

# Van Adli Tıp Grup Başkanlığı'nda elektrik çarpması sonucu ölen olguların adli-tıbbi incelemesi

Forensic-medical examination of cases that died as a result of electric shock at the Council of Forensic Medicine, Van Regional Office

 Abdullah Benna Sarın<sup>1</sup>

0000-0002-3747-0191

## ÖZET

**Amaç:** Ürün güvenliğinde iyileşmeler olmasına rağmen, elektrik çarpmasına bağlı yaralanmalar mortalite ve morbiditelerin önemli bir nedenidir. Bu çalışmanın amacı, elektrik yaralanması sonucu otopsi yapılan olguların sosyodemografik verileri, klinik özellikleri, olay yeri, elektrik giriş-çıkış yara özellikleri ve elektrik çarpmasının vücut üzerindeki patolojik etkilerinin incelenmesidir.

**Materyal ve Metod:** Van Adli Tıp Grup Başkanlığı'nda 1 Ocak 2015-1 Temmuz 2022 tarihleri arasında gerçekleştirilen toplam 2574 otopsi incelendi. Elektrik akımına maruz kalan 15 olgu tespit edildi. Bu olguların dosyaları retrospektif olarak incelendi.

**Bulgular:** Yapılan medikolegal otopsilerin %0.58'inin elektrik yaralanması sonucu öldüğü belirlendi. Olguların %73.3'ü erkek, %26.7'si kadın, yaş ortalaması 28.27 idi. Orijin tüm olgularda kaza olup %53.3'ü ev kazası, %46.7'si iş kazasıydı. Yaralanmaların %80'i düşük voltaj, %20'si yüksek voltaj yaralanmasıydı. Ölümler en sık yaz mevsiminde gerçekleşmişti. Sıvı iletkenliği iş kazalarında görülmezken ev kazalarının %37.5'inde etkili olduğu tespit edildi. Ölümlerin en sık inşaat alanı, ev ve ekleri olduğu belirlendi. Elektrik çarpmasına en sık elektrik teli, kablo ve elektrikli ev aletleri neden olmuştu. Olguların %80'inde elektrik giriş yarası, %26.7'sinde çıkış yarası tespit edilmişti. Bu yaralara ciltte yanık ve genel beden travması bulgularının göz ardı edilmeyecek sıklıkta eşlik ettiği belirlendi.

**Tartışma ve Sonuç:** Tamamına yakını kaza orijinli olan elektrik çarpmalarında; olay yeri incelemesi ayrıntılı yapılarak otopsi uzmanına ivedilikle ulaştırılmalıdır. Ev ve iş kazaları sonucu meydana gelen ölüm olgularına yapılacak otopsi işleminde elektrik yaralanması ihtimali akıldan bulundurulmalıdır.

**Anahtar Sözcükler:** Elektrik yaralanması, Olay yeri, Ev kazası, İş kazası, Medikolegal otopsi

## ABSTRACT

**Objective:** Despite improvements in product safety, injuries due to electric shock are an important cause of mortality and morbidity. The aim of this study, examine the sociodemographic data, clinical characteristics, scene of the crime, electrical input-output wound characteristics and the pathological effects of electric shock on the body of the cases who underwent autopsy as a result of electrical injury.

**Materials and Methods:** A total of 2574 autopsies performed at the Council of Forensic Medicine, Van Regional Office between January 1, 2015 and July 1, 2022 were examined. Fifteen cases exposed to electric current were identified. The files of these cases were reviewed retrospectively.

**Results:** It was determined that 0.58% of medicolegal autopsies as a result of electrocution. 73.3% of the cases were male, 26.7% were female, and the mean age was 28.27. All cases were accidental deaths, of which 53.3% occurred in home and 46.7% occurred in work. 80% of the injuries were low voltage injuries and 20% were high voltage injuries. Most deaths occurred during the summer season. While fluid conductivity was not observed in work accidents, it was found to be effective in 37.5% of home accidents. The most frequent deaths of places were the construction site, the house and its annexes. Electric shock was most commonly caused by electrical wires, cables and electrical appliances. Electric entry wound was detected in 80% of the cases, and exit wound in 26.7%. These wounds were accompanied by skin burns and general body trauma findings with a frequency that could not be ignored.

**Discussion and Conclusion:** In electric shocks almost entirely of accident origin; crime scene investigation detailed configuration should be delivered to the autopsy specialist immediately. The risk of electric shock should be kept in mind in the autopsy procedure for deaths occurring as a result of home and work accidents.

**Keywords:** electrical injury, crime scene, home accident, work accident, medicolegal autopsy

**Cite as:** Sarın AB. Van adli tıp grup başkanlığı'nda elektrik çarpması sonucu ölen olguların adli-tıbbi incelemesi. J For Med 2023;37(3):115-121.

