

# Adli otopsilerde ölüm nedeni olarak akciğer ve sistemik yağ embolizmi

## Pulmonary and systemic fat embolism as a cause of death in forensic autopsy practice

Arzu Akçay TURAN,<sup>1</sup> Safa ÇELİK,<sup>2</sup> Ferah KARAYEL,<sup>1</sup> Işıl PAKIŞ,<sup>1</sup> Nadir ARICAN<sup>3</sup>

### AMAÇ

Bu çalışmada akciğer ve/veya sistemik yağ embolisi gelişen olgularda yağ embolisinin yaygınlığı ile yaş, cins, travmanın ağırlığı ve travma sonrası yaşam süresi, arasındaki ilişkiler sorgulandı.

### GEREÇ VE YÖNTEM

Adli Tıp Kurumu Morg İhtisas Dairesi'nde otopsileri yapılan, akciğer ve/veya diğer yaşamsal organlarında histopatolojik olarak, yağ embolisi saptanan 31 olgu geriye dönük olarak değerlendirildi.

### BULGULAR

Travma ve travmaya bağlı komplikasyonlar nedeni ile hayatını kaybeden 28 olgunun (%90) 19'unu (%61) araç içi ve araç dışı trafik kazaları oluşturmaktaydı. Travma sonrası yaşam süresi 0-384 saat (61.6±86.2) arasında değişmekteydi. Olgularda saptanan travmatik değişiklikler kısaltılmış yaralanma cetveli (AIS) ve yaralanma ağırlık cetveline (ISS) göre değerlendirildi; AIS değeri 8.1±3.9 (SD), ISS değeri 26.5±19.7 (SD) olarak bulundu. Olguların histopatolojik değerlendirmesinde 24 olguda (%77) izole akciğer yağ embolisi, 7 olguda (%23) sistemik yağ embolisi saptandı. Yağ embolisinin yaygınlığı ile yaş, cinsiyet, travma derecelendirilmesi, travma sonrası yaşam süresi arasındaki ilişkiler istatistiksel olarak, Ki-kare ve Spearman korelasyon testleri ile araştırıldı.

### SONUÇ

Yaş, cinsiyet ve ISS değerleri ile akciğer yağ embolisinin derecelendirilmesi arasında anlamlı ilişki saptanmadı. Travma sonrası yaşam süresi ve ISS değerleri arasında ise istatistiksel anlamlılık olmadığı halde negatif bir ilişki olduğu belirlendi.

**Anahtar Sözcükler:** Otopsi; emboli, yağ/etyoloji/mortalite/patoloji; adli tıp; akciğer embolisi/etyoloji/mortalite/patoloji; travma.

### BACKGROUND

The aim of this study was to evaluate the possible correlations between the grade of fat embolism and age, gender, severity of trauma and post-traumatic survival time.

### METHODS

Thirty-one cases with pulmonary and/or systemic fat embolism, autopsied at the Morgue Department of Council of Forensic Medicine were evaluated retrospectively.

### RESULTS

Twenty-eight cases (90%) died due to trauma and its complications. Nineteen cases (61%) were injured in motor vehicle-related accidents. Post-traumatic survival time varied between 0-384 hours (61.6 ± 86.2 hours). Abbreviated injury scale (AIS) was 8.1 ± 3.9 and injury severity score (ISS) was 26.5 ± 19.7 SD. Twenty-four (77%) cases were determined as isolated pulmonary fat embolism and 7 (23%) cases as systemic fat embolism on histopathological examination. Possible correlations between the grade of fat embolism and age, gender, severity of trauma and post-traumatic survival time were evaluated statistically with using Chi-square and Spearman's correlation tests.

### CONCLUSION

There were no correlations between the grade of fat embolism and age, gender, the severity of trauma. Post-traumatic survival time and the severity of trauma had a very weak negative correlation without any statistical significance.

**Key Words:** Autopsy; embolism, fat/etiology/mortality/pathology; forensic medicine; pulmonary embolism/etiology/mortality/pathology; trauma.

<sup>1</sup>Adalet Bakanlığı Adli Tıp Kurumu;

<sup>2</sup>İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Adli Tıp Anabilim Dalı;

<sup>3</sup>İ.Ü. İstanbul Tıp Fakültesi Adli Tıp Anabilim Dalı, İstanbul.

