

Adli Tıpta Radyolojinin Öneminin Araştırılması

Tuğba Tezcan*

Öz: Radyoloji modern tıbbın en önemli branşlarından biridir. Post-mortem görüntüleme, radyoloji ve adli tıp arasında bir köprü kurulmasına neden olmuştur. Adli radyoloji, adli bilimler içerisinde yeni bir alandır. Çocuk istismarı, ateşli silah yaralanmaları, biyolojik yaş tayini, dental inceleme ya da kimliklendirme gibi adli çalışmalarında radyolojik verilerden yararlanılmaktadır. Geleneksel otopsinin yerini alacağı ya da tamamlayıcısı olacağı tartışma konusu olan radyolojik metodlar, adli araştırmalarda önemli bir rol oynayabilir. Bu çalışmanın amacı adli tıpta görüntüleme tekniklerinin önemini araştırmaktır.

Bu çalışmada literatür tarama yöntemi kullanılmıştır. Yapılan araştırmalara ulaşmak için PubMed, Google Scholar ve Ulakbim veri tabanları taranmıştır. Tarama yapılırken “adli radyoloji”, “postmortem görüntüleme”, “virtopsi” ve “adli diş hekimliği” anahtar sözcükleri Türkçe ve İngilizce olarak kullanılmıştır. Yapılan araştırma sonucunda 54 çalışmanın dahil edilme kriterlerine uygun olduğu belirlenmiştir.

Yapılan literatür incelemesine göre, adli bilimlerde görüntüleme tekniklerinin kullanımı ve gelişmesinin son beş yılda arttuğu görülmüştür. Bugün sıklıkla başvuru post-mortem görüntüleme teknolojilerinin bilgisayarlı tomografi (BT), manyetik rezonans (MR) ve üç boyutlu görüntüleme (3D) olduğu tespit edilmiştir. Ancak belirtilen görüntüleme tekniklerinin pahalı olması, uygulamalarındaki sınırlamalar ve sonuçlarının değerlendirilmesi için deneyimli radyoloğa ihtiyaç duyulması gibi nedenlerden dolayı adli çalışmalarda çok fazla kullanılmadığı tespit edilmiştir.

Radyolojik yöntemlerin adli tıp uygulamaları açısından yeri ve öneminin uzun bir süre daha tartışılmaya devam edeceği ve buna bağlı olarak geliştirilecek görüntüleme teknolojilerinin adli incelemelere önemli katkılar sağlayacağı düşünölmektedir.

Anahtar Kelimeler: Adli Bilimler, Adli Görüntüleme, Post-mortem Radyoloji, Adli Diş Hekimliği, Virtopsi

* Öğretim Görevlisi, Kapadokya Üniversitesi, Tıbbi Laboratuvar Teknikleri Programı, Nevşehir, Türkiye tugba.tezcan@kapadokya.edu.tr , ORCID ID: 0000-0003-2216-4084. Doktora Öğrencisi, Ankara Üniversitesi, Adli Bilimler Enstitüsü, Ankara, Türkiye

Investigation of Importance of Radiology in Forensic Medicine

Tuğba Tezcan

Abstract: Radiology is one of the most important branches of modern medicine. Post-mortem imaging has led to a bridge between radiology and forensics. Forensic radiology is a new field in forensic sciences. In forensic studies such as child abuse, firearm injuries, biological age determination, dental examination or identification, radiological data are used. Radiological methods, which are the subject of controversy that will replace or complement traditional autopsy, can play an important role in forensic research. The aim of this study is to investigate the importance of imaging techniques in forensic medicine.

In this study, literature scanning method was used. PubMed, Google Scholar and Ulakbim databases have been scanned to reach the researches. The keywords of “forensic radiology”, “postmortem imaging”, “virtopsi” and “forensic dentistry” were used in Turkish and English. As a result of the research, it was determined that 54 studies comply with the inclusion criteria. According to the literature review, it has been observed that the use and development of imaging techniques in forensic science has increased in the last five years. It is determined that post-mortem imaging technologies, which are frequently used today, are computed tomography (CT), magnetic resonance (MR) and three-dimensional imaging (3D). However, due to reasons such as the expensive imaging techniques, limitations in their applications and the need for an experienced radiologist to evaluate their results, it was found that they could not be used in forensic studies.

It is thought that the role and importance of radiological methods in terms of forensic medicine will continue to be discussed for a long time and the imaging technologies to be developed will contribute significantly to forensic examinations.

Keywords: Forensic Sciences, Forensic Imaging, Post-mortem Radiology, Forensic Dentistry, Virtopsi