Received: 05.07.2023 • Accepted: 10.11.2023

**Corresponding Author:** Abdullah Benna Sarın, Adalet Bakanlığı Adli Tıp Kurumu Hatay Grup Başkanlığı, Hatay, Türkiye

**E-mail:** a.benna@gmail.co

Adalet Bakanlığı Adli Tıp Kurumu Hatay Grup Başkanlığı, Hatay, Türkiye



Turkish Journal of Forensic Medicine is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

## GİRİŞ

Günlük hayatın vazgeçilmez bir unsuru olan elektriğin zamanla yaygın kullanımı sonucunda elektrik çarpmasına bağlı yaralanmalar artmıştır. Elektrikli cihazların güvenlik standartlarındaki önemli gelişmelere rağmen, elektrik çarpmasına bağlı yaralanmalar tüm yaş gruplarında yüksek morbidite ve mortaliteye sahiptir (1,2). Elektrik çarpmasına bağlı yaralanmalar genellikle kaza orijindir. Bu yaralanmalar, yüksek voltaj yaralanmaları (HVI) >1000 Volt veya düşük voltaj yaralanmaları (LVI) <1000 Volt olarak tanımlanır. Genellikle HVI işle ilgili olup sanayi işçileri ve yüksek gerilim gücüyle çalışanlar risk altındadır. Düşük voltaj yaralanmaları ise çocuklarda ve kadınlarda genellikle ev kazaları olarak evde görülürken yetişkin erkeklerde daha çok iş kazası sonucu işyerinde görülür (2-3). Elektrik çarpmasının kaynağı genellikle elektrikle çalışan arızalı aletlerdir (4).

Elektrik yaralanmalarının gerçek insidansı bilinmemektedir. Bununla birlikte ölüm oranının ABD’de %3-15, İran’da %5,6-10,4 ve Türkiye’de tüm adli ölümlerin %2-4.6’sını oluşturduğu bildirilmiştir (5-8). Yetişkin olguların %90’ı erkek iken, çocuklarda erkek/kadın oranı 2:1’dir (2-4, 9). Elektrik çarpması çoğunlukla yaz mevsiminde, insanlar elektrikli aletlerle çalışırken meydana gelir (10).

Vücudun bir elektrik kaynağı ile temas etmesi sonucu elektrik akımı vücuttaki giriş ve çıkış bölgesi arasında ilerleyerek elektrik çarpmasına bağlı yaralanmalar meydana gelir. Aradaki doku elektriğe maruz kalır ve maruz kalma süresine, voltaja, akıma, akımın vücutta izlediği yola, akımın cinsine, devrenin tamamlanıp tamamlanmamasına ve dirence bağlı olarak potansiyel olarak hasar görebilir. Yıkıcı etkileri olan elektrik çarpması sonucu; kompartman sendromu, böbrek yetmezliği, organ kayıpları, yanık, harici travmatik bulguları, kardiyak aritmiler, solunum durması ve ölüm görülebilmektedir (3,4,10). Elektrik akımı, giriş noktasından çıkışa kadar vücuttaki en kısa direncin en az olduğu yolu tercih etme eğilimindedir. En sık giriş noktaları eller ve baş bölgesi, çıkış noktaları ise eller, ayaklar ve bacaklardır. Bununla birlikte baş ve göğüs bölgelerinden geçen elektrik akımı vücudun diğer bölgelerinden geçen akımlara göre daha yüksek oranlarda ölüme neden olabilmektedir (11).

Bu çalışmada; elektrik çarpmasına bağlı ölüm nedeniyle otopsi yapılan olguların sosyodemografik verilerinin, klinik özelliklerinin, olay yeri bilgilerinin, elektrik giriş-çıkış yara özelliklerinin ve elektrik akımının vücuttaki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOD

Çalışma için Adalet Bakanlığı Adli Tıp Kurumu Başkanlığı Eğitim ve Bilimsel Araştırma Komisyonu’ndan etik kurul onayı (karar no:2023/407) alınmıştır. Van Adli Tıp Grup Başkanlığı’nda 1 Ocak 2015-1 Temmuz 2022 tarihleri arasında gerçekleştirilen toplam 2574 adli otopsi vakasının incelenmesi yapıldı. Elektrik akımına maruz kalan toplam 15 olgu tespit edildi. Olgulara ait hastane dosyaları, otopsi raporları, histopatolojik inceleme raporları, otopsi fotoğrafları, kolluk kuvvetleri tarafından düzenlenen (olay yeri vb.) raporları, tanık-sanık ifadeleri ve bilirkişi raporları retrospektif olarak incelendi. Elektrik akımına maruz kalma şüphesi olan ve dosyalardaki verileri eksik olan olgular çalışmadan dışlanmıştır.

Bu çalışmada olguların sosyodemografik verileri, olay mahallindeki bulgular, akımın vücut içinde izlediği yol, elektrik giriş-çıkış yaraları, genel vücut travması bulguları, yanık yaralanması bulguları, sıvı su iletkenliği, otopsi bulguları ve ölüm nedenleri incelendi. Elektrik çarpmasının kaynağı değerlendirilirken elektrik prizleri, elektrik telleri, elektrikli ev aletleri (buzdolabı, çamaşır makinesi, ocaklı fırın vs.), ev ve iş yerindeki elektrik tesisatları, su ısıtıcısı, kablo, ampul ve priz düşük voltaj olarak kabul edildi. Elektrik yüksek gerilim hatları yüksek voltaj olarak kabul edildi. Olay yerine göre, elektrik çarpması iş kazası ve ev kazası olarak değerlendirildi.

