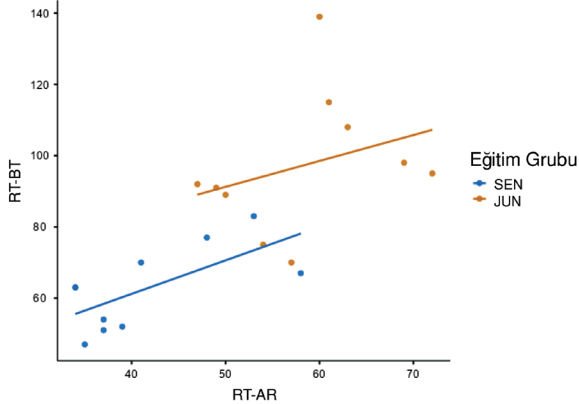
Shen ve ark.¹⁷, 42 karmaşık tibial plato kırığı olgusunda hastaları 2 gruba ayırmış ve bir grupta konvansiyonel BT, diğer grupta 3D-BT ile tanı koymuştur. Çalışmamızda, literatüre paralel olarak, AR grubu ile birlikte 3D-BT grubunda doğru tanı süresi anlamlı olarak daha düşük bulunurken, tanı doğruluğu açısından konvansiyonel BT daha yüksek bulunmuştur.

Montemagno ve ark.¹⁸, asetabular kırıkların tanısı ve asistan eğitimi açısından AR, 3D baskı modelleri ve geleneksel BT'yi karşılaştırmıştır. Yirmi asistanı eğitim sürelerine göre 2 gruba ayırmış ve 5 farklı asetabular kırıkta doğru tanı oranı, tanı süresi ve yöntemlere olan güvenlerini karşılaştırmıştır. Tanı doğruluğu oranları incelendiğinde, AR ve geleneksel BT'nin 3D baskı modellerinden daha iyi olduğu saptanmıştır. Çalışmamızda, literatüre uygun olarak, en yüksek tanı doğruluğu geleneksel BT'ye yakın olan AR'de gözlemlenmiş ve aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir.



Şekil 3. Geleneksel BT, 3D-BT ve AR için JUN ve SEN grupları arasında tanısal doğruluğu karşılaştıran dağılım grafiği

3D-BT: 3 boyutlu bilgisayarlı tomografi, AR: Artırılmış gerçeklik, JUN: Altı kıdemli, SEN: Üstü kıdemli, DA: Tanısal doğruluk

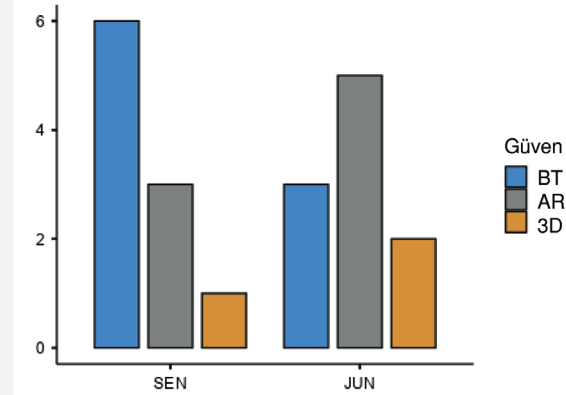


Şekil 4. Geleneksel BT, 3D-BT ve AR için JUN ve SEN grupları arasındaki eğitim gruplarının yanıt sürelerinin dağılım grafiği

3D-BT: 3 boyutlu bilgisayarlı tomografi, AR: Artırılmış gerçeklik, JUN: Altı kıdemli, SEN: Üstü kıdemli, RT: Yanıt süresi

Kıdem süresi incelendiğinde, AR grubunda SEN ve JUN grupları arasında fark görülmemiş, diğer gruplar ve SEN grubu genel olarak incelendiğinde ise doğru yanıt oranı istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur¹⁸. Çalışmamızda, tüm gruplar ve genel olarak SEN grubu daha yüksek doğru yanıt oranına sahipti ve bu bulgular, literatür ile uyumlu bulundu.

Doğru tanı süresi incelendiğinde, Montemagno ve ark.¹⁸ AR grubunda konvansiyonel BT'ye göre tanı süresinin daha kısa olduğunu bulmuşlardır. Çalışmalarında, geleneksel BT'nin tanı süresinin SEN grubunda daha uzun olduğu bulunmuştur. Çalışmamızda, geleneksel BT kullanıldığında, doğru tanı süresinin genel olarak AR ve 3D-BT gruplarına göre daha uzun



Şekil 5. Geleneksel BT, 3D-BT ve AR için JUN ve SEN grupları arasında tanı yöntemlerine olan güven

3D-BT: 3 boyutlu bilgisayarlı tomografi, AR: Artırılmış gerçeklik, JUN: Altı kıdemli, SEN: Üstü kıdemli

olduğu ve SEN grubunun JUN grubuna göre istatistiksel olarak daha hızlı tanı koyduğu bulunmuştur.