<sup>1</sup>Department of Forensic Medicine, Ministry of Justice; <sup>2</sup>Department of Forensic Medicine, İ.U. Cerrahpaşa Medicine Faculty; <sup>3</sup>Department of Forensic Medicine, İ.U. İstanbul Medicine Faculty, İstanbul, Turkey.

Kemik kırıkları, ameliyatlar, barotravma ve yumuşak doku hasarına bağlı olarak gelişebilen yağ embolizmi, kemik iliği ve yumuşak dokudan, yağ globüllerinin fazla miktarda kan dolaşımına katılması sonucu oluşur. Uzun kemik kırıkları nedeniyle ortopedi ameliyatları yağ embolisi açısından ana kaynakları oluşturmaktadır.<sup>[1-7]</sup> Ancak yanık, diyabet, osteomyelit, septisemi, steroid tedavisi, akut pankreatit, yağlı karaciğer ile birlikte görülen travmatik nedenlere bağlı olmayan yağ embolizmi olguları da bildirilmiştir.<sup>[8-12]</sup>

Travma sonrası gelişen yağ embolizmi üç farklı mekanizma ile ölüme yol açabilir.

1. İzole akciğer yağ embolisi,
2. Sistemik yağ embolisi,
3. Yağ embolisi sendromu (YES).<sup>[3]</sup>

Sistemik yağ embolisi ve YES ölümcül olabilir.<sup>[1,2]</sup> Ancak, çoğunlukla akciğer yağ embolizmi, klinik bir sendrom olarak değil, izole bir durum olarak karşımıza çıkar.<sup>[2]</sup> Adli otopsilerde sıkça görülen, yağ embolisinin tek başına ya da diğer faktörler ile birlikte ölüm nedeni olarak değerlendirilmesinde sorunlar yaşanmaktadır.

Bu çalışmada travma sonrası akciğer ve/veya sistemik yağ embolisi görülen olgularda yağ embolisinin yaygınlığı ile yaş, cinsiyet, travmanın ağırlığı ve travma sonrası yaşam süresi, arasındaki ilişkileri sorguladık.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Adli Tıp Kurumu Morg İhtisas Dairesi'nde otopsi yapılan akciğer ve/veya diğer yaşamsal organlarda yağ embolisi saptanan 31 olgu çalışmaya alındı. Olgular, yaş, cinsiyet, travma sonrası yaşam süresi, travmanın şiddeti ve yaygınlığı, akciğer ve diğer organlardaki mikroskopik yağ embolisi varlığı ve embolinin yaygınlığı açısından değerlendirildi.

Olgularda travmanın ağırlık derecesinin değerlendirilmesi amacı ile "Kısaltılmış Yara Cetveli" (AIS) ve "Yara Ağırlık Cetveli" (ISS) yöntemleri kullanıldı.<sup>[13,14]</sup>

Kısaltılmış yara cetveli yöntemine göre vücut, eksternal boyun, baş ve yüz, toraks, karın, pelvik organlar, ekstremiteler olmak üzere altı bölgeye ayrıldı. Her bölgede yaralanmanın şiddeti 1-6 puan arasında değerlendirildi. Kısaltılmış yara cetveli ile en ağır yaralanmanın saptandığı üç vücut bölgesine

ait derecelerin kareleri toplamı ISS değeri olarak hesaplandı. Yara ağırlık cetveli değerlerine göre olgular, üç kategoride incelendi.

Buna göre; minör yaralanmalar: ISS değeri 0-14 puan arasında; majör yaralanmalar: ISS değeri 16-66 puan arasında; düzelemeyecek, ölümcül yaralanmalar: ISS değeri 75 puan ve üzerindeki olarak gruplandırıldı.

Akciğerde saptanan yağ embolisi bulguları Scully ve Glass tarafından tanımlanan ve Mudd tarafından değiştirilen bir derecelendirme sistemi ile sınıflandırıldı.<sup>[1]</sup> Buna göre;

- Evre 0: Tüm kesitte emboli yok (4x),
- Evre 1: Tüm kesitte 1-10 emboli (4x),
- Evre 2: Tüm kesitte 1-5 emboli (10x),
- Evre 3: Tüm kesitte 1-5 emboli (40x),
- Evre 4: Tüm kesitte 5'den fazla emboli (40x) olarak değerlendirildi.