## BULGULAR

Adli otopsi yapılan 2574 olgudan 15’inin (%0.58) vücudundan elektrik akımı geçmesine bağlı ölüm olduğu belirlendi. Olguların %73.3’ü (n = 11) erkek, %26.7’si (n=4) kadındı. Tüm Olguların yaş ortalaması 28.27 olup, yaş aralığı 3 ile 65 arasında idi. Bu olgulardan; %80’inin (n = 12) LVI, 20’sinin (n = 3) ise HVI sonucu öldüğü belirlendi. Olayın en sık

yaz mevsiminde ve Temmuz ayında gerçekleştiği belirlendi. Olguların sosyodemografik ve klinik özellikleri Tablo 1’de ayrıntılı gösterilmiştir.

**Table 1.** Olguların sosyodemografik ve klinik özellikleri

	Sayı (Yüzde) n= 15 (100)
Yaş Ortalaması	28.27
<b>Cinsiyet</b>	
Erkek	11 (73.3)
Kadın	4 (26.7)
<b>Mevsim</b>	
Yaz	5 (33.3)
İlkbahar	3 (20)
Kış	3 (20)
Sonbahar	4 (26.7)
<b>Voltaj tipi</b>	
LVI	12 (80)
HVI	3 (20)
<b>Kaza tipi</b>	
Ev kazası	8 (53.3)
İş kazası	7 (46.7)
<b>Olay yeri</b>	
İnşaat alanı	4 (26.7)
Ev	4 (26.7)
Evin bahçesi ve ekleri	4 (26.7)
Tarım arazisi	2 (13.3)
Konteyner	1 (6.7)
<b>EÇ neden olan araç</b>	
Kablo	5 (33.3)
Ev aleti	3 (20)
Yüksek gerilim teli	3 (20)
Elektrik teli	1 (6.7)
Ampul	1 (6.7)
Su ısıtıcısı	1 (6.7)
Priz	1 (6.7)
<b>Sıvı iletkenliği</b>	
Var	3 (20)
Yok	12 (80)
<b>Genel beden travması</b>	
Var	2 (13.3)
Yok	13 (86.7)
<b>Yanık</b>	
Var	4 (26.7)
Yok	11 (73.3)
<b>Elektrik giriş yarası</b>	
Var	12 (80)
Yok	3 (20)
<b>Elektrik çıkış yarası</b>	
Var	4 (26.7)
Yok	11 (73.3)
<b>Ölüm nedeni</b>	
Elektrik çarpması	11 (73.3)
Elektrik çarpması ve yanık	2 (13.3)
Elektrik çarpması ve genel beden travması	2 (13.3)

Çalışmada ölümlerin tümü kaza orijinli olup, intihar ve cinayete rastlanmamıştır. Kazalar ev ve iş kazası olarak ayrıldığında; olayın orijini olguların %53.3’ünde (n = 8) ev kazası, %46.7’sinde (n = 7) iş



**Şekil 1.** Elektrik çarpması sonucu meydana gelen yaralar

kazasıydı. İş kazalarının ise % 42.9’unun (n = 3) HVI sonucu öldüğü belirlendi. Olay yerinin ölümlerin %26.7’sinde (n = 4) inşaat alanı, %26.7’sinde (n = 4) ev, %26.7’sinde (n = 4) evin bahçesi ve ekleri, %13.3’ünde tarım arazisi (n = 2), %6.7’sinde (n = 1) ise konteyner olduğu belirlendi. Olay yeri incelemesinde iş kazalarının %42.9’unda (n = 3) elektrik çarpmasına neden olan aracın yüksek gerilim teli, %42.9’unda (n = 3) kablo, %14.2’sinde (n = 1) elektrik teli olduğu belirlendi. Ev kazalarında ise elektrik çarpmasına neden olan aracın %37.5’inde (n = 3) elektrikli ev aleti, %25’inde (n = 2) kablo, %12.5’inde (n = 1) priz, %12.5’inde (n = 1) ampul, %12.5’inde (n = 1) ise su ısıtıcısı kaynaklı olduğu belirlendi.

Yapılan medikolegal otopsilerde olguların %26.7’inde (n = 4) ciltte yanık bulguları (vücut yüzey alanının %5-70’inde), %13.3’ünde (n = 2) kemik kırığı, ekimoz, sıyrık gibi genel beden travması bulgularının eşlik ettiği ve travma bulgularının HVI yaralanması sonucu meydana geldiği belirlendi (Şekil 1.). Elektrik giriş yarasının olguların %80’inde (n = 12) olduğu, elektrik çıkış yarasının olguların %26.7’sinde (n = 4) olduğu belirlendi. Elektrik giriş yarasının en sık sol el (n = 6) yerleşimli olduğu, elektrik çıkış yarasının ise en sık her iki ayak (n = 2) yerleşimli olduğu belirlendi.

