



**T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ ADLİ TIP ANABİLİM DALI**

**“DİYARBAKIR’ DA 2007-2014 YILLARI ARASINDA OTOPSİSİ YAPILMIŞ
ELEKTRİK AKIMINA BAĞLI ÖLÜM OLGULARININ
DEĞERLENDİRİLMESİ”**

**Dr. MUSTAFA KORKMAZ
TIPTA UZMANLIK TEZİ**

DİYARBAKIR-2015



**T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ ADLİ TIP ANABİLİM DALI**

**“DİYARBAKIR’ DA 2007-2014 YILLARI ARASINDA OTOPSİSİ YAPILMIŞ
ELEKTRİK AKIMINA BAĞLI ÖLÜM OLGULARININ
DEĞERLENDİRİLMESİ”**

**Dr. MUSTAFA KORKMAZ
TIPTA UZMANLIK TEZİ**

**YRD.DOÇ. Dr. CEM UYSAL
TEZ DANIŞMANI**

DİYARBAKIR-2015

TEŞEKKÜR

İhtisasım boyunca her konuda yardımlarını esirgemeyen, beni daima destekleyen Dicle Üniversitesi Tıp Fakóltesi Adli Tıp Anabilim Dalı Başkanı değerli hocam Sayın Prof. Dr. Süleyman GÖREN' e en içten duygularıyla teşekkür ederim.

Eğitim süresi boyunca yetişmemizde büyük emekleri ve katkıları bulunan değerli hocam Sayın Doç. Dr. Yaşar TIRAŐCI' ya, tezimin hazırlanması sürecinde sağladığı katkılar ve yol göstericiliği sebebiyle tez danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Cem UYSAL' a, tezimin istatistik kısmında bana yardımcı olan değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Yılmaz PALANCI' ya ve asistanlık sürem boyunca benimle arkadaşlık ve dostluklarını paylaşan tüm asistan arkadaşlarıma; her konuda en büyük yardımcım olan, benden sevgi ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen ve tüm eğitimim süresince daima yanımda olan aileme, sevgili eşim Bahar Kurt KORKMAZ' a ve eğitimim sırasında ailemize katılan oğullarım Sami ve Mücteba' ya en içten duygularıyla saygı ve selamlarımı sunarak teşekkür ederim.

ÖZET

Amaç:

Elektrikli aletlerin kullanımının artmasına bağlı olarak elektrik kazalarının görülme sıklığı da artmıştır. Elektrik yaralanmaları mortalite ve morbiditenin önemli bir nedenidir ve genellikle basit güvenlik önlemleri ile önlenebilirler. Bu çalışmada Diyarbakır bölgesinde 2007-2014 yılları arasında elektrik akımına bağlı meydana gelen ölüm olgularının incelenmesi amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntemler:

Bu çalışmada retrospektif olarak 6431 adli ölüm raporunu analiz ettik. Elektrik akımı yaralanması nedeniyle öldüğü tespit edilen 239 (%3,77) kişi çalışmaya dahil edildi. Yaş, cinsiyet, ölüm orijini, olay yeri, elektriğin vücuttaki giriş ve çıkış lezyonlarının yeri incelendi.

Bulgular:

Olguların 147 (%61,5)' si erkek, % 92 (%38,5)' si kadın, yaş ortalaması 23,15 + 17,1 yıl idi (min: 1, max: 78). Elektrik çarpması ölümlerin tamamı kaza orijinli idi. Ölümlerin genellikle yaz aylarında olduğu tespit edildi. Ölümlerin 112 (% 46,9)' sinde üst ekstremitte en sık tutulan temas yeri idi. Hiçbir elektrik yanık izinin olmadığı 34 (% 14,2) olgu vardı. 76 (% 46,6) olguda ölümler ev kazaları nedeni idi. Çalışmamızın orijinal bulguları ise, genç olguların sayısının 114 (% 47.7) olması ve bu yaş grubunda elektrikli su ısıtıcılarının 33 (% 28.9) olguda olayın sebebi olmasıdır.

Sonuç:

Çalışmamızda tüm adli ölümler arasında elektrik çarpması nedeniyle ölüm oranı önceki çalışmalardan daha yüksek bulunmuştur. Elektriğe bağlı çocuk ölümlerinin oranı bizim çalışmamızda yüksek bulunmuştur. Bu nedenle insanlar

çocukların elektrikli ev aletlerinin yakınında oynamaması için eğitilmelidir. Altyapı sorunlarının çözülmesi ve güvenlik önlemlerinin artırılması da gereklidir.

Anahtar Sözcükler: Elektrik yaralanmaları, ölüm, otopsi, adli tıp, termal lezyonlar.



ABSTRACT

Aim:

Depending on the increasing use of electric appliances has increased the incidence of electrical accidents. Electrical injury is an important cause of mortality and morbidity, and can usually be prevented with simple safety measures. In this study we aimed to investigate the death cases occurred due to electrical current between the years 2007-2014 in Diyarbakir region.

Material and Methods:

In this study we have retrospectively analyzed 6431 forensic death report. It determined that 239 (%3,77) people died due to electric current injury were included in the study. Age, sex, origin of death, crime scene, localization of entry and exit lesions were examined.

Results:

Of the cases 147 (%61,5) was male, 92 (%38,5) was female and by the mean age of the cases was 23,15 + 17,1 years (min: 1, max: 78). All of the electrocution deaths were accidental in origin. The deaths were often found to occur in the summer. The upper extremity was the most frequently involved contact site in 112 (%46,9) deaths. No electrical burn mark was present in 34 (%14,2) cases. Home accidents were responsible for 76 (%46,6) cases deaths. The original findings of our study is, the number of young cases is 114 (47.7%) and in this age group electrical water heaters is the cause of the event in 33 (%28,9) cases.

Conclusion:

Rate of deaths due to electrocution among all medico legal deaths was found higher in our study than in previous studies. The rate of the child deaths due to electrocution was found higher in our study. Therefore, people should be trained children to play near electrical appliances. Solving the infrastructure problems and improving security measures are also required.

Key Words: Electrical injuries, death, autopsy, forensic medicine, thermal lesions.



İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER	vi
KISALTMALAR	viii
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1 Tarihçe ve Giriş	2
2.2 Temel Bilgiler.....	3
2.3 Elektrik Çarpmasında Hasarı Etkileyen Faktörler.....	4
2.3.1 Elektrik devresinin tamamlanıp tamamlanmadığı	5
2.3.2 Elektrik akımının cinsi (Alternatif Akım, Doğru Akım)	6
2.3.3 Akımın şiddeti (Amper, I)	7
2.3.4 Vücut dokularının direnci (Ohm, R)	9
2.3.5 Voltaj (Volt, V)	11
2.3.6 Akımın vücutta izlediği yol	12
2.3.7 Temas süresi (T).....	15
2.4 Elektrik Akımının Meydana Getirdiği Lezyonlar	15
2.4.1 Sıkı temas lezyonları	18
2.4.2 Ark yanıkları.....	18
2.4.3 Dendritik yanıklar	19
2.5 Elektrik Akımının Vücuttaki Etkileri	20
2.5.1 Sinir sistemi	20
2.5.2 Solunum sistemi	21
2.5.3 Dolaşım sistemi	22
2.5.4 Deri	23
2.5.5 Diğer	24
2.6 Histopatolojik Bulgular	25
2.7 Ölüm Mekanizması	26
2.7.1 Ventriküler fibrilasyon	27
2.7.2 Solunumsal paralizi	27
2.7.3 Solunum merkezi paralizisi	27
2.7.4 Künt travma	27
2.7.5 Suda boğulma	28
2.7.6 Termal yanıklar	28

2.8	Elektrik Akımı Sonucu Ölümlerde Orijin	29
2.8.1	Cinayet	30
2.8.2	İntihar	30
2.8.3	Kaza	31
2.9	Keşif Muayenesi Özellikleri.....	32
2.10	Otopsi Bulguları	34
2.10.1	Dış muayene	34
2.10.2	İç muayene.....	34
2.10.3	Toksikolojik inceleme	35
2.10.4	Radyoloji.....	35
2.10.5	Elektrik devrelerinin incelenmesi	36
2.10.6	Metal artıklarının tespiti.....	36
2.11	Yıldırım Çarpmasına Bağlı Yaralanmalar.....	37
2.12	Yıldırımın Fiziki Özellikleri.....	38
2.13	Yaralanma Mekanizması	38
2.14	Yıldırımın Neden Olduğu Yaralanmalar ve Ölümler	39
2.15	Yaralanmalar Sistemik Olarak İncelendiğinde.....	41
2.15.1	Deri yaralanmaları	41
2.15.2	Göz ve kulak yaralanmaları.....	45
2.16	Gebelik ve Yıldırım Çarpması	45
2.17	Olay Yeri İncelemesi Bulguları.....	46
2.18	Yıldırımlardan Korunma	47
3.	GEREÇ VE YÖNTEMLER.....	48
4.	BULGULAR	49
5.	TARTIŞMA	57
6.	SONUÇLAR	65
7.	KAYNAKLAR	66
8.	ETİK KURUL KARARI	74

KISALTMALAR

A	: Amper
AC	: Alternatif akım
AV	: Atriyoventriküler
C4-C8	: Servikal 4-8. vertebra
DC	: Doğru akım
EKG	: Elektrokardiyografi
Hz	: Hertz
I	: Akım, amper
mA	: Miliamper
R	: Direnç, Ohm
SA	: Sinoatrial
T	: Zaman
V	: Volt

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Elektrikli aletlerin kullanımının artmasına bağlı olarak elektrik kazalarının görölme sıklığı da artmıştır. Elektrik yaralanmaları mortalite ve morbiditenin önemli bir nedenidir ve genellikle basit güvenlik önlemleri ile önlenebilirler.

Bir adli ölüm olgusu otopsi; ölüm sebebi, ölüm zamanı, olayın meydana geliş şekli, şüpheleri doğrulayacak ya da dışlayacak delillerin elde edilmesi, altta yatan doğal hastalıklar ve bu hastalıkların ölüme katkıları gibi pek çok başlıkta gerçeğe ulaşmayı hedeflemektedir. Olayın nasıl oluştuğuna dair güvenilir bilgiye ulaşılmadan gerçekleştirilen ve ölümlü açıklayacak makroskobik bulgu saptanmayan bazı otopsilerde, ayırıcı tanıya yönelik örnekleme ve laboratuvar analizlerinin seçiminde, dolayısı ile ölüm nedeninin saptanmasında zorluklar yaşanmaktadır. “Negatif otopsi” olarak da adlandırılan bu durumun genel adli otopsi uygulamaları içindeki oranı % 1-5 arasında değişmektedir. Bulgusu az ve tanısı zor olan elektrik çarpması olguları da bazen bu grup içerisinde yer alabilmektedir.

Bu çalışmada bölgemizde 2007-2014 yılları arasında meydana gelen elektrik akımına bağlı ölüm olguları incelenmiştir. Elektrik akımına bağlı gelişen ölüm olgularında genel bulgular incelenmiş ve bu ölümlere yönelik alınabilecek güvenlik önlemlerine değinilmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Tarihçe ve Giriş

Elektrik kelimesinin kaynağı kehribar manasına gelen Yunanca elektron kelimesidir. İnsanoğlunun elektrikle tanışması M.Ö. VI. yüzyılda Yunanlı bilgin Thales' in kumaş parçasına sürtülen ebonitin saman parçacıklarını çektiğini gözlemesi ile olmuştur. On altıncı yüzyılda Colchester' li William Colbert' in çalışmalarıyla modern dönemdeki elektrik araştırmalarının başladığı kabul edilir. Diğer bir araştırmacı olan Gilbert, sürtünmeden sonra kehribar dışında cam, kükürt, kırmızı balmumu gibi birçok maddenin elektriksel özellik kazandığını, elektriksel kuvvetlerin çok çeşitli maddeler üzerine etki yaptığını bulmuştur. Böylece manyetik ve elektriksel kuvvetlerin karakterlerinin farklı olduğunu tespit etmiştir (1-3).

Elektrik çarpması 1745'te Leiden' li Pieter Van Musschenbroek tarafından elektrik yüklerini yoğunlaştıran “Leiden Şişesi” ile tanımlanmıştır. Yıldırımın elektriksel bir nitelik taşıdığını ilk 1749'da Philadelphia' lı Benjamin Franklin tanımlamıştır. Özellikle elektrik çarpması insanlar arasında yoğun ilgiye sebep olmuştur. 1780' lerde Bolonya' lı anatomi profesörü Galvani bir kurbağa bacağına kas siniri preparatlarını iki farklı metal ile temas ettirdiğinde bacağın kımıldadığını gözlemlemiş ve kurbağa bacağına elektrik ürettiği fikrine kapılmıştır. 1799 yılında fizik profesörü olan Volta asitte çözülen metalin kimyasal etkisi ile içinde elektrik üretilen Volta pilini keşfetmiştir (1,3).

Elektrik motorunun çalışma mekanizması ilk olarak Oersted tarafından yapılan elektrik akımı bulunduran bir telin pusula iğnesini saptırması ile ortaya çıkmıştır. Ampere 1820 yılında serbestçe hareket eden bir iğnenin yardımıyla elektrik akımını ölçen bir aygıt üretmiş ve 1825' te manyetizmanın manyetik cisimler içindeki taneciklerde bulunan küçük, dirençsiz ve dairesel elektrik akımlarından kaynaklandığını bildirmiştir. Bundan sonraki süreçte elektrik ve manyetizma bilim dalları elektromanyetizma adı altında toplanmıştır. Bugünkü radyo, televizyon,

telefaks gibi elektromanyetik dalgalarla çalışan birçok araç Hertz' in elektromanyetik dalgaları bulmasıyla hayatımıza yer almaya başlamıştır (1-3).