Giriş

Adli radyoloji, çeşitli tıbbi patolojilerin tanımlanması, analizi, belgelenmesi ile anlaşılabilir şekilde mahkemeye sunulması için giderek daha önemli hale gelen ve nispeten bilinmeyen yeni bir alandır (Decker vd., 2019, s.820; İncesu, 2018, s.234). Adli radyolojik metodlar aracılığıyla hem yaşayan hem de ölmüş insanlar üzerinde inceleme yapılabilir (Lo Re vd., 2018, s.67). Bu metodlar aracılığıyla elde edilen bulgular ise görselleştirilerek kayıt altına alınabilmektedir. 1895 yılında X ışınının keşfinden sonra görüntüleme teknikleri adli tıpta kullanılmaya başlanmıştır (Toygar vd., 2008, s.35; Viner, 2018, s.217). Radyolojinin adli bilimlerde ilk uygulanması 1896 yılında işlenen bir cinayette kurbanın bashed mermilerin varlığını belirleme amacıyla gerçekleştirilmiştir (Lee, Choi, Yoon, Kim ve Shin, 2004, s.784; Sarıtaş, 2015). Adli radyolojinin tarihsel süreci kimliklendirme çalışmaları yolu ile şekillenmiştir (Yaşar Teke, Duran ve Bilge, 2017, s.108). Keza kadavra üzerinde ilk radyolojik çalışma 1898 yılında yapılmış, tıbbi teknolojilerdeki gelişmeler ışığında radyolojik gelişmeler devam etmiş ve zamanla farklı yöntemler ortaya çıkmıştır. 1970'lerde keşfedilen Bilgisayarlı Tomografi (BT) ve Magnetik Rezonans (MR) yöntemleri günümüzde adli rutinde tüm vücut üzerinde uygulanmaktadır. Yine aynı tarihlerde geliştirilen üç boyutlu görüntüleme (3D) yöntemlerinin olayın gerçekleştirilme şeklini yeniden modellemede önem kazandığı görülmektedir (Sarıtaş, 2015). 3D yazılım adli bilimlerde dijital görüntüleme için değerli bir tekniktir (Carewab ve Errickson, 2019, s.24). Bazı vakalarda kemik gibi sert dokularda oluşan şekilli kırıklar 3D yöntemi ile yeniden oluşturularak değerlendirilmekte ve olay sırasında kullanılan aletin analizi yapılabilir (Mehder, 2018, s.63; Weiss, Mcleod-Henning ve Waltke, 2018, s.279). 1990'ların başlarında fotogrametrinin gelişmesiyle beden yüzeyinin adli amaçlarla non-invaziv belgelenmesi mümkün olmuştur (Çelik, Beyaztaş ve Bütün, 2012, s.124). Son yıllarda dijital kesitsel görüntülemede de (MR ve Çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografi-ÇKBT) çok önemli ilerlemeler kaydedilmiştir (Sarıtaş, 2015; Singal, 2015, s.1040). Virtopsi (radyolojik otopsi) tekniği, radyolojik modaliteler olan MR ve ÇKBT'nin birlikte sistematik olarak kullanıldığı ilk yöntemdir (İncesu, 2018, s.234; Rana, 2018, s.13). Otopsi öncesi sıklıkla kullanılan BT ile genel vücut taraması, MR ile de spesifik bölgelere yönelik incelemeler yapılmaktadır. ÇKBT ile geniş hacimlerin daha hızlı incelenebilmesi, özellikle BT anjiyografi incelemelerinde çığır açmıştır. Otopsi rutin diseksiyon yapılmayan pelvis ve ekstremiteler ÇKBT ile görüntülenebilmektedir (Carewab ve Errickson, 2019, s.24). Üç boyutlu sanal mikrotom dokunun herhangi bir planda dijital olarak kesimlenmesini mümkün kılmaktadır. Bu gelişmeler ışığında MR görüntülemeyi içeren gelecekteki otopsi çalışmaları, bir dereceye kadar histolojik yapıları da gösterebilecek ve patolojik değişiklikler tanımlanabilecektir. Virtopsi, toksik, radyoaktif madde veya insan sağlığına zararlı maddelerle enfekte olmuş

cesetlerin temassız incelenmesini sağlaması açısından avantajlı bir yöntemdir (Mittal, 2016, s.109). Postmortem görüntüleme yöntemleri, “sanal otopsi” denilen bir süreçte geleneksel otopsi ile birlikte giderek daha fazla kullanılmaktadır ve araştırmacılar tarafından otopsinin tamamlayıcısı olarak görülmektedir (Decker vd., 2019, s.820; Sarıtaş, 2015).

Adli tıpta radyolojik yöntemler sadece kemik travmalarının ayırıcı tanısında değil, aynı zamanda tüm travmalarda organ, doku, damar hasarlarının gösterilmesi, bütün ateşli silah yaralanmalarında vücut içerisinde yabancı cisimlerin saptanması ve lokalizasyonunun belirlenmesinde de kullanılmaktadır (Karapirli, 2016). ÇKBT, vücuttaki yabancı cismin (mermi, stent, tıbbi implantlar, vücut boşluklarında saklanmış uyuşturucular v.b.) radyolojik olarak X ışını geçirgenliğini ölçerek bu cisimlerin ayırımının yapılabilmesine yardımcı olmaktadır (Çelik vd., 2012, s.124; Guglielmi, Nasuto ve Pinto, 2015, s.120).

Şüpheli çocuk istismarı olgularında kemik kırıkları ile organ yaralanmalarını belgelemek ve tanılamak için radyografik incelemeye rutin olarak başvurulmaktadır (Beyaztaş, Çelik ve Bütün, 2011, s.25). Travmanın radyografik özellikleri, kaza sonucu olmayan yaralanmaların tanısında belirleyici bir rol oynamaktadır (Mittal, 2016, s.109; Elifritz, Nolte, Hatch, Adolphi ve Gerrard, 2014). ÇKBT taraması, eski-yeni kemik kırıkları ve iç organ kanamalarını gösterebildiği için çocuk istismarı olgularının tanısında da yardımcıdır (Tsokos, 2006, s.355). Özellikle akciğer, beyin gibi iç organ ve yumuşak doku lezyonları da MR ile gösterilmektedir (Beyaztaş vd., 2011, s.25).