İş kazasına bağlı ölümlerde sıvı teması görülmezken; ev kazalarına bağlı ölümlerin %37.5'inde (n = 3) sıvı iletkenliğine bağlı LVI sonucu ölümün gerçekleştiği belirlendi. Bunlardan birincisi banyoda su ısıtıcısı çalışırken elini suya batırması sonucu ölen yetişkin, ikincisi evin bahçesindeki ahırın önünde kar topu oynarken yüksekteki elektrik kablosunun su birikintisine düşmesi sonucu ölen çocuk, üçüncüsü ev aletine su dökülmesi sonucu öldüğü belirlenen çocuk oluydu.

Medikolegal otopsilerde vücuttan alınan doku ve sıvı örneklerinin toksikolojik analizinde; alkol, uyutucu, uyuşturucu veya uyarıcı herhangi bir madde tespit edilmedi. Tüm olgulardan alınan histopatoloji örnekleri makroskopik ve mikroskopik olarak incelendi. Elektrik giriş ve çıkış yaralarında elektrik akımı geçişi ve ısı etkisiyle uyumlu bulgular tespit edilmiştir. Vücutundan elektrik akımı geçerek ölen olguların; %73.3'ünün (n = 11) elektrik çarpması, %13.3'ünün (n = 2) genel beden travması ve elektrik çarpması, %13.3'ünün (n = 2) yanık ve elektrik çarpması ortak etkisi ile öldüğü saptandı.

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Elektrik çarpmasına bağlı ölümlerde; düşük sosyo-ekonomik ve eğitim durumu, elektrige kolay erişim ve yaygın kullanım, elektronik cihazlardaki arızaların ihmal edilmesi, iş makinelerinin yeterli tecrübe ve güvenlik bilgisine sahip olmayan kişiler tarafından kullanılması, ev ve işyerinde elektrik güvenlik önlemleri ile ilgili yeterli kamu bilincinin olmaması sorumlu faktörlerdendir (12). Hindistan'da otopsi yapılan 428 elektrik çarpması olgusunun, tüm adli otopsilerin %1.8'ini oluşturduğu saptanmıştır (13). Ülkemizde yapılan çalışmalarda; Oruç ve ark. elektrik yaralanmalarının tüm adli ölümlerin %1.16'sı olduğunu, Korkmaz ve Uysal %3.77'si, Türkmen ve ark. ise %1.49'u olduğunu saptamıştır (3, 14, 15). Bu çalışmada; literatürden farklı olarak 7.5 yılda yapılan medikolegal otopsilerin %0.58'inin elektrik akımından kaynaklanan yaralanmalar sonucu olduğu belirlenmiştir. Yapılan medikolegal otopsilerde elektrik çarpmasına bağlı ölümlerin beklenenden az olmasının nedeni; bölgemizde sanayinin gelişmemesinden, ve temel geçim kaynağının tarım ve hayvancılık olmasından,

elektrikli ev aleti arızalarının az olmasından ve arızalara uzman kişilerin müdahale etmiş olabileceğinden kaynaklandığı düşünüldü.

Yapılan çalışmalarda; işe bağlı yaralanmaların erkeklerde kadınlardan daha sık görüldüğü ortaya konulmuştur (15,16). Bununla birlikte; hem yurtdışında hem de ülkemizde elektrik çarpmasına bağlı ölümler, erkeklerde (%61.5-93.7) daha yaygındır (11, 13-16). Bu çalışmada; benzer olarak olguların %73.3'ü erkek, %26.7'si kadındı. Bu duruma, erkeklerin hem evde hem de iş yerinde elektrik ekipmanlarıyla daha fazla uğraşmalarının neden olduğu düşünüldü.

Elektrik çarpmasına bağlı ölümlerin çoğunun genç erişkinlerde görüldüğü bildirilmiştir (3, 11, 13-16). Ülkemizde yapılan çalışmalarda; Oruç ve ark. olguların yaş ortalamasının 29.2, Korkmaz ve Uysal 23.15, Türkmen ve ark. 32.5, Dirlik ve ark. ise 32.05 olduğunu bildirmiştir (3, 14-16). Bununla birlikte; Türkiye'de en yüksek çocuk popülasyon yoğunluğuna sahip Şanlıurfa'da Dündar ve ark. elektrik çarpmasına bağlı ölümlerde yaş ortalaması 22.3 olduğu bildirilmiştir (17). Çalışmamızda literatürle uyumlu olarak yaş ortalaması 28.27 idi. Bunun nedeni, ülkemizde elektriğin yanlış kullanımı, gençlerdeki tecrübesizlik, profesyonel olmayan genç yaş grubundaki kişiler tarafından elektrik tamiri yapılması, küçük yaş grubundaki dikkat eksikliği veya elektronik ekipman kullanırken yeterli güvenlik önlemi alınmaması vb. olabilir.