İlk olarak George Ohm 1826-27 yılları arasında bir elektrik devresindeki potansiyel, akım ve direnç arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Bir iletkenin geçen akımın iletkenin uçları arasındaki gerilim ile doğru, iletkenin direnciyle ters orantılı olduğunu bulmuştur. 1840 yılında Joule bir tel dirençten akan elektrik akımından çıkan ısıyı ölçmüştür. Böylece birim zamanda meydana gelen ısının, telin direnci ile telden geçen akımın karesinin çarpımıyla doğru orantılı olduğunu bulmuş ve elektrik enerjisinin, direnç vasıtasıyla ısıya dönüştüğünü göstermiştir (Joule Yasası). 1834' te Charles Wheatstone akım hızını ölçmüştür. 1850 yılında Fizeau yaptığı deneylerde elektrik hızının, demir tellerde ışık hızının 1/3' ü, bakır tellerde ise ışık hızının 2/3' ü kadar olduğunu saptamıştır. Günümüz yaşantımızın vazgeçilmez parçası olan elektrik enerjisinin anlaşılmasında ve insanlığın yararına kullanılmasında birçok bilim adamı katkı sağlamıştır (1-3).

1879'da ise Fransa' nın Lyon kentinde jeneratör üzerinde çalışırken bir marangozun 250 V alternatif akımla teması sonucu ilk elektrik akımı ile temas sonucu ölüm olayı meydana gelmiştir (4,5).

Elektrik akımı nedeniyle oluşan yaralanmaların büyük bir kısmı evlerde ve işyerlerinde meydana gelen kazalar ile oluşmaktadır. Bu tip yaralanmalarda yapılacak olan detaylı incelemeler; gerçek tanının konulması, başka kişilerin de yaralanmaması, koruyucu önlemlerin alınması ve tazminat davalarının sağlıklı sonuçlanması açısından önem arz etmektedir (4).

2.2 Temel Bilgiler

Uzayda yer kaplayan ve kütlesi olan her şey “madde”, kimyasal metotlarla daha basit parçacıklara ayrılamayan en basit yapıdaki yapıtaşı “element”, bir elementin özelliklerini taşıyan en küçük parçası ise “atom” olarak tanımlanmaktadır (6).

Atom, merkezinde proton, nötronlar bulunan çekirdek ve çevresinde dolaşan elektronlar ile güneş sistemine benzerlik göstermektedir. Bir element atomunu başka

bir element atomundan ayıran temel özellik çekirdek içerisinde bulunan proton sayısıdır. Örneğin bir hidrojen atomunun çekirdeğinde bir proton bulunurken, oksijende 8 ve bakırda 29 proton bulunmaktadır. Pozitif elektrik yüklü olan protonun çapı elektron çapının 1/3'ü kadar olmasına rağmen ağırlığı elektrondan 1840 kat fazladır. Negatif elektrik yüküne sahip elektronlar atom çekirdeği etrafındaki yörüngede dönerek kolayca hareket edebilmekte, dolayısı ile de elektrik enerjisinin transferine ya da akışına katılmaktadırlar (6).

Atomdaki pozitif yük (proton) ve negatif yük (elektron) sayısı birbirine eşit olduğunda atom elektriksel olarak nötral yani yüksüz kabul edilir. Atom proton ya da elektron sayısının farklı oluşuna göre pozitif ya da negatif yüklü olabilir. Yüklü atomlar iyon olarak tanımlanmaktadırlar (6).

Negatif yük taşıyan elektronların bir iletken üzerinden potansiyel farkı olan iki nokta arasında akışı ile ortaya çıkan enerjiye elektrik enerjisi adı verilir. Elektrik akımı ise çok sayıda elektronun bir iletken aracılığı ile aynı yönde akışına denir (6).

2.3 Elektrik Çarpmasında Hasarı Etkileyen Faktörler

Elektrik çarpması elektrik akımının vücuttan geçişini tamamlayacak şekilde kişinin bir elektrik kaynağı ile teması sonucu yaralanması veya ölümüdür. Elektrik akımının dokulardan geçmesi ile meydana gelen lezyonlar çok fazla farklılık göstermekte ve birçok faktör bu lezyonların şiddetini ve oluşumunu etkileyebilmektedir (4).

Bu faktörleri şu şekilde sayabiliriz:

- 1- Elektrik devresinin tamamlanıp tamamlanmadığı**
- 2- Akımın cinsi (DC, AC)**
- 3- Akım şiddeti (Amper, I)**
- 4- Vücut dokularının direnci (Ohm, R)**
- 5- Voltaj (Volt, V)**
- 6- Akımın vücutta izlediği yol**
- 7- Temas süresi (T) (4).**

2.3.1 Elektrik devresinin tamamlanıp tamamlanmadığı

Bir elektrik akımının vücut üzerinde etkili olabilmesi için elektrik akım devresinin tamamlanması gerekmektedir. Yani bir elektrik akımı uygulandığında elektron akışı olabilmelidir. Eğer akım vücuda bir bölgeden girip bir başka bölgeden çıkamıyorsa dokularda hiçbir yaralanma meydana getiremeyecek ve neticesinde ölüm de oluşmayacaktır (4,7).

Kuşların binlerce V' luk yüksek gerilim hatlarında yaralanmadan durabilmeleri elektrik devresinin tamamlanmamış olmasındandır. Kuşun ayaklarından giren elektrik akımı hayvanın vücudunun etrafındaki havanın elektrik geçirmemesi sebebiyle belli bir yönde akamamakta ve elektron akımı olmamaktadır. Bunun neticesinde de dokularda herhangi bir yaralanma meydana gelmemektedir (4,6).

Benzer bir şekilde elektrik şebeke hattının faz ucunu tutan, fakat ayaklarında kauçuk çizmeler bulunan ve vücudunun hiçbir noktasının topraklanmadığı olgularda da elektrik çarpması izlenmeyecektir. Bunun için elektrik akımlarının bulunduğu yerlerde çalışanların ayaklarında kauçuk çizme, ellerinde kauçuk eldiven ve başlarında elektrik geçirmez bir başlık bulunması olası bir elektrik akımı kaynağı ile temas durumunda devrenin tamamlanmasını engelleyerek bu kişilerde doku hasarı oluşumunu engelleyecektir (4).

Bir elektrik devresinde çalışırken zorunlu emniyet tedbirleri voltaja göre farklılık göstermektedir. Bir akımın ark yapma mesafesi voltaj arttıkça artmaktadır. Örneğin 220 V akımlarda emniyetli olabilen ince kauçuk eldivenler 25.000 V' ta ölümcül olabilecek akımların geçişine engel olamamaktadır. Bu nedenle özellikle yüksek gerilim ile çalışacak personelin kullanacağı alet ve her türlü malzemenin özellikleri titizlikle standardize edilmiştir. Bu eldivenlerin yapım malzemeleri, test edileceği voltajlar ve değerleri uygun koşullarda olmalıdır (4).