Çalışmamızda akciğer yağ embolisinin derecelendirme skoruna göre, yaş ISS ve travma sonrası yaşam süresi değerlendirmeleri Spearman korelasyon testi, diğer değerlendirmeler ise Ki-kare testi kullanılarak yapıldı.

## BULGULAR

Olguların 28'inin ölüm nedeni (%90) travma ve travmaya bağlı komplikasyonlar, 3 (%10) olguda, travma dışı nedenler idi. Erkek/kadın oranı 16/15 olguların yaşları ise 25-95 yaş (65.3±19.8 SD) arasında değişmekteydi.

Travma ve travmaya bağlı komplikasyonlar nedeni ile hayatını kaybeden olguların, 19'unu (%61) araç içi ve araç dışı trafik kazaları oluşturmaktaydı. Bu gruptaki diğer ölüm şekilleri, 7 olguda (%23) yüksekte düşme ve 2 olguda (%7) etkili eylem idi. Yirmi dört (%77) olguda çoklu kemik kırıkları vardı; 4 (%13) olguda kemik kırıkları olmaksızın yumuşak doku ezilmeleri şeklinde travmatik lezyonlar saptandı.

Olgu sayısının azlığı nedeni ile istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadığı halde, çoklu kemik kırıkları olan olgularda yağ embolisi dereceleri, yalnızca yumuşak doku yaralanması olan olgulara göre yüksek bulundu.

Travma dışı ölüm nedenlerine bakıldığında ölüm, 1 olguda verapamil zehirlenmesi, 1 olguda gebede düşük sonrası kanama ve 1 olguda doğum

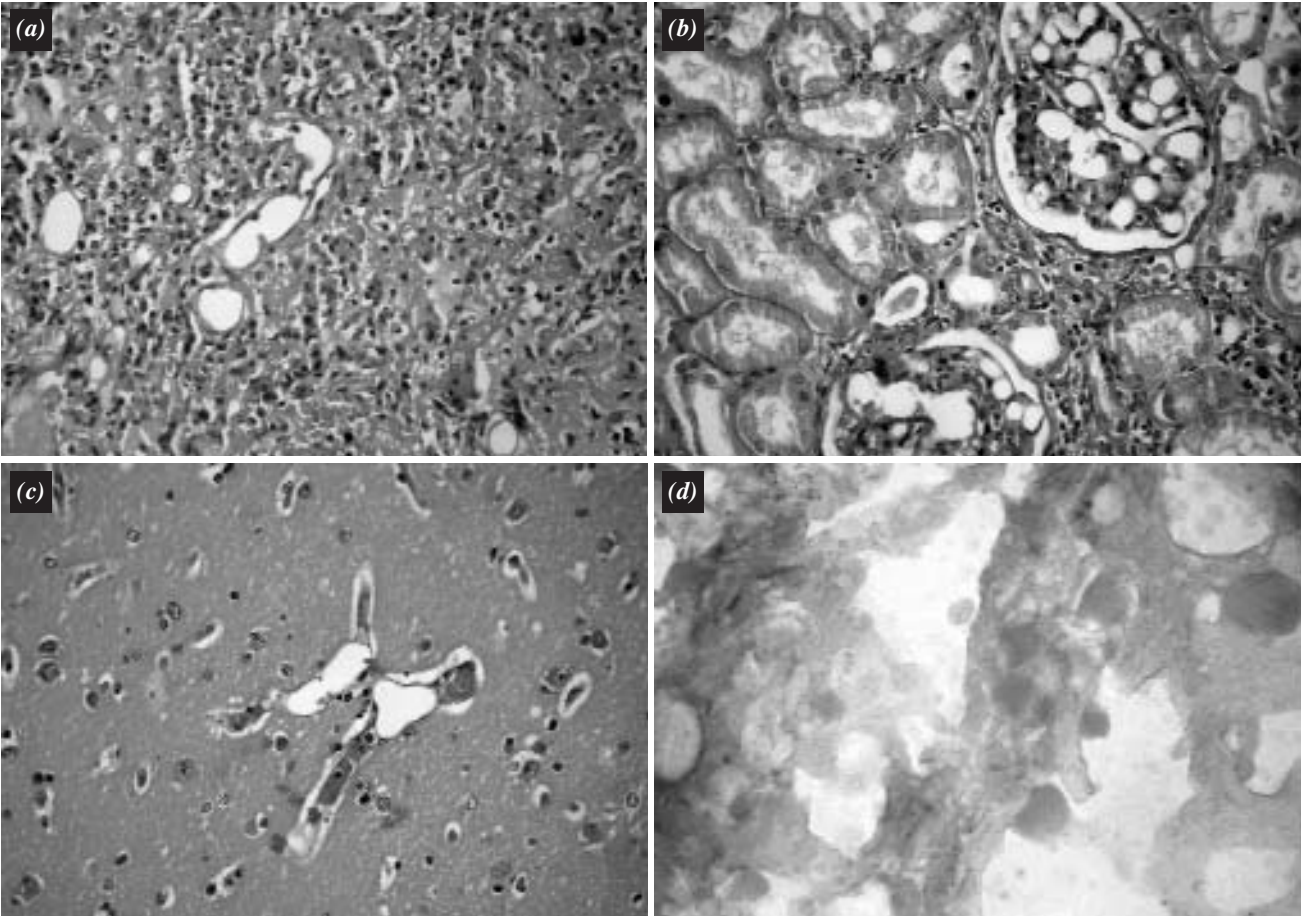
sonrası yağ embolisine bağlı ani solunum yetersizliği meydana gelmişti. Bu gruptaki tüm olgularda kardiyopulmoner resüsitasyon yapılmıştı.