Morbidite ve mortalite oranları HVI'da LVI'dan önemli ölçüde daha yüksektir, ancak HVI sıklığı daha düşük olduğu için LVI ile ilişkili ölümler daha yaygındır (3, 13). Hindistan'ın Güney Delhi bölgesinde otopsi yapılan 428 elektrik çarpması olgusunun %92.3'ünün LVI, ABD'nin Maryland kentinde yapılan bir çalışmada ise ölümlerin %71'inin HVI olduğu saptanmıştır (13, 18). Oruç ve ark. olguların %51'inin LVI, %49'unun HVI olduğunu, Korkmaz ve Uysal ise %34.7'sinin LVI, %37.7'sinin HVI, kalanlarda ise belirlenemediğini bildirmiştir (3, 14). Bu çalışmada; HVI/LVI oranı ¼ olup ülkemizde yapılan çalışmalara göre belirgin olarak düşük bulunmuştur. Bu durum; ev kazalarının görece fazla olmasına, bölgemizde az gelişmiş sanayiye ve temel geçim kaynağının ziraat olmasına bağlanabilir.

Literatürde elektrik çarpmasına baēlı yaralanmaların en sık sonbahar ve yaz mevsiminde, en az da kış mevsiminde gerçekleştiēi bildirilmiştir (2, 3, 9-11, 19). Şanlıurfa'da yetişkin ve çocuk yaş gruplarının karşılaştırıldığı elektrik çarpmasına baēlı ölümlerin, her iki grupta da en sık yaz mevsiminde görüldüēü bildirilmiştir (17). Bu çalışmada benzer olarak ölümlerin en sık Temmuz ayında ve yaz mevsiminde gerçekleştiēi belirlendi. Elektrik çarpmasına baēlı ölümlerin ev ve iş kazasına baēlı meydana geldiēi göz önünde bulundurulduğunda; karlı gün sayısı fazla olan bölgemizde yaz mevsiminde özellikle açık alanda iş sezonun artması nedeniyle beklenen bir durum olarak değerlendirildi.

Kanada ve İran'da yapılan çalışmalarda kazaların yaklaşık dörtte üçünün iş yerinde meydana geldiēi bildirilmiştir (20, 21). Ülkemizde; Dirlik ve ark. yaptığı çalışmada olguların % 55,9'unun işyerinde % 44,1'inin evde, Oruç ve ark. %77,5'inin iş yerinde, %22,5'i ise evdeki elektrik yaralanmalarından öldüğünü bildirmiştir (3, 16). Bununla birlikte; LVI'ya baēlı ev içi kazaların tamamına yakınının iç mekan kazalarından kaynaklandığı, HVI'ya baēlı iş kazalarının ise genellikle açık havada meydana geldiēi bildirilmiştir (3, 22). Çalışmamızda; olguların %46,7'sinin iş kazası, %53,3'ü ise ev kazası olup yaralanmaların %26,7'si evde, %26,7'si ise evin bahçesi ve eklerinde gerçekleşmişti. Bölgemizde düşük sosyoekonomik duruma baēlı ev ve iş yerinde bozuk elektronik alet kullanımının yaygınlığı, tecrübesiz kişilerin arızalarla ilgilenmesi, uzun kış günlerinden dolayı açık alanda yapılan çalışmaların sınırlı olması ve sanayinin yeterince gelişmemiş olması nedeniyle ev kazalarının iş kazalarından fazla olması beklenen bir durumdur.

Yapılan çalışmalarda en yaygın elektrik çarpması kaynağının arızalı elektrikli ev aletleri olduğu bildirilmiştir (23). Korkmaz&Uysal'ın yaptığı çalışmada; çocukluk döneminde elektrik yaralanmasına neden olan kaynağın en sık su ısıtıcısı olduğu belirlenmiştir (14). Özdel ve ark. çocukları kapsayan çalışmasında en sık kaynağın elektrik prizi (%30) ve elektrik kablosu (%24) olduğu belirlenmiştir (22). Bununla birlikte; en sık kaynağın yüksek gerilim tellerinde yapılan çalışmalar olduğunu bildiren araştırmalar da mevcuttur (3, 17). Çocuk ve yetişkinlerin karşılaştırıldığı bir çalışmada;

çocukların en sık elektrikli ev aleti ve su ısıtıcısından, yetişkinlerin ise en sık yüksek gerilim teli kaynaklı elektrik akımına maruz kaldığı bildirilmiştir (17, 18). Bu çalışmada; elektrik yaralanması kaynağının en sık elektrikli ev aleti, kablo ve yüksek gerilim teli olduğu belirlendi. Bu durum; düşük sosyoekonomik duruma baēlı bozuk elektronik alet kullanımının yaygınlığı, yeterli tedbir alınmayan iş kazaları, tecrübesiz kişilerin özellikle arızaları çözmeye çalışmalarından kaynaklanması gibi birçok nedenden kaynaklanıyor olabilir.