Adli diş hekimliği, adli bilimlerin hızla gelişen önemli dallarından biridir. Radyografiler ise teşhisi doğrulamak için adli diş hekimliği uygulamalarının önemli bir parçasıdır (Canger ve Arslan, 2013, s.252). Birçok nedenden dolayı hem canlıda hem de ölüde kimlik tespiti yapılması gerekmektedir (Zeyfeoğlu ve Hancı, 2001, s.375). Dental bulgular aracılığıyla kişinin yaşı, cinsiyeti ve uyuğu tespit edilmektedir (Akay, Atak ve Güngör, 2018, s.73). Herhangi bir trajik olay nedeniyle vücudun bazı kısımlarının çok zarar gördüğü için teşhis edilemediği durumlarda dişlerin sağlam kaldığı bilinmektedir (Achar, Shetty, Bayati, Joshua ve Suneja, 2015; Görmez ve Yılmaz, 2014, s.29). Röntgen tüm dental kayıtların en sağlıklı olup ölüm öncesi ve sonrası karşılaştırmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Canger ve Arslan, 2013, s.252; Koçak ve Aktaş, 2011, s.27; Tarani, Kamakshi, Naik ve Sodhi, 2016, s.59). Adli diş hekimliği alanında önceleri intraoral ve ekstraoral radyografiler kullanılırken son yıllarda bilgisayarlı tomografiler de kullanılmaya başlanmıştır (Canger ve Arslan, 2013, s.252). ÇKBT gibi modaliteler postmortem dental taramaları kısa bir sürede gerçekleştirmektedir (Achar vd., 2015).

Adli araştırmalarda ısırık izleri de parmak izleri gibi eşsizdir ve pozitif kimliklendirme yapmak için sıklıkla kullanılmaktadır (Karadayı, Afşin ve Bekcan, 2015, s.38). 3D yöntemler ısırık izleri analizinin doğruluğunun artmasına olanak vermektedir ve bu izleri değerlendiren uzmanın etkisini giderek azaltmaktadır (Ca-

rewab ve Errickson, 2019, s.24; Sarıtaş, 2015). Tüm bu nedenlerle geliştirilecek görüntüleme teknolojileri ve adli görüntü data bankaları, adli incelemelere önemli katkılar sağlayabilecektir.

Yöntem

Literatür taraması yoluyla gerçekleştirilen bu sistematik derleme çalışmasında alanyazına girmiş konu ile ilgili özgün araştırma makalesi, sistematik derleme ve olgu inceleme raporları vb. bilimsel yayınlardan yararlanılmıştır. Çalışmada literatür tarama yöntemi kullanılmıştır. 1985 ve 2019 yılları arasında yayınlanan araştırmalara ulaşmak için PubMed, Google Scholar ve Ulakbim veri tabanları taranmıştır. Tarama yapılırken ‘‘adli radyoloji’’, ‘‘postmortem görüntüleme’’, ‘‘virtopsi’’ ve ‘‘adli diş hekimliği’’ anahtar sözcükleri Türkçe ve İngilizce olarak kullanılmıştır. Yapılan araştırma sonucunda 54 çalışmanın dahil edilme kriterlerine uygun olduğu belirlenmiştir. Araştırmaların dahil edilme kriterleri **Tablo 1**’de, anahtar kelimelerin Türkçe ve İngilizce olarak taranması ile ulaşılan makale sayısı **Tablo 2**’de ve değerlendirmeye alınan makale sayısı **Tablo 3**’de yer almaktadır.

Tablo 1: Araştırmaların dahil edilme kriterleri

1.	1985 ve 2019 yılları arasında yayınlanan araştırma makalesi, sistematik derleme ya da olgu inceleme raporları olması.
2.	Araştırmaların Türkçe veya İngilizce yayınlanmış olmaları.
3.	Araştırmaların özetine veya tam metnine online olarak ulaşılabilmesi.
4.	Yapılan çalışmalarda sadece insana ait biyolojik örneklerin incelenmiş olması.
5.	Ante-mortem ya da post-mortem araştırma olması.

Tablo 2: Anahtar kelimelerin Türkçe ve İngilizce olarak taranması ile ulaşılan makale sayısı

Veri Tabanı	Adli Radyoloji	Postmortem Görüntüleme	Virtopsi	Adli Diş Hekimliği
Google Scholar	70.340	212.390	2.746	26.700
Pubmed	10.219	22.761	191	1.105
Ulakbim	51	27	5	47

Tablo 3: Değerlendirmeye alınan makale sayısı

Veri Tabanı	Araştırma Makalesi	Olgu İnceleme Raporu	Derleme
Google Scholar	2	4	31
Pubmed	4	2	8
Ulakbim	-	1	2

Bulgular

Yapılan literatür incelemesinde toplam 54 sayıda yayın analiz edilmiştir. Bu yayınlarda adli bilimlerde görüntüleme tekniklerinin kullanımı ve gelişmesinin son 5 yılda arttığı görülmüştür. Yayınların büyük çoğunluğunun, yaralanma veya hastalığın belgelendirilmesine ve insan kalıntılarının tanımlanmasına odaklandığı görülmüştür. Bugün sıklıkla başvuru post-mortem görüntüleme teknolojilerinin BT, MR ve 3D olduğu tespit edilmiştir. Görüntüleme teknikleri kullanılarak doğru tanıya götüren çalışmalar **Tablo 4** 'te özetlenmiştir.