Travma sonrası yaşam süresi 0-384 saat ( $61.6 \pm 86.2$  s) arasında değişmekteydi. Olgularda saptanan travmatik değişiklikler AIS ve ISS'ye göre değerlendirildiğinde, AIS 1-19 puan arasında idi; ortalama AIS değeri  $8.1 \pm 3.9$  SD bulundu. Yara ağırlık cetveli 1-75 puan arasında değişmekte idi; ortalama ISS değeri  $26.5 \pm 19$  SD olarak saptandı. Yara ağırlık cetveli değeri 10 olguda (%36) 1-14 puan, 16 olguda (%57) 16-66 puan ve 2 olguda (%7) 75 puan ve üzerinde bulundu. Buna göre, travmatik bulgular 10 olguda minör, 16 olguda majör ve 2 olguda ölümcül olarak değerlendirildi.

Olguların histopatolojik değerlendirmesinde 31 olgunun tamamında akciğer embolisi saptandı, 3

olguda evre I (%10), 2 olguda evre II (%7), 15 olguda evre III (%48), 11 olguda evre IV (%35) idi (Şekil 1a). Yedi olguda (%23) akciğer embolisine eşlik eden, böbrek embolisi (Şekil 1b) ve 2 olguda (%7) beyin embolisi (Şekil 1c) görüldü. Buna göre 24 olgu (%77) izole akciğer embolisi, 7 olgu (%23) ise sistemik yağ embolisi olarak değerlendirildi. Yağ embolisine 12 (%39) olguda kemik iliği embolisi de eşlik ediyordu. Sekiz olguda yağ embolisi varlığı "Oil-red O" boyama ile doğrulandı (Şekil 1d). Sağlıklı klinik verilere ulaşılamadığından olguların tümünde YES yönünde yorum yapılamadı. Verilerin tamamı Tablo 1'de özetlenmiştir.

Elde edilen sonuçların istatistiksel değerlendirmesinde, yaş, cinsiyet ve ISS değerleri ile akciğer yağ embolisinin derecelendirilmesi arasında anlamlı ilişki saptanamadı. Travma sonrası yaşam süresi ve ISS değerleri arasında ise istatistiksel an-



**Şekil 1.** (a) Akciğerde evre IV yağ embolisi görüntüsü (H-E x 200). (b) Böbrek glomerüllerinde yağ embolisi görüntüsü (H-E x 400). (c) Beyin damar lümenlerinde yağ embolisi varlığı (H-E x 200). (d) "Oil-Red O" boyası ile akciğerde yağ embolizasyonunun gösterilmesi (Oil-Red O x 400).