Montemagno ve ark.¹⁸ çalışmasında, JUN grubu AR'yi SEN grubuna kıyasla daha güvenli ve en güvenilir bulmuş ve her iki grup da güvenilirlik açısından AR'yi geleneksel BT'nin önüne koymuştur¹⁷. Çalışmamızda, JUN grubu AR'yi daha güvenilir bulmuş, ancak SEN grubu geleneksel BT'yi AR'den daha güvenilir bulmuştur. Bu farkın, SEN grubunun 2,5 yıldan uzun süredir geleneksel BT kullanım alışkanlıklarından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Montgomery ve ark.¹⁹, 16 asistan ve 5 uzman ortopedi cerrahı ile kalkaneus kompleks kırıklarının tanı ve tedavisinde 3D baskılı modellerin rolünü araştırmış ve asistanların doğru tanı oranı ve süresinin uzmanlardan daha düşük olduğunu bulmuştur. Ancak, bu farkın 3D baskılı modellerde daha az olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmamızda, tanı süresi daha kısaydı ve kıdemli grubun doğru tanı oranı acemi gruba göre daha yüksekti. Ancak, çalışmamızda acemi grup AR'yi 3D modellerin önüne koydu. Bu farkın, çalışmamızda 3D baskı modeller yerine 3D-BT görüntülerin kullanılmasına bağlı olduğunu varsayıyoruz.

Çalışmanın anket sonuçları incelendiğinde; katılımcıların %60'ı AR'yi günlük uygulamalarında tekrar kullanabileceklerini belirtmiştir. Ancak; katılımcıların %55'i AR'nin tek başına yeterli olmadığını belirtmiş ve %20'si kararsız kalmıştır. 3D görüntüleme ile AR'nin asistan eğitimine katkısı sorulduğunda, katılımcıların %80'i "Kesinlikle evet ve evet" cevabı vermiştir. JUN grubu, güven açısından AR'yi geleneksel BT'nin önüne koymuştur.

Çalışmanın Kısıtlılıkları

Çalışmamıza, kliniğimizde çalışan 20 asistan hekim dahil edilmiştir. Ancak, örneklem büyüklüğünün küçük olması çalışmanın bir sınırlılığı olarak değerlendirilebilir. Katılımcıların AR konusunda daha önce deneyimlerinin olmaması, çalışma sonuçlarını etkilemiş olabilir. AR teknolojisinin günlük eklem travmalarına tanıtılması için daha fazla araştırma ve daha geniş ölçekli çalışmaların yapılması gerekmektedir.

SONUÇ

Bu çalışmada, AR'nin tanısallı doğruluğu geleneksel BT ile karşılaştırılabilir ve 3D-BT'den üstündü. Doğru tanı süresi incelendiğinde, AR ve 3D-BT'nin geleneksel BT'den daha düşük olduğu bulundu. Acemi asistanların DA daha düşüktü ve doğru tanı süresi daha uzundu ve 3 grupta da benzer bulgular elde edildi. Ancak, AR'de fark daha az olsa da, kıdemli grup istatistiksel olarak üstün bulunmuştur. JUN katılımcılarının %50'si eğitimde AR'yi desteklemesine rağmen, AR, karmaşık tibial plato kırıklarının tanısında altın standart olarak kabul edilen geleneksel BT'nin yerini alamamaktadır, ancak ortopedi ve travmatoloji asistan eğitimi alanında gelişen teknolojinin varlığı, tanı ve öğrenme açısından umut vericidir.

Etik

Etik Kurul Onayı: Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Ümraniye Eğitim ve Araştırma Hastanesi'den (karar no: E-54132726-000-271399262, tarih: 13.03.2025) etik kurul onayı alınmıştır. Çalışma, Helsinki Bildirgesi ilkelerine uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

Hasta Onayı: Çalışmaya dahil edilen katılımcılardan bilgilendirilmiş onam alınmıştır.

Dipnot

Yazarlık Katkıları

Cerrahi ve Medikal Uygulama: A.D., Ö.P., Konsept: A.D., Dizayn: A.D., M.G., Veri Toplama veya İşleme: A.D., Analiz veya Yorumlama: A.D., Ö.P., Literatür Arama: A.D., Ö.P., Yazan: A.D., Ö.P.

Çıkar Çatışması: Yazarların beyan edecek herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Finansal Destek: Bu çalışma için herhangi bir finansal destek alınmamıştır.