Vücutta yalnızca statik yük şeklinde elektron birikmesi durumunda da dokularda herhangi bir hasar oluşmayacaktır. Van de Graaf statik jeneratörünün

içindeki kişilere bir kaç milyon V verilmesine rağmen kişilerin saçlarının dikleşmesinden başka hiçbir şey olmadığı görülmüştür (4,8).

Elektrik akımının ölüme yol açabilmesi için öncelikle bir akım olmalı ve akım yolu üstünde hayati organlar bulunmalıdır. Elektrik akımı genellikle bir noktadan vücuda girer ve toprak ile veya nötr elektrik telleri ile temas eden diğer bir noktadan en kısa yolu takip ederek vücuttan çıkar (4,8).

2.3.2 Elektrik akımının cinsi (Alternatif Akım, Doğru Akım)

Doğru akımda (DC) elektronların aynı yönde akışı vardır ve akım sabittir. Bu akım çeşitli pillerde, araba akülerinde, defibrilatör, pacemaker ve elektrikli cerrahi bıçaklar gibi tıbbi cihazlarda da kullanılmaktadır (9). DC genellikle kişinin akım kaynağından uzaklaşmasına neden olan tek bir kas spazmına yol açma eğilimindedir. Bu durum akıma kısa süreli maruz kalmaya neden olur ancak künt travmatik yaralanma olasılığını da artırır (10).

Alternatif akımda (AC) ise elektronların bir iletken boyunca döngüsel şekilde ileri ve geri akışı vardır. AC yönünü periyodik olarak değiştirmektedir. Bu akım türü daha çok ev ve sanayide kullanılmakta olup frekansı saniyede 60 Hz olarak standardize edilmiştir (9). AC genellikle kişinin kavradığı akım kaynağından uzaklaşmasına engel olan devamlı kas kasılmasına sebep olarak kişinin ölüm riskini arttırır. AC kaynağı ile temas eden vücutumuzdaki bölge genellikle ellerdir. Ellerin bulunduğu üst ekstremitelerde fleksör kasların ekstansörlere göre daha kuvvetli olması nedeniyle el akım kaynağını kavrar bu durum da temas süresini genellikle uzatır (10,11).

Elektriğin üretiminde ve dağıtımında AC daha etkili bir yöntem olmasıyla birlikte DC' a göre aynı voltaj değerine sahip AC' a maruz kalmak üç kat daha tehlikelidir. Kas liflerine saniyede 40-110 defa uyarı verildiğinde sürekli kas kontraksiyonu veya tetani oluşur. Maalesef günümüzde kullanılan ev elektriği frekansı bir ampulün sürekli yanıyor görüldüğü en düşük frekans değeri de bu etkiye neden olabilecek olan 60 Hz' dir (10,11). Bir kişi de 50-80 miliamper (mA)' lik AC

saniyeler içerisinde ölüme neden olabilirken, aynı süreli 250 mA DC sıklıkla hayatta kalmaya izin verir (8).

AC, DC' a göre daha fazla aritmeye sebep olmaktadır. 100 mA AC' ın vücuttan saniyenin 1/5' i kadar bir süre geçişi ventriküler fibrilasyona ve arreste sebep olabilirken, tıbbi defibrilasyonda gibi yüksek amperli (4A üzerinde) DC aritmik bir kalbi sinüs ritmine bile geri çevirebilmektedir. Kardiyak defibrilasyon işlemi de işte bu prensibe göre çalışmaktadır. Ventriküler fibrilasyon açısından en riskli AC frekansı 40-150 Hz' dir. Frekans 150 Hz üzerine çıktıkça fibrilasyon olasılığı düşmektedir. Bu olasılık 1720 Hz' de 150 Hz' e göre 20 kat daha azdır (8). Az miktardaki AC hafif bir şok olarak hissedilebilirken, biraz daha fazla AC da göğüs kasları kasılarak solunum durmasına sebep olabilir (12).

2.3.3 Akımın şiddeti (Amper, I)

Akım; bir nesne üzerinden geçen elektrik enerjisi miktarının ölçüsü olup akım miktarının göstergesi olarak "amper" ile tanımlanır. Bu miktar birim zamanda geçen elektron sayısı ile ifade edilir ve "coulomb" ile ölçülür. Ohm Kanunu' na göre akım uygulanan gerilime, dokunun direncine ve doku hasarı için akımın geçtiği süreye bağlıdır. Deri dışındaki vücut bileşenlerinin direnci hesaplanamadığından vücuttan geçen akım miktarı da bilinmemektedir. Fakat dokudaki hasarın derecesi dokudan geçen akımın miktarı ile orantılıdır (8,11).

Amper = Volt/Direnç formülü ile hesaplanır. Direnç ne kadar çok ise geçen akım da o kadar az olmaktadır. Dokuların elektrik akımına bir direnci bulunmaktadır. Direnç arttığı oranda amper ve tehlike ise azalmaktadır. 1 A = 1000 mA' dir (4,8).

Sigortalar ve akım kesiciler de ampere göre çalışırlar ve fazla akımın geçmesini engellemede kullanılırlar (4).

Joule Kanunu' nda tanımlandığı gibi ısı oluşumu, kaynak gerilimine ve iletken direncine bağlı olarak değişen akım miktarının karesi ile orantılıdır. Voltaj sıklıkla bilinmesine rağmen, direnç dokulara göre farklılık gösterir. Ayrıca doku bütünlüğünün geçen akımla bozulması ile doku direnci de önemli derecede

değişmekte ve hasarı oluşturan akım miktarının tahmin edilmesi de zorlaşmaktadır (10).

Kişi ıslak iken çıplak elle 220 V bir akım kaynağını tutar, ayakları da çıplak ve ıslak olarak betona veya toprağa basarsa yüksek amperli bir akım vücuttan geçecektir ve muhtemelen bir ölüm görülecektir. Bunun yanında ellerin kuru, yerde ise tahta döşeme üzerinde halı bulunduğu durumlarda akım geçişi nispeten az olacaktır ve sadece bir kas spazmı ile olay atlatabilecektir (4,8).