**Tablo 1.** Olgulara ait özellikler ve yaş ortalamaları

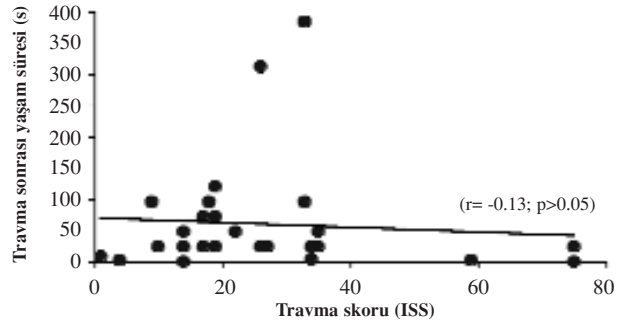
	Sayı	Yüzde	Yaş*
Cinsiyet			
Erkek	16	52	61±20
Kadın	15	48	70±19
Olay			
Travmatik	28	90	
Trafik kazası	19	68	65±17
Yüksekten düşme	7	25	73±24
Etkili eylem	2	7	76±13
Nontravmatik	3	10	45±21
Akciğer yağ embolisi / Evre (Histopatolojik değerlendirme)			
I	3	10	53±24
II	2	6	80±16
III	15	48	64±21
IV	11	36	68±19
Yara ağırlık cetveli (ISS)			
1 - 14	11	36	
16 - 66	18	58	
75 +	2	6	
Travma sonrası yaşam süresi (Saat / Ortalama±SS)			61.6±86.2

\*Ortalama±Standart sapma.

lamlılık olmadığı halde negatif bir ilişki olduğu gözlemlendi ( $r:0.13$ ;  $p>0.05$ ) (Şekil 2). Buna göre, ISS değerleri arttıkça, travma sonrası yaşam süresi azalmakta idi (Şekil 2).

## TARTIŞMA

Dolaşıma giren yağ globüllerinin akciğerde oluşturduğu zararın mekanizmaları tam olarak açıklanamamıştır. Bununla birlikte iki temel mekanizma üzerinde durulmaktadır.<sup>[3]</sup> Bu mekanizmalardan birincisi, mekaniktir; kemikte travma bölgesinde geçici basınç artışı rüptüre medüller venöz sinüsler aracılığı ile yağ globüllerinin ilikten kan dolaşımına geçmesine neden olur.<sup>[3,15]</sup> Bu fazda embolize olan yağ, akciğer kan dolaşımını kapiller seviyesinde engeller.<sup>[15]</sup> Mekanik mekanizma, daha çok travma sonrası yağ embolizmine bağlı erken dönemde gelişen solunum yetersizliğine neden olur.<sup>[3]</sup> Biyokimyasal mekanizmada ise, travma nedeni ile salınımı artan katekolaminler lipaz aktivitesinde artışa neden olur. Yağın hidrolizi ile oleik (%60) ve linoleik asit (%10) gibi serbest yağ asitlerinin aç-

**Şekil 2.** Travma skoru ve travma sonrası yaşam süresi arasındaki ilişki.

ğa çıkışı, akciğer hasarına neden olarak sıkıntılı solunum sendromunun gelişimini kolaylaştırır.<sup>[3]</sup>

Bazı kaynaklara göre endotel kaynaklı lipoprotein lipaz aktivitesi, akciğer mikrodolaşımında bölgesel yağ asidi salınımına neden olarak parankim zararı oluşturmaktadır.<sup>[16,17]</sup> Biyokimyasal mekanizmanın 24 saat - 2 hafta arasında geç dönemde ortaya çıkan solunum sıkıntısının nedeni olduğu düşünülmektedir.<sup>[3]</sup> Bu çalışmada yer alan olgular ve yaşam süreleri gözönüne alındığında gerek mekanik gerekse biyokimyasal mekanizmaların yağ embolisi patogeneğinde birlikte rol oynadıkları düşünülmüştür.