KAYNAKLAR

1. Larsen P, Elsoe R, Hansen SH, Graven-Nielsen T, Laessoe U, Rasmussen S. Incidence and epidemiology of tibial shaft fractures. *Injury*. 2015;46:746-50.

2. Millar SC, Arnold JB, Thewlis D, Frayse F, Solomon LB. A systematic literature review of tibial plateau fractures: what classifications are used and how reliable and useful are they? *Injury*. 2018;49:473-90.
3. Zhu Y, Yang G, Luo CF, Smith WR, Hu CF, Gao H, et al. Computed tomography-based three-column classification in tibial plateau fractures: introduction of its utility and assessment of its reproducibility. *J Trauma Acute Care Surg*. 2012;73:731-7.
4. Chan PS, Klimkiewicz JJ, Luchetti WT, Esterhai JL, Kneeland JB, Dalinka MK, et al. Impact of CT scan on treatment plan and fracture classification of tibial plateau fractures. *J Orthop Trauma*. 1997;11:484-9.
5. Salta K, Paschalidou K, Tsetseri M, Koulougliotis D. Shift from a traditional to a distance learning environment during the COVID-19 pandemic: University Students' Engagement and Interactions. *Sci Educ (Dordr)*. 2022;31:93-122.
6. Farid AR, Comtesse S, Sagi HC, Frosch KH, Weaver MJ, Yoon RS, et al. Enabling technology in fracture surgery: state of the art. *J Bone Joint Surg Am*. 2025;107:1636-47.
7. Sun P, Zhao Y, Men J, Ma ZR, Jiang HZ, Liu CY, et al. Application of virtual and augmented reality technology in hip surgery: systematic review. *J Med Internet Res*. 2023;25:e37599.
8. Dekhne MS, Stenquist D, Suneja N, Weaver MJ, Petersen MM, Singh UM, et al. Optimizing outcomes after operative treatment bicondylar tibial plateau fractures - time for innovation? *Arch Bone Jt Surg*. 2024;12:80-91.
9. Dhar P, Rocks T, Samarasinghe RM, Stephenson G, Smith C. Augmented reality in medical education: students' experiences and learning outcomes. *Med Educ Online*. 2021;26:1953953.
10. Puglisi G, Montemagno M, Denaro R, Condorelli G, Caruso VF, Vescio A, et al. 3D-printed models versus CT Scan and X-rays imaging in the diagnostic evaluation of proximal humerus fractures: a triple-blind interobserver reliability comparison study. *Adv Orthop*. 2022;2022:5863813.
11. Huitema JM, van der Gaast N, Jaarsma RL, Doornberg JN, Edwards MJR, Hermans E. The effect of addition of 2DCT scans and 3DCT scans for the classification of tibial plateau fractures: a systematic review. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2024;50:71-9.
12. Vosoughi F, Menbari Oskouie I, Rahimdoost N, Pesantez R. Decoding tibial plateau fracture classifications: a century of individualized insights in a systematic review. *EFORT Open Rev*. 2025;10:316-26.
13. Boboc R, Băutu E, Gîrbacia F, Popovici N, Popovici DM. Augmented reality in cultural heritage: an overview of the last decade of applications. *Appl. Sci*. 2022;12:9859.
14. Assink N, Reininga IHF, Ten Duis K, Doornberg JN, Hoekstra H, Kraeima J, et al. Does 3D-assisted surgery of tibial plateau fractures improve surgical and patient outcome? A systematic review of 1074 patients. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2022;48:1737-49.
15. Alemayehu DG, Zhang Z, Tahir E, Gateau D, Zhang DF, Ma X. Preoperative planning using 3D printing technology in orthopedic surgery. *Biomed Res Int*. 2021;2021:7940242.
16. Colcuc C, Miersbach M, Cienfuegos M, Grünweller N, Vordemvenne T, Wähnert D. Comparison of virtual reality and computed tomography in the preoperative planning of complex tibial plateau fractures. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2024;144:2631-9.
17. Shen S, Wang P, Li X, Han X, Tan H. Pre-operative simulation using a three-dimensional printing model for surgical treatment of old and complex tibial plateau fractures. *Sci Rep*. 2020;10:6044.
18. Montemagno M, Testa G, Panvini FMC, Puglisi G, Papotto G, Marchese E, et al. The novel impact of augmented reality and 3D printing in the diagnosis of complex acetabular fractures: a comparative randomized study in orthopedic residents. *J Clin Med*. 2024;13:3059.
19. Montgomery SJ, Kooner SS, Ludwig TE, Schneider PS. Impact of 3D printed calcaneal models on fracture understanding and confidence in orthopedic surgery residents. *J Surg Educ*. 2020;77:472-8.