Behera ve ark. elektrik çarpması olgularının %17,1'inde düşmeyi düşündüren farklı yaralanma bulgularının eşlik ettiēi bildirilmiştir (13). Bununla birlikte, tüm olgularda ölüm nedeninin düşme değil, elektrik çarpması olduğu bildirilmiştir (13). Ülkemizde yapılan bir çalışmada ise, elektrik çarpması olgularının %30'una travma eşlik ettiēi, bunların yaklaşık yarısının düşme nedeniyle oluştuēu ve olguların yaklaşık %12'sinin bu yaralanmalara baēlı öldüēü bildirilmiştir (24). Oruç ve ark. yaptığı çalışmada ise HVI'ların tamamında, LVI'ların %60'ında ekimoz, sıyrık gibi genel beden travması bulgularının elektrik çarpmasına eşlik ettiēi belirtilmiştir (3). Çalışmamızda; literatürle benzer olarak elektrik çarpmasına genel beden travması bulgularının eşlik ettiēi belirlenmiştir. Elektrik telleri ve elektrik kablosu gibi yüksek konumlu araçlardan kaynaklı elektrik çarpmalarında özellikle HVI'larda fırlatma etkisi ile yüksekte düşme veya fırlatılma sonucu genel beden travması bulguları gelişmiş olabilir.

Vücuttaki yüzeysel yaralanmalar, akımın vücuttaki yaygın etkisine baēlı olarak elektrik çarpmasının neden olduğu etkilerin sadece küçük bir kısmını gösterebilir. Bir elektrik akımının izlediēi yol, vücutta risk altındaki yapıları belirler. Bununla birlikte; akım, vücutta kat ettiēi dokunun direncine göre hasar oluşturur. Direnç ne kadar yüksek olursa, elektrik enerjisinin ısı enerjisine dönüşme potansiyeli de o kadar büyük olacaktır (25). Elektrik akımlarına maruz kalma, lokal eritemden derin yanıklara kadar çeşitli deri yaralanmalarına neden olabilir (18). Yapılan çalışmalarda; elektrik yanığı yaralanmalarının dünya çapındaki yanık merkezlerine yapılan tüm başvuruların yaklaşık %5'ini kapsadığı belirtilmiştir (22, 23). Yapılan bir

çalışmada; LVI mağdurların %64'ünde tipik elektrik yanıkları tespit edilirken ve tüm HVI vakalarında otopside spesifik olmayan elektrik yanıkları tespit edildiği bildirilmiştir (18). Oruç ve ark. (3) yaptığı çalışmada; olguların %40.8'inde yanık bulguları olup bunların %75'inin HVI sonucu görüldüğü bildirilmiştir. Bu çalışmada; olguların %26.7'sinde yanık bulgusu vardı olup bu oran beklenenden azdı. Bu durumun yaralanmaların büyük çoğunluğunun LVI olmasından kaynaklandığı düşünüldü.

Elektrik giriş yarasını bulmak bazen imkansızdır. Bu nedenle hekimler elektrik çarpması sürecinin nasıl gerçekleştiğini anlayamayabilir. Elektrik giriş ve çıkış bulguları olmayan otopsilerde ayırım yapılamadığı için negatif otopsi olarak da sonuçlanabilmektedir (26). Elektrik kazaları oldukça geniş bir klinik çeşitliliğe sahiptir. Birçok ülkede yapılan çalışmalarda yaralanma paterni benzer olup elektrik giriş yarasının %73.6-%97 oranında saptandığı ve en sık %52.3-%81.3 oranında üst ekstremitelere yerleşimli olduğu bildirilmiştir (13, 17, 18). Bununla birlikte; ağız, dil, üretra gibi atipik elektrik giriş yarası da görülebilmektedir (27). Yapılan çalışmalarda çıkış yarası nadiren görüldüğü (%11-17) bildirilmiştir (3, 10, 19). Tüm vakalarda elektrik giriş yarasının olmaması, akımın geçtiği yüzeyin ıslaklığı sonucunda direncin düşmesine ve düşük voltajlı elektrik çarpmasından kaynaklanıyor olabilir (3, 10, 19, 26). Özdel ve ark. çocukları kapsayan çalışmasında; elektrik akımının giriş ve çıkış noktaları %32 elden ele, %7'de elden ayağa idi (22). Türkiye'nin doğusunda voltaj tipine göre incelenen bir çalışmada; her iki voltaj tipinde de akımın yönü elden ayağa doğruydü (3). Çalışmamızda; literatürle uyumlu olarak %80 elektrik giriş yarası, %26.7'sinde elektrik çıkış yarası tespit edilmiştir. Bu durum elektrik giriş yarası tespit edilemeyen kurbanlarda, su iletkenliği ile elektrik çarpması gerçekleşmiş olmasının bir sonucuydu.