Akciğer ve sistemik yağ embolisi, travmanın bir sonucu olarak kabul edilmektedir. Daha sonra gelişebilen YES ise travmanın bir komplikasyonu olarak karşımıza çıkar. Bu durumda yağ embolisi ve YES arasında ayırıcı tanı büyük önem taşır. Akciğer yağ embolizmi, klinik bir sendrom değil, izole bir durumdur.<sup>[2]</sup> Adli otopsi pratiğinde, sıkça görülen yağ embolisinin tek başına ya da diğer faktörler ile birlikte ölüm nedeni olarak değerlendirilmesinde sorunlar vardır. Genel olarak, evre I ve evre II yağ embolisi olguları, sistemik yayılım olmaksızın, eşlik eden klinik özellikler yoksa ölüm nedeni olarak yorumlanmamaktadır.<sup>[2]</sup> Ancak, izole akciğer yağ embolizminin de, yaygın olduğunda (evre III ve üzeri olgularda) ölüm nedeni olabileceğini bildiren çalışmalar vardır.<sup>[1]</sup> Çalışmamızda, 3 olguda evre I (%10), 2 olguda evre II (%7), 15 olguda evre III (%48), 11 olguda evre IV (%35) yağ embolisi saptandı (Şekil 1). Buna göre; saptanan akciğer embolisi değerleri 26 olguda öldürücü nitelikte idi. Bu durum yağ embolisi şüphesi taşıyan olgularda, histopatolojik incelemenin önemini bir kez daha ortaya koymaktadır.

Yağ embolisi sendromu, travma sonrası 72 saat içinde ortaya çıkan, ilerleyici solunum yetersizliği, ruhsal durumda bozulma, trombositopeni, mukoza ve deride peteşiyal kanamalar ile karakterize ciddi bir klinik durumdur. Yağ embolisi sendromu, uzun kemik kırıklarında %0.5–%3, çoklu kırıklar ve pelvis yaralanmalarında ise %5–%30 oranında görülme sıklığı vardır. Olguların %15'i hayatını kaybetmektedir.<sup>[18-20]</sup>

Bizim çalışmamızda 24 olguda izole akciğer yağ embolisi, 7 olguda ise sistemik yağ embolisi saptandı. Sistemik yağ embolisi olan olguların 5'inde akciğer ve böbrek, 2'sinde akciğer, böbrek ve beyin embolisi görüldü. Sağlıklı klinik veri eksikliği nedeni ile sistemik yağ embolisi bulunan olgularda YES gelişip gelişmediği yönünde yorum yapılamadı. Bu durum, otopsi öncesinde klinik verinin toplanması ve değerlendirilmesinin önemini bir kez daha vurgulamaktadır.

Uzun kemik kırıklarının yağ embolizminin en önemli kaynağı olduğu düşünülmektedir. Yumuşak doku travmalarına bağlı olarak gelişen hatta ender olarak travma bulguları olmaksızın görülebilen yağ embolileri de bildirilmiştir.<sup>[8-12]</sup> Palmovic ve McCarroll<sup>[21]</sup> yaygın yağ embolisinin çoklu kırıkları olan olgularda sık görüldüğünü ancak, tek başına yumuşak doku travması olan olgularda yağ embolisi oluşmadığını bildirmiştir. Buna karşılık, yaygın kontüzyonlar ile ilişkili yağ embolisi saptandığını bildiren çalışmalar da vardır.<sup>[12]</sup> Çalışmamızda 4 olguda (%13) yağ embolisinin tek başına yumuşak doku travması sonucu oluştuğu saptandı. Bu olguların 3'ünde akciğer, 1'inde sistemik yağ embolisi vardı. İstatistiksel anlamlılık bulunmasa da, yağ embolisi dereceleri çoklu kırıklarda saptanan değerlere göre belirgin olarak düşüktü. Ancak, sistemik emboli oluşturabilmesi nedeni ile bu tür travmalara bağlı yağ embolisinin öldürücü potansiyelinin gözardı edilmemesi gerektiğini düşünmekteyiz.

Mason ve ark.<sup>[2]</sup> travmatik olmayan olgularının %20'sinde akciğerde yağ embolisi ve Lehman ve ark.<sup>[2]</sup> çalışmalarında travmatik olmayan olguların yarısında mikroskopik yağ embolisi bulguları saptamışlardır. Ancak bu oranlar ölümcül travma olgularında saptananların yanında oldukça küçük bir grubu oluşturmaktadır. Travmatik olmayan olgularda uzun süreli steroid ya da immün baskılayıcı ilaç kullanımına bağlı gelişen karaciğer yağlanması