Adli tıp uygulamasında elektrik çarpmalarına bağlı ölümlerin çoğunluğu kardiyak aritmiler nedeniyle görülmektedir. Bu nedenle ölümcül olabilecek akımlar voltaj olarak değil de amper olarak ifade edilmeleri daha doğrudur. Buradaki asıl soru kaç amperlik bir akımın kardiyak aritmilere sebep olacağıdır. Bu konuda farklı görüşler vardır (4,7). Kalbin dakikadaki hızının 0,1-1 A arasındaki akımların etkisi ile arttığı, 60 Hz bir akımın dakikada 3600 kez pozitif ve negatife geçtiği, kalbin dakika hızının artışının ventriküler fibrilasyon ile sonlandığı bildirilmektedir. 1 Amper üzerindeki akımların uygulanması neticesinde kalp repolarize olamadığı için durduğu bildirilmektedir. Buna benzer yüksek amperdeki akımın kesilmesinden sonra kalp kası hücreleri ısının etkisi ile denatüre olmamış ise, kalbin tekrar spontan olarak çalışmaya devam edebileceği bildirilmektedir (4).

Hissedilebilir akım miktarı ile kas tetanisi başlamadan kişinin kaynakla teması istemli kesebileceği akım miktarı arasında dar bir aralık bulunmaktadır. Ortalama bir çocuk için temasın istemli kesilebileceği akım 3-5 mA iken erişkinler için 6-9 mA arasındadır. Bu değerlerin üzerinde akıma maruz kalan kişiler musküler tetani nedeniyle akım kaynağından kurtulamazlar. 20 mA üzerindeki akım göğüs üzerinden uzun bir süre geçmeye devam ederse respiratuvar paralizi oluşabilir. 60-120 mA arasında ventriküler fibrilasyon oluşması beklenmektedir. 100 mA'den 2A' e kadar olan elektrik akımı geçişi elektrik çarpmalarında en sık karşılaşılan ölüm sebebi olan ventriküler fibrilasyona sebep olmaktadır (10,13).

Genel olarak 50-80 mA bir akımın bir kaç saniye süre ile kalp üzerinden geçmesinin ölüme sebep olacağı kabul edilmektedir. Kişilerin istekli olarak elektrik akımına maruz kaldıkları deneylerde, 30 mA' lik akımlara dayanabildikleri bildirilmektedir. Bu amperdeki bir akım ağırlı kas spazmlarına neden olmaktadır. 40 mA' de şuur kapanmakta ve 50-80 mA düzeyinde ise ölüm tehlikesi başlamaktadır

(4,8). 60 Hz' lik alternatif akımın insan üzerindeki etkileri tablo 1'de özetlenmiştir (6).

Tablo 1. 60-HZ' lik alternatif akımın insan üzerindeki etkileri

Akım	Etki
1 mA	Algı eşiği
5 mA	Zararsız maksimum akım
10 mA	Bırakma-tutma sınırı
16-20 mA	İskelet kasında tetani
20-50 mA	Solunum kaslarında paralizi (solunum durması)
100 mA	Ventriküler fibrilasyon eşiği
2-5 A	Asistoli
6 A	Defibrilasyon
20 A	Devre kesici açılır, sigorta atar

2.3.4 Vücut dokularının direnci (Ohm, R)

Bir şeyin elektrik akımının akışını engelleme gücüne direnç denir ve Ohm ile ölçülür. Örneğin süper iletkenlerin direnci 0 Ohm iken geniş bakır kabloların direnci 0,1 ile 1 Ohm arasında değişmektedir. İnsan vücudunun direnci ise ortalama 500 ile bir kaç bin Ohm arasında değişmektedir (4,14). Her dokunun nem içeriği, ısı ve diğer fiziksel faktörlere bağlı olarak belirli bir direnci vardır. Ohm Kanunu' na göre akım, voltaj ile doğru, direnç ile de ters orantılı olarak değişmektedir. Enerjinin ısı olarak doğrudan kaybı “Joule Isınması” olarak da bilinir. Bu durum dokudaki termal yanığının en önemli nedenidir. Joule Kanunu' na göre daha az iletken olan dokular akımın geçişi ile ısınma eğilimi gösterirler. Böylece sabit akım geçen ve akıma daha fazla direnç gösteren bir dokuda elektrik enerjinin ısı enerjisine dönüşme olasılığı daha yüksektir (9-12).

Değişik dokuların elektrik akımına karşı göstermiş oldukları dirençler farklı olduğundan aynı voltaja maruz kalan değişik vücut bölgelerinden geçen akım miktarı

da farklılık gösterecektir. Elektrolit ve su içeriğinin fazla olması nedeniyle sinir, kan damarları, kas ve mukoz zarlar iyi birer iletken olup dirençleri düşüktür. Yumuşak dokular içerisinde en büyük hacmi oluşturan ve akımın büyük bölümünü taşıyan iskelet kasları, akımın termal etkisi yanında yüksek termal kapasiteye sahip bitişik kemikler tarafından da ısıtılırlar. Tendon, yağ doku ve kemikler ise yoğun yapıları nedeni ile akıma yüksek direnç gösterirler ve bu yüzden akımı iletmekten çok ısı üretimine sebep olurlar (9-11,15).

Deri vücudumuzu elektrik akımından koruyan en önemli etkidir. Kalınlık, nem ve doku bütünlüğü deri direncini etkileyen nedenlerdir. Elektrik akımı deriyi geçtikten hemen sonra elektriği iyi ileten deri altındaki elektrolitten zengin kan ve diğer yumuşak dokular üzerinden kolayca hareket etmektedir. Bu nedenle deri dışındaki dokularda deriye oranla daha hafif lezyonlar görülmektedir. Derinin direnci keratinize epitelin kalınlığı ile orantılı artar. Bu sebeple en fazla direnç gösteren doku ayak tabanı ve avuç içleri gibi kalın olan deri bölgeleridir. Bu bölgeler dışındaki derinin ortalama direnci 500-1000 Ohm arasındadır. Bu bazen bir elektrik çarpmasını dahi engelleyebilmektedir. Bu nedenle elektrik akımının giriş ve çıkışlarında genellikle yalnızca deride lezyonlar görülmektedir (4,8-10).

Elektrik akımına maruz kalan derinin direnci yüksek ise hasar genellikle deride lokal yanıklar şeklinde sınırlı kalmaktadır. Derinin ıslanması veya bütünlüğünün bozulması durumunda ise hasar ağırlıklı olarak iç organlarda görülmektedir (16).

Kuru avuç içi derisinin direnci 1 Mega Ohm iken aynı derinin ıslak olması durumunda direnç 1200 Ohm' a kadar düşebilmektedir. Yapılan çalışmalarda terlemenin deri direncini 30.000' den 2500 Ohm' a düşürdüğü bildirilmiştir. Elektrik akımı deriden geçince meydana gelen elektrolit değişiklikleri nedeniyle derinin direnci 380 Ohm gibi çok düşük değerlere düşebilmektedir. Bu da elektrik devresinin devamı halinde daha yüksek amperde akımların geçmesine sebep olmaktadır (4,8). Banyolar ve rutubetli mekanlar derinin nemli olmasına sebep olarak deriden geçen elektrik akımının çok yükselmesine neden olduğundan buralarda kullanılan elektrikli aletler çok tehlikeli olabilmektedir (4).