Düşük voltaj yaralanmaları genellikle basit yaralanmalara neden olurken, yüksek voltaj yaralanmaları sonucunda çoklu organ hasarı ve ölüm ortaya çıkabilir (9-16). Elektrik çarpması sonucu vücuttaki birçok sistem etkilenebilmektedir (28). Vücuttan elektrik akımının geçmesinin erken komplikasyonları olan hipovolemik şok, kardiyak ritim bozukluğu, ile geç dönemde oluşan septik şok

ve böbrek yetmezliği gibi komplikasyonlar önde gelen ölüm nedenlerindedir (29). Bununla birlikte; Oruç ve ark. yaptığı çalışmada genel vücut travması ve yanığın mortaliteyi artıran önemli bir faktör olduğu bildirilmiştir (3). Bu çalışmada, benzer olarak ölüme elektrik çarpmasına genel beden travması ve yanığın göz ardı edilemeyecek düzeyde etki ettiği belirlendi.

Temel geçim kaynağı tarım ve hayvancılık olan bölgemizde yapılan medikolegal otopsilerde elektrik yaralanmasına bağlı ölümlerin beklenenden az olduğu belirlendi. Kurbanlar sıklıkla genç erişkin erkekler olup ölümlerin yaz mevsiminde evde düşük voltajla yaralanma sonucu geliştiği tespit edildi. Olay yeri en sık inşaat alanı, ile ev ve evin ekleri olup kaynağın sıklıkla elektrik teli, kablo ve elektrikli ev aletleri olduğu belirlendi. Ölüme neden olan elektrik yaralanmalarında sıklıkla elektrik giriş yarası olup nadiren elektrik çıkış yarası olduğu bununla birlikte; cilt yanıkları ve genel beden travması bulgularının eşlik edebildiği görüldü. Sonuç olarak; çalışma ve yaşam alanlarındaki kontrollerin artırılması, alınacak yeterli tedbirlerle elektrik yaralanması sonucu ölümlerde belirgin azalma sağlanacağını düşünüyoruz. Yine de ev ve iş kazaları sonucu meydana gelen ölüm olgularına yapılacak otopsi işleminde elektrik yaralanması ihtimali akılda bulundurulmalıdır.

**Etik Kurul Onayı:** Çalışmada Helsinki Deklarasyonu'na uyulmuş olup Adli Tıp Kurumu Başkanlığı Eğitim ve Bilimsel Araştırma Komisyonu'ndan 10/05/2023 tarih 21589509/2023/407 sayılı karar ile izin alınmıştır

**Finans:** Bu çalışma için hiç bir kurum veya kuruluştan finansal destek alınmamıştır.

**Çıkar çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

## KAYNAKLAR

1. Knight B, Saukko PJ. Knight's forensic pathology. 3rd ed. London, England: Arnold; 2003. pp. 326-38. <https://doi.org/10.1201/b13642>
2. Saleem N, Akhtar J, Ahmed S, Aziz A. Aetiology and outcome of paediatric burns. J Surg Pakistan. 2001;6:26-8.
3. Oruç M, Dünder AS, Okumuş H, Dengeşik Ö, Altın İ, Şamdanlı ET, Celbiş O. Autopsy findings and scene of incident examination in deaths resulting from electrical injury. Aust J Forensic Sci. 2021;1-12. <https://doi.org/10.1080/00450618.2021.1973098>