sı emboli kaynağı olarak sorumlu tutulmaktadır.<sup>[8-12]</sup> Fakat karaciğer yağlanması bulunmayan olguların da görülmesi yağ embolisi meydana gelmesinde farklı mekanizmaların varlığını akla getirmektedir. Çalışmamızda travma dışı nedenlere bağlı olarak ölen 3 (%10) olgu vardır. Bu grupta hiçbir olguda steroid ya da immün baskılayıcı ilaç tedavisi öyküsü bulunmamaktadır. Yalnızca bir olguda karaciğer yağlanması saptanmıştır. Her üç olguda kardiyopulmoner resüsitasyon işlemleri uygulanmıştır. Mudd ve ark.<sup>[1]</sup> travma dışı nedenlere bağlı ölen olgularının %15'inde yağ embolisi saptadıklarını bildirmişler ve bu olguların tamamında kardiyopulmoner resüsitasyon işlemlerini, yağ embolisi oluşumundan sorumlu tutmuşlardır.

Göğüs kompresyonuna bağlı yağ ve kemik iliği embolilerinin görülebilmesi nedeni ile bu tür olguların değerlendirilmesinde kardiyopulmoner resüsitasyonun etkisi göz ardı edilmemelidir.<sup>[22,23]</sup>

Çalışmamızda, travmatik değişiklikler derecelendirildiğinde, 10 olguda (%36) ISS değeri 1-14 puan, 16 olguda (%57) 16-66 puan ve 2 olguda (%7) 75 puan ve üzerinde saptandı. Nikolic ve ark.<sup>[24]</sup> 272 olguyu değerlendirdikleri çalışmalarında, travma sonrası hemen ölen 87 olguda (%32) ISS değerini 75 puanın üzerinde saptamışlardır. Çalışmamızda travma sonrası hemen ölen 3 olgu (%10) bulunmakta idi. Bu değerler Nikolic ve ark. çalışmalarına oranla belirgin olarak düşük oluşu olgu sayısının azlığı ile açıklanabilir. Buna karşın bu olgulardan 2'sinde ISS değeri 75 puan ve üzerindedir. Çalışmamızda travma sonrası yaşam süresi 0-384 saat (61.6±86.2 s) arasında değişmekte idi. Nikolic ve ark.<sup>[24]</sup> çalışmalarında travma sonrası yaşayan 112 olguda ortalama yaşam süresini 4.79 gün ±3.77 olarak bildirmişlerdir. Aynı çalışmada, ISS değerleri ile travma sonrası yaşam süresi karşılaştırıldığında bu iki parametre arasında zayıf, negatif bir ilişki saptandığı bildirilmektedir. Benzer şekilde çalışmamızda ISS değerleri ve travma sonrası yaşam süresi arasında istatistiksel anlamlılık saptanmasa da negatif yönde bir ilişkinin varlığı gözlenmektedir.

Nikolic ve ark.<sup>[25]</sup> çalışmaları yağ embolisi derecesi ile yaş arasında anlamlı ilişki bulunduğunu göstermiştir. Bizim çalışmamızda yağ embolisi derecesi ile yaş, cinsiyet ve travma sonrası yaşam süresi arasında anlamlı ilişki saptamadık.

Sonuç olarak, akciğer ve sistemik yağ embolisi olgularında, travmanın şiddeti, travma sonrası yaşam süresi, yaş ve cinsiyet gibi parametreler arasında ilişki gösterilememiştir. Bununla birlikte, bu çalışma, travmanın şiddeti ile doğrudan bağlantı göstermeyen, önemli derecede hatta bazen öldürücü nitelikte yağ embolisi oluşabileceğini göstermesi açısından önemlidir. Klinik ve otopsi uygulamalarında çoğu kez, yağ embolisi tanısı için öncelikle bu durumun akla getirilmesi gereklidir. Klinisyenler ve otopsi patologları arasında kurulacak iletişim, gerek adli süreçte olguların değerlendirilmesinde, gerekse sistemik otopsinin sağlayacağı epidemiyolojik veri havuzunun oluşturulmasında büyük öneme sahiptir.