Tablo 4: Doğru tanıya götüren radyolojik araştırmalar

Çalışmanın Amacı	Çalışılan Biyolojik Örnek	Çalışılan Örnek Sayısı	Çalışılan Örneklerin Yaş Aralığı	Çalışılan Radyolojik Yöntem	Sonuç	Referans
Kimliklendirme	İnsan Dişi	1 Kadın	-	Radyografi	Genç kızın kimliği diş hekimlerinin röntgen kayıtları sayesinde tespit edilmiştir.	Yaşar vd., 2001
Kimliklendirme	İnsan İskeleti	1 Kadın	-	Radyografi	Antemortem ve postmortem radyografi karşılaştırmasının kimliklendirmede önemli olduğu ortaya konmuştur.	Koçak vd., 2013
Cinsiyet Tayini	İnsan Pelvisi	25 Kadın 25 Erkek	28-65 (Kadın) 20-63 (Erkek)	BT	Pelvisin cinsiyet tayini için güvenilir bir gösterge olduğu rapor edilmiştir.	Gülhan vd., 2018

Sert ve Yumuşak Doku Ölçümleri	İnsan Kadavra Kafası	5 Kadavra kafası	-	BT	Üç boyutlu BT kullanılarak sert ve yumuşak doku ölçümlerinin hassas bir şekilde yapılabileceği gösterilmiştir.	Rocha vd., 2003
Çoklu Atipik Vertebra Kırıklarının Araştırılması	İnsan vertebra	3 Kadın	-	MR	3 olguda da çoklu vertebra kırığı tespit edilmiştir.	Akkaya vd., 2012
Olayın Yeniden Canlandırılması	İnsan	1 Kadın, 1 Erkek	-	Fotogrametri ve 3D lazer görüntüleme yöntemi	3D lazer görüntüleme yöntemi olay yeniden canlandırılması sağlanmıştır.	Buck vd., 2013
Kas yaralanmasının saptanması	İnsan kası	2 Erkek	31 ve 40 yaşında	MR	İncelemelerde kas yaralanması saptanmıştır.	Aydın vd., 2012

Başlıca travmatik yaralanmaları araştırmak için BT, kalp-damar ve beyin hastalıklarını değerlendirmek için MR ve insan kalıntılarını değerlendirmek için de radyografilerin kullanıldığı rapor edilmiştir (Baglivo vd., 2013, s.3). Ancak belirtilen görüntüleme tekniklerinin pahalı olması, uygulamalarındaki sınırlamalar ve sonuçlarının değerlendirilmesi için deneyimli radyoloğa ihtiyaç duyulması gibi nedenlerden dolayı adli çalışmalarda çok fazla kullanılmadığı tespit edilmiştir. BT, MR ve radyografiler dışındaki tekniklerden nadir olarak yararlanıldığı ve bu tekniklerin geliştirilmekte olduğu görülmüştür. Dünya çapında 40'dan fazla ülkenin adli radyolojinin geliştirilmesine katkıda bulunduğu bilinmektedir. Hem deneysel çalışmalar hem de vaka analizleri aracılığıyla dijital görüntüleme tekniklerinin avantajları ve sınırlamalarının anlaşılmasında ilerleme kaydedildiği belirlenmiştir.

Tartışma ve Sonuç

Adli radyolojinin adli bilimler alanında dünya çapında hızla önem kazandığı dikkat çekmektedir. Görüntüleme teknikleri adli bilimlerde güçlü bir araçtır (Kahana, 1999). Hukuk mahkemesinde hem mesleğe yabancıların hem de uzmanların anlayabileceği şekilde ölüm nedeninin görselleştirilmesi post-mortem radyolojik yöntemler ile gerçekleştirilebilmektedir (Çelik vd., 2012, s.124). Çeşitli radyolojik teknolojiler sayesinde iskelet sistemi, dişler, yumuşak dokular, vasküler sistem ve vücut yüzeyi görüntülenebilmektedir. Elde edilen ante-mortem görüntüler kayıt altına alınabilmekte ve post-mortem görüntüler ile karşılaştırma yapılarak

cesedin kimliğine ya da ölüm nedenine ulaşılabilir (Toygar vd., 2008, s.35; Zanjad ve Godbole, 2007). Koçak ve arkadaşları tarafından insan iskeletinden kimliklendirmede kemik protezlerin önemini araştıran bir olgu sunumu hazırlanmıştır. Ailesi tarafından kimliklendirilmesi için mahkemeye başvuru cesedin, vefatından önce sağ kalçasındaki kırık nedeniyle ameliyat olduğu ve protez takıldığı belgelerle mahkemeye sunulmuştur. Ancak fethi kabir yapılarak çıkarılan ceset üzerindeki makroskopik incelemede proteze rastlanmaması üzerine kemiklerin radyografileri de çekilmiştir. Ölen kişiye ait antemortem radyografi ile mezardan çıkarılan cesede ait radyografi sonuçları karşılaştırılmıştır. Mezardan çıkarılan kemiklerde herhangi bir protez, ortez vida ya da metal cisim olmadığı ve her iki femur başının yerinde olduğu saptanmıştır. Radyografik yöntemlerle cesedin kimliklendirilmesi yapılarak incelenen cesedin araştırılan ceset olmadığı tespit edilmiştir ve DNA incelemesine gerek görülmemiştir (Koçak, Yağan, Özer ve Kaçar, 2013, s.25).

Pelvis'ten radyolojik yöntemler ile cinsiyet tayini amacıyla yapılan bir çalışmada 50 hastanın (25 erkek ve 25 kadın) BT görüntüleri alınmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarının literatürdeki önceki çalışmalarla uyumlu olduğu görülmüştür ve pelvisin cinsiyet tayini için güvenilir bir gösterge olduğu sonucuna varılmıştır (Gülhan, 2018, s.53).