4. DiMaio VJ, DiMaio D. Electrocution. In: *Forensic Pathology*, 2nd ed. Boca Raton, FL. CRC Press LLC; 2001. pp. 409-18.
5. Aghakhani K, Heidari M, Tabatabaee SM, Abdolkarimi L. Effect of current pathway on mortality and morbidity in electrical burn patients. *Burns*. 2015;41(1):172-6. <https://doi.org/10.1016/j.burns.2014.06.008>
6. Maghsoudi H, Adyani Y, Ahmadian N. Electrical and lightning injuries. *J Burn Care Res*. 2007;28(2):255-61. <https://doi.org/10.1097/BCR.0B013E318031A11C>
7. Singerman J, Gomez M, Fish JS. Long-term sequelae of low voltage electrical injury. *J Burn Care Res*. 2008;29(5):773-7. <https://doi.org/10.1097/BCR.0b013e318184815d>
8. Tuğcu H, Kaya A, Ulukan MÖ, Tuğcu İ, Celasun B. Death due to high-voltage electrical injury: two case reports. *Gülhane Med J*. 2004;49(4):335-9.
9. Bernal E, Arnoldo BD. Electrical injuries. In: Herndon DN, editor. *Total Burn Care*. 2018;2:396-402. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-47661-4.00037-X>
10. Mukherjee B, Farooqui JM, Farooqui AAJ. Retrospective study of fatal electrocution in a rural region of western Maharashtra, India. *J Forensic Leg Med*. 2015;32:1-3. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2015.02.002>
11. Duff K, McCaffrey RJ. Electrical injury and lightning injury: a review of their mechanisms and neuropsychological, psychiatric and neurological sequelae. *Neuropsychol Rev*. 2001;11:101-16. <https://doi.org/10.1023/A:1016623318049>
12. Reddy A, Balaraman R, Sengottuvel P. Accidental electrocution fatalities in Puducherry: a 3-year retrospective study. *Int J Med Sci Public Health*. 2015;4:48-52. <https://doi.org/10.5455/ijmsph.2015.0828201411>
13. Behera C, Sikary AK, Rautji R, Gupta SK. Electrocution deaths reported in South Delhi, India: a retrospective analysis of 16 years of data from 2002 to 2017. *Med Sci Law*. 2019;59(4):240-6. <https://doi.org/10.1177/0025802419860288>
14. Korkmaz M, Uysal C. Evaluation of the death cases due to electric current being performed autopsies between 2007 and 2014 years in Diyarbakır. *Bull Legal Med*. 2021;26(1):27-32. <https://doi.org/10.17986/blm.1473>
15. Turkmen N, Eren B, Fedakar R, Durak D. Deaths from electrical current injuries in Bursa city of Turkey. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg*. 2008;14:65-69.
16. Dirlik M, Gün B, Kallem FÇ. Evaluation of death cases connected to electric current in Aydın Province, Western Turkey. *Workplace Health Saf*. 2015;63(12):546-550. <https://doi.org/10.1177/2165079915608403>
17. Massey BK, Sait MA, Johnson WL, Ripple M, Fowler DR, Li L. Deaths due to electrocution: An evaluation of death scene investigations and autopsy findings. *J Forensic Sci Med*. 2018;4:179-83. [https://doi.org/10.4103/jfsm.jfsm\\_57\\_18](https://doi.org/10.4103/jfsm.jfsm_57_18)
18. Dündar AS, Altın İ, Aksöz C, Sarın AB, Özdemir B. Deaths associated with electric shock injuries in children and adults: A 10-year retrospective examination in Şanlıurfa, Southeast Turkey (2012-2022). *J Forensic Sci*. 2023. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.15351>
19. Shaha KK, Joe AE. Electrocution-related mortality: a retrospective review of 118 deaths in Coimbatore, India, between January 2002 and December 2006. *Med Sci Law*. 2010;50:72-4. <https://doi.org/10.1258/msl.2010.010008>
20. Shih JG, Shahrokhi S, Jeschke MG. Review of adult electrical burn injury outcomes worldwide: An analysis of low- voltage versus high-voltage electrical injury. *J Burn Care Res*. 2017;38(1):293-8. <https://doi.org/10.1097/BCR.0000000000000373>
21. Sheikhezadi A, Kiani M and Ghadyani MH. Electrocution-related mortality-a survey of 295 deaths in Tehran, Iran between 2002 and 2006. *Am J Forensic Med Pathol*. 2010;31:42-5. <https://doi.org/10.1097/PAF.0b013e3181c213f6>
22. Ozdel S, Cakıcı EK, Saylı TR. Pediatric electrical injury in Turkey: Five year retrospective hospital-based study. *Pediatr Int*. 2019;61:1155-8. <https://doi.org/10.1111/ped.14008>
23. Holizki T, McDonald R, Foster V, Guzmicky M. Causes of work-related injuries among young workers in British Columbia. *Am J Ind Med*. 2008;51:357-63. <https://doi.org/10.1002/ajim.20555>
24. Akçan R, Karacaoğlu E, Keten A, Odabaşı AB, Kanburoğlu Ç, Tümer AR. Electrical fatalities in Ankara over 11 years. *Turk J Med Sci*. 2012;42:533-8. <https://doi.org/10.3906/sag-1010-1243>
25. Gille J, Schmidt T, Dragu A, Emich D, Carius PH, Kremer T, Raff T, Reichelt B, Siafiakis A, Siemers F, Steen M, Struck MF. Electrical injury-a dual center analysis of patient characteristics, therapeutic specifics and outcome predictors. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2018;26:43-52. <https://doi.org/10.1186/s13049-018-0513-2>
26. Dündar AS, Oruç M, Celbiş O, Şamdanlı ET, Akatlı AN, Okumuş H, Taşkapan Ç, Özhan O, Parlakpınar H. An experimental rat model of electric shock injury with isolated electric shock and water conduction: the histopathological changes on the skin and internal organs and the effect on biochemical parameters. *Int J Legal Med*. 2023;137(1):215-26. <https://doi.org/10.1007/s00414-022-02834-w>
27. Dündar AS, Sarın AB. Infant electrocution due to smartphone charge cable-a hidden public health risk. *Am J Forensic Med Pathol*. 2023;44(2):140-3. <https://doi.org/10.1097/PAF.0000000000000826>
28. Xu G, Su R, Lv J, Lai X, Li X, Wu J, Hu B, Xu L, Shen R, Gu J, Yu X. Anterior wrist and medial malleolus: the optimal sites for tissue selection in electric death through hand-to-foot circuit pathway. *Int J Legal Med*. 2017;131:433-9. <https://doi.org/10.1007/s00414-016-1474-5>
29. Silver MD. *Cardiovascular pathology*. 2nd ed. New York: Churchill Livingstone; 1996. pp. 92-9.