Nemli mukoz zarların dirençleri göz ardı edilebilecek kadar küçük olduğundan akım temas anında maksimuma ulaşmaktadır. Bu durum bize kabloları

ağızlarına alma eğiliminde olan bebek ve çocuklarda karşılaşılan ciddi orofasial yaralanmaları da kolaylıkla açıklayabilir (9,15).

İncelenen bir olguda 20 V' luk bir akımın iğne şeklindeki elektrotlar yolu ile göğüsün sağ ve sol yanlarına verilmesi ile ölümün meydana geldiği tespit edilmiştir. Bu olguda deri direncinin düşük olması ve akımın direkt olarak kalp üzerinden geçmesinin ölüme neden olduğu düşünülmüştür (17).

Post-mortem dönemde kan dolaşımının durması, dokuların sıvı ve elektrolit yapısının değişmesi nedeniyle olayın açıklanması amacıyla deri direncinin post-mortem dönemde ölçülmesinin çok bir yararı olmadığı bildirilmiştir (4,18). Post-mortem yapılan deri direnci ölçümleri ante-mortem deri direncinden yüksek bulunmakta ve ante-mortem değerler konusunda bir fikir vermemektedir. Bu nedenle otopside deri direncinin ölçülmesi ile muhtemel veya tahmini amperin bulunması mümkün olmamaktadır.

2.3.5 Voltaj (Volt, V)

Voltaj; iki nokta arasındaki elektriksel potansiyel farkının ölçümü ile elde edilir. Genellikle 600 V ya da 1000 V sınırları kullanılarak yüksek ve düşük voltaj ayrımı yapılmaktadır. Morbidite ve mortalite nedeni olarak her iki voltaj türü de etkili olmasına rağmen yüksek gerilimler vücuttan daha fazla akım geçişine neden olmaktadır. Voltajın artmasına bağlı olarak doku hasarının da artması olası olup yüksek voltajlı elektrik çarpmalarında elektriğin termal etkileri önemli bir hasar mekanizmasıdır (10,11).

Ülkemizde ve Avrupa' da 220 V, Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada 120 V, Avustralya ve Büyük Britanya da ise 240 V ev elektriği kullanmaktadır. İşyeri araç ve makineleri için ise 220-440 V güç kaynakları gerekebilmektedir. Şehirlerarası yüksek gerilim hatlarından ise binlerce V geçmektedir (11). Düşük voltajlı akımlar kısmen daha güvenli olduğu düşünüldüğünden kullanılmaktadır.

Elektrik akımına bağlı ölümlerin çoğu ev ve işyerinde olması nedeniyle olaylar daha çok 110-380 V aralığı ile ilişkilidir. 80 V gibi daha düşük voltajlarda ölüm çok az görülmesine rağmen, nem ve rutubet ile azalan direnç ya da uzayan

temas süresi ile ölüm gözlenebilmektedir (8,15). Bildirilen bir olguda bir süt satıcısı 12 V ile çalışan akülü arabasının altında sıkışmış ve 12 V' luk akımın uzunca bir süre vücuttan geçmesi nedeniyle ölmüştür (4,19).

Araç elektrik sistemlerinde, radyolarda ve benzeri müzik aletlerinde sıklıkla 12-24 V gibi düşük voltajlar kullanılmaktadır. Bu düşük voltajların hayati tehlikesi genellikle yoktur. Telefon hatlarında ise 65 V gibi gerilimler kullanılmaktadır (4,6).

Çok yüksek voltajlar trafolar ve enerji nakil hatlarında bulunmaktadır. Enerji nakil hatlarında 400.000 V gibi çok yüksek V' lar bulunabilmektedir. Bu gibi yüksek voltajlı akımların belirli mesafe atlayabileceği, 10.000 V için bu mesafenin ortalama 3.5 santimetre olduğu bildirilmektedir. Bu mesafe iletkenin özelliğine ve havanın nemine bağlı olarak değişmektedir. Quantum mekaniğine göre her molekül belirli miktarda enerji alabildiğinden fazla enerji bir patlama şeklini almaktadır. Bu arada enerjinin bir kısmı ise ısı enerjisine dönüşmektedir. Bu patlamanın etkisi ile mekanik travmalar ve hava ile dolu organlarda da yaralanmalar olabilmektedir. Bu nedenle yüksek voltaj yaralanmalarında kişilerin fırlatılmaları neticesinde elektrik akımının direkt etkisinden başka travmalar da görülebilmektedir (4).

Bazı durumlarda yüksek voltlar sanılanın aksine daha güvenli olabilmektedir. Akımın vücuttan geçmesi ile oluşan konvülfif kas spazmları bazen kişiyi olay yerinden uzaklaştırabilmekte, böylece akım kaynağı ile olan temas süresi kısaltmakta ve böylece kişi daha az amper akıma maruz kalmaktadır (4).

Bir elektrik akımının dokularda oluşturacağı sıcaklık artışı voltaj ile çok ilgilidir. Isı voltaj artışının karesi ile artmaktadır. Isı enerjisindeki 4096 misli artış, 120 V' tan 7680 V' a çıkışı simgelemektedir (4,14). Bu nedenle 1000 V' un üzerindeki akımlarda ölüm nedenlerinin arasında yaygın termal yanıkların önemli bir yeri bulunmaktadır.

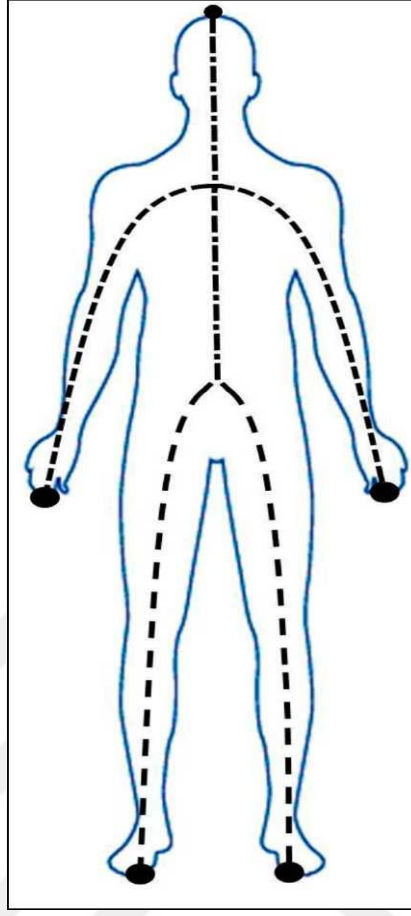
2.3.6 Akımın vücutta izlediği yol

Tehlikede olan ve etkilenen dokuları, oluşacak doku hasarını, ısıya dönüşecek elektrik enerjisinin derecesini, hasarın türünü ve şiddetini akımın giriş noktasından

çıkış noktasına vücutta takip ettiği yol belirlemektedir. Bu sebeple akımın geçtiği yolu saptamak akut tedavide ve prognozda önem kazanmaktadır (9,10).