Radyografiler, teşhisi doğrulamak için adli diş hekimliği uygulamalarının da önemli bir parçasıdır. 1960 yılındaki bir deniz kazasında gemide yanan bir genç kızın kimliği, diş hekiminin kayıtları ve araştırmaları sonucu azı dişindeki amalgam dolgu sayesinde tespit edilmiştir (Yaşar, Hancı ve Afşin, 2001, s.450). Rocha ve arkadaşları tarafından kadavra kafaları kullanılarak yapılan bir çalışmada üç boyutlu BT kullanılarak sert ve yumuşak doku ölçümlerinin hassas bir şekilde yapılabileceği gösterilmiştir (Rocha Sdos, Ramos ve Cavalcanti, 2003, s.24). Farrell ve arkadaşları şüphelilerden elde ettikleri modellerden aldıkları aksiyel BT kesit görüntüleri ile ısıruk izlerinin karşılaştırılmasına dayanan çalışmalarında; BT ile hassas sonuçlar elde ettiklerini, bu metodun zor olguların çözümünde yararlı olabileceğini ifade etmişlerdir (Farrell, Rawson, Steffens ve Stephens, 1987, s.266). Kirschhoff ve arkadaşları ise çalışmalarında üç boyutlu yeniden canlandırmanın adli olgularda dental durumun ortaya konmasında ilginç ve ümit vaat eden sonuçlar verebileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca metalik restorasyon artefaktları içermesi ve pahalı bir sistem olmasından dolayı BT yönteminin olumsuz yönlerine de dikkat çekilmiştir (Kirchhoff vd., 2008, s.471).

Radyolojik incelemeler, travma sonrası dönemde yumuşak doku, iç organ ve kemik yaralanmanın varlığını ve derecesini göstermesi açısından önemlidir (Ayдын, Akın, Öztürk ve Yavuz, 2017, s.92). BT ve MR tekniklerinin kullanımı son zamanlarda iç organlardaki ölüm sonrası değişiklikleri araştırmak için potansiyel bir araç haline gelmiştir (Guglielmi ve Nasuto, 2014).

MR, BT ile karşılaştırıldığında; yumuşak doku yaralanmaları, organ travmaları, travmatik olmayan patolojilerde daha duyarlı olup spesifik sonuçlar vermekte-

dir (Toygar vd., 2008, s.35). BT ile yapılan tüm vücut taramaları uzun bir zaman alırken ÇKBT bir kaç dakikada tüm vücut yüzeyini taramaktadır (Sarıtaş, 2015). Thali ve arkadaşları tarafından post mortem ÇKBT ve MR kullanılarak 40 olgu üzerinde yapılan bir çalışmada; olguların %55'inin ölüm nedeni görüntüleme teknikleri kullanılarak tespit edilmiştir ve belirtilen yöntemlerin kraniyal iskelet veya doku travmasının değerlendirilmesinde otopsiye üstün olduğu bildirilmiştir (Toygar vd, 2008, s.35).

Otopsi sırasında, servikal bölgenin diseksiyonunda meydana gelebilecek ve yanlış yorumlara neden olabilecek artefaktların, post mortem ÇKBT ve MR ile giderilebileceği rapor edilmiştir(Çelik vd., 2012, s.124). Otopside yumuşak doku amfizemi, pnömosefali, pnömotoraks, pnömomediastinum ve kalp içindeki hava gözden kaçmaktadır. Çok küçük miktardaki havayı bile saptayan ÇKBT, bu yönden otopside üstündür (Aghayev, Christe ve Sonnenschein, 2008, s.20; Flach, Thali ve Germerott, 2014, s.202). Otopsielerde rutin diseksiyon yapılmayan yüz bölgesinde maksillofasiyal kırıklar, paranazal sinüsler içindeki kanama, sıvı birikimleri, kitle gibi lezyonlar ve vertebra kırıkları ÇKBT ile kolaylıkla tespit edilebilir (Bolliger, Thali ve Ross, 2008, s.273). Asılarda boyun bölgesine ani, yoğun bir güç uygulanması nedeniyle meydana gelen servikal vertebraların özellikle orta bölümlerindeki kırık, atlanto-okspital eklemdeki dislokasyon ve kırık, medulla spinalis lezyonları postmortem ÇKBT ile saptanabilmektedir (Tsokos, 2006, s.355). Suda boğulmaya bağlı ölümlerde trakea, nazofarenks, ana bronşlar ve suda boğulmanın bir bulgusu olarak ele alınabilen paranazal sinüslerde sıvının varlığı postmortem ÇKBT ile tespit edilebilmektedir (Çelik vd., 2012, s.124).

Son zamanlarda özellikle kas-iskelet sistemi, kardiyovasküler ve anjiyografik alanlar, çocuk istismarı ve yaş tayini gibi adli araştırmalarda MR görüntüleme kullanımı artmıştır (Clemente, Tegola, Mattera ve Guglielmi, 2017, s.1). Akkaya ve arkadaşları tarafından 2012 yılında yapılan bir çalışmada travmatik çoklu atipik vertebra kırıklarında MR görüntülemenin adli tıbbi önemi ortaya konulmuştur. Yüksekten düşme, darp ve trafik kazası öyküleriyle sağlık kuruluşlarına başvuran üç kadın olgunun yapılan muayeneleri sonucu; sırt ve bel ağrıları nedeniyle önce torakolomber AP/L direkt grafileri çekilmiştir. İncelenen grafilerde bir olguda şüpheli vertebra kırığı izlenmiş, diğer iki olguda kırık izlenmemiştir. Hastaların ağrı şikayetlerinin devam etmesi üzerine radyoloji uzmanı incelemeleri sonrası çekilen MR görüntüleme; her üç olgunun da vertebralarında çoklu atipik kırıklar olduğu tespit edilmiş, medulla spinalis hasarı izlenmemiştir. Her üç olgunun da adli raporlarına "saptanan kırıkların müştereken hayat fonksiyonlarını da ağır derecede etkileyecek nitelikte olduğu" şeklinde belirtilmiştir. Bu vakalarda sadece direkt grafiler çekilerek tetkik ve tedaviler uygulanmış olsa adli raporlara vücutta kemik kırığının olmadığı yönünde görüş bildirilecekti. Bu durum, ileri tetkiklerin, bilhassa MR görüntüleme yönteminin, adli tıp uygulamalarındaki önemini göstermektedir. Fakat böylesi ileri görüntüleme teknikleri maliyet, eğitim ve sınırlı erişimden dolayı adli tıpta yaygın olarak kullanılamamaktadır (Akkaya vd., 2012).