### KAYNAKLAR

- Mudd KL, Hunt A, Matherly RC, Goldsmith LJ, Campbell FR, Nichols GR 2nd, et al. Analysis of pulmonary fat embolism in blunt force fatalities. *J Trauma* 2000;48:711-5.
- Saukko P, Knight B. Complications of injury. In: Saukko P, Knight B, editors. *Knight's forensic pathology*. 3rd ed. London: Arnold; 2004. p. 339-51.
- Hamood S, Hayek T, Munichor M, Michaelson M, Best LA, Bentur L. Fat embolism in a boy with minor non-fracture trauma. *Pediatr Pulmonol* 1999;27:221-3.
- Barillo DJ, Cancio LC, Kim SH, Shirani KZ, Goodwin CW. Fatal and near-fatal complications of liposuction. *South Med J* 1998;91:487-92.
- Tolentino LF, Tsai SF, Witt MD, French SW. Fatal fat embolism following amphotericin B lipid complex injection. *Exp Mol Pathol* 2004;77:246-8.
- Kamano M, Honda Y, Kitaguchi M, Kazuki K. Cerebral fat embolism after a nondisplaced tibial fracture: case report. *Clin Orthop Relat Res* 2001;(389):206-9.
- Matthews BD, Sing RF, Heniford BT. Fatal cerebral fat embolism after open reduction and internal fixation of femur fracture. *J Trauma* 2001;50:585.
- Brandt SE, Zeegers WS, Ceelen TL. Fatal pulmonary fat embolism after dorsal spinal fusion. *Eur Spine J* 1998;7:426-8.
- Eckardt P, Raez LE, Restrepo A, Temple JD. Pulmonary bone marrow embolism in sickle cell disease. *South Med J* 1999;92:245-7.
- Rosen JM, Braman SS, Hasan FM, Teplitz C. Nontraumatic fat embolization. A rare cause of new pulmonary infiltrates in an immunocompromised patient. *Am Rev Respir Dis* 1986;134:805-8.
- Karayel F, Arican N, Kavas G, Turan AA, Pakis I. Maternal death due to non-traumatic fat embolism. *J Forensic Sci* 2005;50:1-3.
- Nichols GR 2nd, Corey TS, Davis GJ. Nonfracture-associated fatal fat embolism in a case of child abuse. *J Forensic Sci* 1990;35:493-9.
- Gunay Y, Yavuz MF, Esiyok B. Comparison of Turkish Injury Scale (TIS) with the Abbreviated Injury Scale (AIS). *Forensic Sci Int* 2003;132:1-4.
- Nikolic S, Micic J. Correlation between the survival duration and trauma severity in persons who died from posttraumatic fat embolism. [Article in Serbian] *Srp Arh Celok Lek* 2004;132:167-70. [Abstract]
- Nikolic S, Micic J, Savic S, Gajic M. Factors which could affect the severity of post-traumatic pulmonary fat embolism-a prospective histological study. [Article in Serbian] *Srp Arh Celok Lek* 2003;131:244-8. [Abstract]
- Gossling HR, Pellegrini VD Jr. Fat embolism syndrome: a review of the pathophysiology and physiological basis of treatment. *Clin Orthop Relat Res* 1982;(165):68-82.
- Kerstell J. Pathogenesis of post-traumatic fat embolism. *Am J Surg* 1971;121:712-5.
- ten Duis HJ. The fat embolism syndrome. *Injury* 1997;28:77-85.
- Mellor A, Soni N. Fat embolism. *Anaesthesia* 2001;56:145-54.
- Bulger EM, Smith DG, Maier RV, Jurkovich GJ. Fat embolism syndrome. A 10-year review. *Arch Surg* 1997;132:435-9.
- Palmovic V, McCarroll JR. Fat embolism in trauma. *Arch Pathol* 1965;80:630-5.
- Dzienciol J, Kemon A, Gorska M, Barwijuk M, Sulkowski S, Kozielc Z, et al. Widespread myocardial and pulmonary bone marrow embolism following cardiac massage. *Forensic Sci Int* 1992;56:195-9.
- Akçay Turan A, Özaslan A, Evcüman D, Çelik S. Kardiyopulmoner resüsitasyona bağlı kemik iliği embolisi (İki olgu). *Türkiye Klinikleri (Adli Tıp)* 2004;1:36-8.
- Nikolic S, Micic J, Mihailovic Z. Correlation between survival time and severity of injuries in fatal injuries in traffic accidents. [Article in Serbian] *Srp Arh Celok Lek* 2001;129:291-5.
- Nikolic S, Micic J, Savic S, Uzelac-Belovski Z. Post-traumatic pulmonary and systemic fat embolism in forensic practice. Prospective histological study. [Article in Serbian] *Srp Arh Celok Lek* 2000;128:90-3.