Kafa ya da göğüs bölgesinden geçen akımların öldürücü yaralanma oluşturması daha olasıdır. Beyinden geçen 100 mA düzeyinde bir akım solunum arresti, nöbetler ve paralizi gibi sonuçlarla neticelenebilmektedir. Yüksek voltajlı akım geçişi olan vakalarda ortaya çıkan yüksek ısı geri dönüşümsüz beyin hasarına sebep olabilmektedir (10-12). Akımın gözlere yakın bir yol takip etmesi katarakta neden olabilmektedir.

Kalp ya da toraks üzerinden geçen akım aritmilere, myokard hasarına, ölümcül kalp hasarına ve solunum arrestine sebep olabilmektedir (10). Bir koldan diğerine ya da koldan bacağına geçen akımlar kalbi kat edebildiğinden alt ekstremiteler ile yer arasında seyreden akımlardan daha tehlikelidir (Şekil 1) (12). 60 Hz akımın vücutta ve kalp çevresinde dağılımının araştırıldığı bir çalışmada, akımın sol elden her iki ayağa, sağ elden her iki ayağa, bir elden diğer ele, bir ayaktan diğer ayağa seyri incelenmiş, bir elden diğer el ya da ayağa seyirlerde toplam akımın % 33-40'nın kalpten geçtiği, bir elden ayağa doğru olan akımın her iki ayağa doğru yaklaşık eşit şekilde bölündüğü, kalpten en fazla akımın geçtiği yolun sol elden her iki ayağa doğru olan geçişler olduğu tespit edilmiştir (20,21).



Şekil 1. Elektrik akımının giriş-çıkış noktaları arasında aldığı yol.

Akım çoğu kez temas noktasından en yakın topraklanmış noktaya geçer. Bu da sıklıkla elden ayağa ya da elden ele olmaktadır. Akım genellikle kaynağa ve toprağa temas noktalarında yoğunlaştığından bu noktalarda hasar daha fazladır (10,15). Vücut eksenine dikey seyirli akımlar neredeyse bütün vital organları (merkezi sinir sistemi, kalp, solunum kasları ve hamilelerde uterus ve fetüsü) kat etmeleri nedeniyle en tehlikeli olanlarıdır. Bir elden diğer ele geçen yatay seyirli bir akım da beyin korunmasına rağmen, kalp, solunum kasları ve spinal kord gibi ölümcül bölgeler hala risk altındadır. Yalnızca vücudun alt kısımlarını kat eden akımlarda ise şiddetli lokal doku hasarı ön planda iken genellikle ölüm meydana gelmediği bildirilmektedir (9,22).

2.3.7 Temas süresi (T)

Elektrik akımı ile temas süresi uzadıkça vücutta oluşacak hasar ve olayın ölümcül seyretme olasılığı yükselecektir. Bu nedenledir ki 24 V gibi düşük voltaja saatlerce süren sürekli temas nedeniyle ölüm olguları bildirilmiştir. Bu da bize yüksek voltajlı elektrik akımına maruz kalanların hayatta kalma çelişkisini de bir anlamda açıklamaktadır. Kas spazmı kişinin iletkenken uzaklaşması ile neticelendiğinde akıma maruz kalma süresi dramatik olarak azalmakta, kalpte hasar oluşması için gerekli temas süresi eşik değerin altına düşmektedir (8,15).

DC tek bir kas kasılmasına neden olarak kişiyi fırlatma eğiliminde olduğundan bu durum temas süresinin kısalmasına, AC ise kişinin tetaniye bağlı akım kaynağını kavramasına dolayısı ile akımla temas süresinin uzamasına sebep olmaktadır. Bu sebeple düşük voltajlı elektrik çarpmalarında AC, DC' a oranla daha tehlikelidir. Yüksek voltajlı çarpmalarda her iki akımda da risk ve tehlikeler benzer şekilde yüksektir (9).

Temas süresinin uzaması ile derinin yapısı bozulur ve deride veziküller oluşmasına bağlı olarak derinin direnci azalır bu da akımın vücuda geçişine kolaylık sağlayarak yoğun derin doku hasarı oluşmasına sebep olabilir. Yüksek voltaj ile temas süresi uzadıkça buna bağlı olarak elektro termal ısı üretimi nedeniyle doku hasarı da artmaktadır. Hasarın karbonizasyon derecesine ulaşması durumunda ise direnç artmakta, dokudan geçen akım azalmaktadır. Yıldırım çarpmasında ise çok kısa süreli ve olağan dışı yüksek voltaj ve akım, deri yapısının bozulması ile vücut içerisine geçmekte ve neredeyse tüm vücut çevresinde ark yaparak dolaşmaktadır (10).

2.4 Elektrik Akımının Meydana Getirdiği Lezyonlar

Deri elektrik akımına en dirençli dokulardan birisi olduğu için eğer amper yeterli ise hemen her zaman deride lezyonlar izlenmektedir. Bunlara elektrik yanığı giriş ve çıkış deliği adı verilmektedir. Ayrıca bu lezyonlara "Joule Yanıkları" da denilmektedir (8).

Elektrik akımının geçtiği bölgede gözle görülebilir bir lezyonun olup olmaması birim deri alanı başına düşen akımın yoğunluğu ile orantılıdır (8). Akımın epidermis ve dermisten geçmesiyle oluşan ısı derideki yanıkları oluşturmaktadır. Eğer elektrik akımı nispeten daha geniş bir bölgeden geçecek olursa birim alan başına düşen amper azalacağından orantılı olarak ısı etkisi de azalacaktır. Örneğin tüm avuç içinin elektrik kaynağı ile temas etmesi durumunda hiçbir lezyon oluşmayabilecek iken aynı akımın parmak ucundaki küçük bir yüzeyden geçmesi yanıklara sebep olabilmektedir (4). Ayrıca akımın elden girerek proksimale doğru aktığı olgularda el bileklerinde ve dirseklerde yanıkların şiddetli olarak görülmesi böyle açıklanmaktadır. Dirsek bölgesinde direnci yüksek kemik dokusunun diğer bölgelere göre daha fazla kesit yüzeyi kaplaması akımın yalnızca dar kesit alanlı yumuşak dokulardan geçmesine sebep olmaktadır. Böylece bu bölgelerde diğer bölgelere oranla daha şiddetli yanıklar izlenebilmektedir (4).

Direkt temasın olduğu bölgelerde ısı kolaylıkla 95°C' ye kadar yükselebilmektedir (8). Temas süresi uzun, voltaj yüksek veya iletken yüzeyi küçükse, yanık vezikülleri, erimiş keratin ve hiperemi görülebilir ve derin dokularda da yanıklar bulunabilmektedir.