Günümüzde 3D görüntüleme adli bilimlerde büyük ölçüde iskelet elemanlarının kopyalanmasında kullanılmaktadır. Buck ve arkadaşları fotogrametri ve 3D lazer görüntüleme yöntemleri ile araba çarpan bir bireyin vaka örneğini kullanarak olayın yeniden canlandırılmasını sağlamışlardır (Buck, Naether, Räss, Jackowski ve Thali, 2013,s.75)

Radyolojik metodlar otopsi işleminde zor ulaşılan ve zor kesi atılan bölgelerin kolaylıkla incelenmesine olanak sağlamaktadır (Chen, 2017, s.75). Adli olgularda yumuşak doku yaralanması, retinal kanama ve derinin elektrik yaralanmaları mikro-MR ile değerlendirilebilmektedir. Non-invaziv bir teknik olan mikro görüntülemenin, zamanla postmortem histolojik incelemenin yerini alabileceği ileri sürülmektedir. Bu yeni kesitsel radyolojik mikro görüntüleme yöntemleri ile adli histopatolojide virtual histolojiye götürecek karşılaştırılabilir etkilerin olacağı beklenmektedir (Thali, Dirnhofer ve Becker, 2004, s.1131; Thali, Jackowski ve Oesterhelweg, 2007, s.100). Cesetlerin ÇKBT ile tüm beden görüntülenmesi candan çok daha fazla ayrıntılı yapılmasına, ayrıca enfeksiyon, toksik maddeler, radyonüklidler veya diğer biyolojik zararlı etkenlerle bulaşık cesetlerin kolayca incelenmesine olanak sağlamaktadır (Çelik vd., 2012, s.124; Uldin, 2017, s.165).

Gelecekte radyolojik otopsi teknikleri ile non-invaziv otopsi mümkün müdür? Şimdiye kadar yapılan çalışmalar, radyolojik metodların çeşitli sınırlamalarından dolayı otopsiyi tamamlayıcı olarak kullanılabileceğini savunmuştur (İncesu, 2018; Sarıtaş, 2015). Ancak adli tıp dünyası, post-mortem görüntüleme teknikleri sayesinde kansız/neştersiz bir otopsinin mümkün olup olmayacağını halen merak etmektedir (Stawicki vd., 2008, s.17). Radyolojik görüntüler adli ve tıbbi otopsiye yardımcı bir yöntemdir. Sanal otopsi gelecekte ölüm sonrası incelemelerde önemli yöntemlerden biri olabilir (Kadu ve Patil, 2012, s.148).

Yapılan literatür incelemesine göre, adli bilimlerde görüntüleme tekniklerinin kullanımı ve gelişmesinin son beş yılda arttığı görülmüştür (Carewab ve Errickson, 2019, s.24). Adli radyoloji, daha fazla eğitilmiş radyoloğa ihtiyaç duyulacak olan heyecan verici bir gelişen alan olarak belirtilmiştir (Daly, 2019, s.831). Adli görüntüleme modalitelerinin her biri özel avantaj ve sınırlamalara sahiptir (Carewab ve Errickson, 2019, s.24; Grabherr vd., 2017, s.52). Maliyet, eğitim ve sınırlı erişimden dolayı yaygın olarak kullanılmayan modalitelerin yakın gelecekte adli rutinde uygulanabilir olacağı ön görülmektedir. Adli radyoloji ve görüntüleme araştırmalarındaki önemli konular tartışılmaya devam etmektedir (Aalders, 2017). Geliştirilecek görüntüleme teknolojileri ve adli görüntü data bankalarının, adli incelemelere önemli katkılar sağlayacağı ön görülmektedir. Radyolojik yöntemlerin adli tıp uygulamaları açısından yeri ve öneminin uzun bir süre daha tartışılmaya devam edeceği düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışmaya ışık tutan yakın zamanda kaybının üzüntüsünü yaşadığımız Kapadokya Üniversitesi Tıbbi Görüntüleme Teknikleri programının değerli öğretim elemanı Öğr. Gör. Şaban AKPOLAT'a teşekkür ederim. Ayrıca Kapadokya Üniversitesi'nin değerli öğretim elemanları Öğr. Gör. Gürdoğan AYDIN'a, Öğr. Gör. Ercan TÜRERER'e, Dr. Dt. Shirhan HALİLOV'a ve Prof. Dr. Vesile ŞENOL'a teşekkür ederim.

Kaynaklar

- Aalders, M.C., Adolphi, N.L., Daly, B., Davis, G.G., De Boer, H.H., Decker, S.J., Dempers, J., Ford, J., Gerrard, C., Hofman, P.A.M., Jacobsen, C., Klein, W.M., Kubat, B., Leth, P.M., Mazuchowski, E.L., Nolte, K.B., Thali, B., Van Rijn, R.R. ve Wozniak, K. (2017). Improving Research in Forensic Radiology and Imaging; identifying the most important issues., *Journal of Forensic Radiology and Imaging*, DOI: 10.1016/j.jofri.2017.01.004.
- Achar, M.S., Shetty, S.R., Bayati, S., Joshua, A. ve Suneja R. (2015). Importance of radiography in forensic odontology: A brief review, *Eur J Forensic Sci*, 2(3).
- Aghayev, E., Christe, A. ve Sonnenschein, M. (2008). Postmortem imaging of blunt chest trauma using CT and MRI: Comparison with autopsy, *Journal of Thoracic Imaging*, 23 (1), ss. 20–27.
- Akay, G., Atak, N. ve Güngör, K. (2018). Adli diş hekimliğinde dişler kullanılarak yapılan yaş tayini yöntemleri, *EÜ Diş Hek Fak Derg*, 39, ss. 73-82.
- Akkaya, H., Karbeyaz, K., Gündoğmuş, Ü.N., Kara, E., Ağırbaş, A. ve Atacan Çağlar, S. (2012). Travmatik çoklu atipik vertebra kırıklarında MR görüntülemenin adli tıbbi önemi: 3 olgu sunumu, *Adli Tıp Dergisi*, 26, 3.
- Aydın, F., Akın, U., Öztürk, S. ve Yavuz, M.S. (2017). MR görüntüleme ile tespit edilen kas yaralanmasının adli tıp açısından değerlendirilmesi, *J For Med*, 31(2), ss. 92-95.
- Baglivo, M., Winklhofer S., Hatch G.M., Ampanozia M., Thalia, M. ve Ruder, T. (2013). The rise of forensic and post-mortem radiology—Analysis of the literature between the year 2000 and 2011, *Journal of Forensic Radiology and Imaging*, 1, ss. 3-9.
- Beyaztaş, F.Y., Çelik, M. ve Bütün, C. (2011). Çocuk istismarı tanısında görüntüleme yöntemlerinin değeri, *Adli Tıp Bülteni*, 16(1), ss. 25-31.
- Bolliger, S., Thali, M.J. ve Ross, S. (2008). Virtual autopsy using imaging: bridging radiologic and forensic sciences. A review of the Virtopsy and similar projects, *European Radiology*, 18 (2), ss. 273–282.
- Buck, U., Naether, S., Räss, B., Jackowski, C. ve Thali, M.J. (2013). Accident or homicide – virtual crime scene reconstruction using 3D methods, *Forensic Sci Int*, 225 (1–3), ss. 75–84.
- Canger, E.M. ve Arslan, S. (2013). Adli diş hekimliğinde radyolojinin kullanımı, *Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg.*, 23(1), ss. 252-260.
- Carewab R.M. ve Erickson D. (2019). Imaging in forensic science: Five years on, *Journal of Forensic Radiology and Imaging*, 16, ss. 24-33.
- Celik, M., Beyaztaş, F.Y. ve Bütün, C. (2012). Virtopsinin adli otopsideki yeri ve önemi, *J For Med*, 26(2), ss. 124-133.

- Chen, Y. (2017). State of the art in post-mortem forensic imaging in China. *Forensic Sciences Research*, 2(2), ss. 75–84.
- Clemente, M.A., Tegola, L.L., Mattera, M. ve Guglielmi, G. (2017). Forensic radiology: An update, *Journal of the Belgian Society of Radiology*, 21, ss. 1–4.
- Daly, B. (2019). Forensic Radiology: An exciting and developing field that needs more trained radiologists. *Academic Radiology*, 26 (6), ss. 831-832.
- Decker, S.J., Braileanu, M., Dey, C., Lenchik, L., Pickup, M., Powell, J. ve Probyn L. (2019). Forensic radiology: A primer. *Acad Radiol.*, 26 (6), ss. 820-830.
- Elifritz, J.M., Nolte, K.B., Hatch, G.M., Adolphi, N.L. ve Gerrard C. (2014). Forensic radiology. *Pathobiology of Human Disease: A Dynamic Encyclopedia of Disease Mechanisms*.
- Farrell, W.L., Rawson, R.D., Steffens, R.S. ve Stephens D. (1987). Computerized axial tomography as an aid in bite mark analysis: a case report, *J Forensic Sci*, 32, ss. 266-272.
- Flach, P.M., Thali, M.J. ve Germerott, T. (2014). Times have changed! Forensic radiology—A new challenge for radiology and forensic pathology. *AJR*, 202.
- Grabherr, S., Egger, C., Vilarino, R., Campana, L., Jotterand, M ve Dedouita F. (2017). Modern post-mortem imaging: an update on recent developments, *Forensic Sci Res.*, 2(2), ss. 52–64.
- Görmez, Ö. ve Yılmaz, H.H. (2014). Kimliklendirmede dental değerlendirilmenin önemi, *S.D.Ü. Tıp Fak. Derg.*, 21(1), ss. 29-34.
- Guglielmi, G., Nasuto, M. ve Pinto, A. (2015). Forensic and medico-legal radiology: challenges, issues and new perspectives, *Radiol med*, 120, ss. 777–778.
- Guglielmi, G. ve Nasuto, M. (2014). Forensic radiology special feature: preface, *Br J Radiol*, 87:20140153.
- Gülhan, Ö. (2018). Pelvis’ ten radyolojik yöntemler ile cinsiyet tayini: Türkiye örnekleme. *Antropoloji*, 36, ss. 53-69.
- İncesu, E. (2018).Virtopsi hakkında neler biliyoruz?, *Sağ Aka Dergisi*, 5, ss. 234-237.
- Kadu, S. ve Patil, V. (2012). Forensic radiology in India: Current trends. *Indian Journal of Basic & Applied Medical Research*, 2(1), ss. 148-152.
- Kahana, T. ve Hiss, J. (1999). Forensic radiology. *Forensic Pathology Reviews*, 3.
- Karadayı, B., Afşin, H., Bekcan, M. (2015). Adli diş hekimliğinin adli bilimlerdeki rolü- Bölüm 2: Isırık izleri, cinsiyet tespiti, dişten DNA analizi, dudak-damak izleri ve travma zararları. *Adli Tıp Dergisi*, 29(1), ss. 38-47.
- Karapirli, M. (2016). Ateşli Silah Yaralanmalarına Adli Tıbbi Yaklaşım. *Derman Tıbbi Yayıncılık*, DOI:10.4328/DERMAN.4412.
- Kirchhoff, S., Fischer, F., Lindemaier, G., Herzog, P., Kirchhoff, C., Becker, C., Bark, J., Reiser, M.F. ve Eisenmenger, W. (2008). Is post-mortem CT of the dentition adequate for correct forensic identification?: comparison of dental computed tomography and visual dental record ? *Int J Legal Med*, 122, ss. 471-479.
- Koçak, A. ve Aktaş E.Ö. (2011). Diş hekimleri ve diş hekimliği öğrencileri için adli tıp, Ed. Koçak A, İzmir. Ankara Prof. Dr. Tunalı İ. Adli Tıp.Yarı-Açık Cezaevi Matbaası, ss.27-31.
- Koçak, U., Yağan, M., Özer, E. ve Kaçar E. (2013). İnsan iskeletinden kimliklendirmede kemik protezlerinin önemi: olgu sunumu. *Adli Tıp Bülteni*, 18(1), ss. 25-30.
- Lee, S.S., Choi, J.H., Yoon, C.L., Kim, C.Y. ve Shin, K.J. (2004). The diversity of dental

- patterns in the orthopantomography and its significance in human identification, *J Forensic Sci*, 49, ss. 784-786.
- Lo Re, G., Salerno, S., Terranova, M.C., Argo, A., Lo Casto, A., Zerbo, S. ve Lagalla, R. (2018). Virtopsy and living individuals evaluation using computed tomography in forensic diagnostic imaging. *Semin Ultrasound CT MRI*, 40, ss. 67-78.
- Mehder Ö. (2018). Yangın olguları ve adli antropoloji. *AÜDTCF, Antropoloji Dergisi*, 35, ss. 63-81.
- Mittal, S. (2016). Importance of radiology in forensic medicine. *Indian J Appl Radiol.*, 2(1), s. 109.
- Rana, A.K. (2018). The future of forensic biology. *Journal of Biomedicine*, 3, ss.13-18.
- Rocha Sdos, S., Ramos, D.L. ve Cavalcanti Mde, G. (2003). Applicability of 3D-CT facial reconstruction for forensic individual identification. *Pesqui Odontol Bras*, 17, ss.24-28.
- Sarıtaş, M.Z. (2015). *Adli tip uygulamalarında 3D (üç Boyutlu) teknolojinin kullanımı*, Pamukkale Üniversitesi Uzmanlık Tezi, Denizli.
- Stawicki, S.P., Aggrawal, A., Dean, A.J., Bahner, D.A., Steinberg, S.M. ve Hoey, B.A. (2008). Postmortem use of advanced imaging techniques: Is autopsy going digital?, *OPUS 12 Scientist*, 2(4), ss. 17-26.
- Singal K. (2015). History and modalities of forensic radiology: A review. *Austin J Forensic Sci Criminol.*, 2(5), s. 1040.
- Tarani, S., Kamakshi, S.S., Naik, V. ve Sodhi A. (2016). Forensic radiology: An emerging science. *Journal of Advanced Clinical & Research Insights*, 4, ss. 59–63.
- Thali, M.J., Dirnhofer, R. and Becker, R. (2004). Is ‘virtual histology’ the next step after ‘virtual autopsy’? *Magnetic resonance microscopy in forensic medicine. Magn Reson Imaging*, 22, ss. 1131–1138.
- Thali, M., Jackowski, C. and Oesterhelweg, L.(2007). Virtopsy-the swiss virtual autopsy approach. *Legal Medicine*, 9 (2), ss. 100–104.
- Toygır, M., Tuğcu, H., Örs, F., Sanal, H.T., Safalı M. ve Somuncu, İ. (2008). Ası sonucu bir ölüm olgusunda, manyetik rezonans ve bilgisayarlı tomografi görüntüleme yöntemlerinin postmortem kullanılabilirliği. *Türkiye Klinikleri J Foren Med*, 5, ss. 35-38.
- Tsokos M. (2006). *Forensic pathology reviews*. Totowa, NJ, USA: Humana Press Inc, 4, ss. 355–404.
- Uldin, T. (2017). Virtual anthropology – a brief review of the literature and history of computed Tomography. *Forensic Sciences Research*, 2(4), ss. 165–173.
- Weiss, D., Mcleod-Henning, D. ve Waltke, H. (2018). Using advanced imaging technologies to enhance autopsy practices. *NIJ*, ss. 279.
- Viner M. (2018). Overview of advances in forensic radiological methods of human identification. *New Perspectives in Forensic Human Skeletal Identification*, ss. 217-226.
- Yaşar, F., Hancı, İ.H. ve Afşin, H. (2001). Adli diş hekimliği. *Sted*, 10(12), s. 450.
- Yaşar Teke, H., Duran, S. ve Bilge, Y. (2017). Radyolojik metotların adli antropolojide kullanımı. *Türkiye Klinikleri J Foren Med-Special Topics*, 3(1), ss. 108-112.
- Zanjad, N.P. ve Godbole, H.V. (2007). X- Ray examination-A good tool for identification in decomposed body: A case report. *JIAFM*, s. 29(4).
- Zeyfeoğlu, Y ve Hancı İ.H. (2001). İnsanlarda kimlik tespiti. *Sted*, 10(10), s. 375.