Akımın geçişi ile bütünüyle ısınan dokular öncelikle en dış yüzeylerden soğumaya başlar. Isıya maruz kalmış dokularda iç bölgelerdeki dokuların sıcaklığı daha uzun süre yüksek kalmakta ve böylece derin yerleşimli dokular daha çok hasara uğramaktadır. Klinik olarak bu üzerinde sağlam deri ve kas tabakası bulunmasına rağmen kemik etrafındaki derin kas dokularının nekrotik olması ve nekroz sınırının bulunmasının zorlaşmasıyla tespit edilir (4).

Gözle görülebilir deri bulgusu olmadan da ölümcül elektrik çarpması olabileceği unutulmamalıdır. Böyle durumlarda şahitlerin ifadeleri ve olay yeri incelemesi ile tanı konulmaya çalışılmalıdır. Örneğin banyo yaparken elektrik akımının su ile temas eden büyük bir yüzeyden vücuda girmesi ile vücutta hiçbir dış lezyonun bulunmamasıdır. Bazı olgularda ise dikkatsiz muayene ile genital bölgede ve ağız içinde bulunan lezyonlar dış muayenede atlanabilir. Aletin kavranması nedeniyle lezyonlar bazen avuç içlerinde olabilmektedir. Ölü sertliği sebebiyle ellerin fleksiyonda kalması ile bu lezyonlar bulunamayabilir. Otopsi yapılırken ellerin zorlanarak rigorun kırılması ve avuç içlerinin dikkatlice incelenmesi

gerekmektedir. Gerekirse fleksör tendonlar el bileği bölgesinde kesilip eller serbestleştirilmeli ve inceleme yapılmalıdır (8).

Elektrik akımının topraklandığı bölgede her zaman bir lezyon olmayabilir. Ancak yine de her zaman karşı elde ve ayaklarda elektrik akım çıkış lezyonu var mı diye bakılmalıdır.

Bazen elektrik akımı lezyonları post-mortem meydana gelmiş olabilir. Elektrik akımına maruz kalan ve kardiyak aritmi ile derhal ölen ve pozisyonu sebebiyle elektrik akımına maruz kalmaya devam eden olgularda post-mortem elektrik akım lezyonları oluşabilir.

Post-mortem dönemde elektrik akımı uygulanmasıyla yanık ve vezikül oluşturulduğu saptanmıştır (8). Ancak ölümden sonra belli bir süre geçmiş ise "vital reaksiyon" belirtisi olan hiperemik alanın oluşmadığı bildirilmektedir (8). Yapılan bir çalışmada domuz epidermisine post-mortem dönemde elektro-şok cihazı uygulanması ile oluşan lezyon çevresinde eritem izlenmemiştir. Bunun ayırıcı tanıda kullanılabileceği belirtilmiştir (23).

Elektrik yanıklarının genel bir özelliği yanık periferinde soluk bir halka oluşmasıdır (17). Bu lezyonun muhtemelen akımın kan damarlarındaki kaslara direkt etkisi ile oluştuğu ve elektrik çarpması için patognomonik olduğu düşünülmektedir (8). Genellikle bu soluk bölgenin çevresinde hiperemik bir bölge bulunmaktadır. Hiperemi aynı zamanda hemen yanık alanının kenarında soluk halkanın iç kısmında da bulunabilir. Bazı olgularda ise vezikül-hiperemi alanlarının karışımı bir lezyon izlenebilir. Eğer yanık, bir telin uzunlamasına teması ile oluşmuş ve lineer ise soluk alan bir halka şekilde değil de paralel şekilde olacaktır.

Derideki elektrik yanıkları makroskobik olarak şu şekilde sınıflandırılabilir:

- 1- Sıkı temas lezyonları**
- 2- Ark yanıkları**
- 3- Dendritik yanıklar (14).**

2.4.1 Sıkı temas lezyonları

Bu lezyonlarda elektrik kaynağı ve deri sıkıca temas etmektedir. Akımın dokudan geçmesi ile elektrik enerjisinin bir bölümü ısı enerjisine dönüşmektedir. Bu ısı artışı dokuların ısınmasına sebep olarak termal bir yanıktaki gibi bir lezyon oluşturabilmektedir. Isı yeterli bir miktarda ise gri-sarı renkte sert kıvamlı bir koagülasyon nekrozu oluşacaktır. Ayrıca bazen epidermo-dermal bir vezikül de oluşabilmektedir. Bu vezikül sıvı veya gaz ile dolu olabilir. Akım kesilmesiyle oluşan vezikül soğuyup çökebilmektedir. Ayrıca otopsi yapılarına kadar tamamen kaybolabileceği de unutulmamalıdır (8). Vezikülün merkezinin çökmüş olduğu, çevresinin ise gri-beyaz renkte halka şeklinde kabarık olduğu görülebilir. Eğer akım kaynağı deriye dik duran ince bir tel ise, akımın bir noktaya yoğunlaşmasıyla deri altı dokuya penetre çukur tarzında bir yara izlenebilir. Ölüm genellikle kısa sürede olduğu için bu olgularda iltihabi doku reaksiyonu ya çok azdır ya da hiç bulunmamaktadır (7). Elektrik akımına bağlı oluşan lezyonların genellikle uzun bir iyileşme dönemleri olduğu söylenmektedir (4).

2.4.2 Ark yanıkları

Ark yanıkları alçak voltajlardan daha çok yüksek voltajlarda, akımın bir kıvılcım biçiminde akım kaynağından deriye atlamasıyla oluşmaktadır. Kuru havalarda 1000 V' luk akımların bir kaç milimetre atlayabildiği, 100 kiloVolt' un ise 35 santimetre atlayabildiği bildirilmektedir (4,24). Ark yanıkları hem giriş hem de çıkış yerlerinde izlenebilmektedir. Kişi eğer akım kaynağını sıkıca tutuyor ise ark yanıkları görülmemektedir. Elinden yüksek voltaj akım girmiş olan ve ayaklarında kauçuk çizmeler bulunan kişilerde akımın atlaması sonucu ayaklarda olan ark yanıkları izlenebilmektedir (4).

İçten yanmalı motorların bujilerindeki gibi ark akımlarında da çok yüksek sıcaklıklar oluşmaktadır. Sıcaklık 3000-4000°C' a yükselebilmektedir (8). Bu sıcaklık ise flash yanıklarına, elbiselerin yanmasına ve elektro-mekanik etkiye sebep olabilmektedir. Bu sıcaklığın etkisi ile derinin keratinize tabakası küçük bir bölgede

erimektedir (8). Soğumanın sonunda, keratin sert sarı-kahverengi renkte etraf dokudan yüksek bir modül (kıvılcım lezyonu) olarak gözükmetedir (8). Bunun etrafında ise çoğu kez kapiller kontraks iyona bağılı soluk bir bölge ile bu lezyonun hemen yanında bir vezikül de bulunabilir. Elin ve akım kaynağının hareketli olması nedeniyle her iki tip lezyonun bir arada bulunduğı olgular daha sık izlenmektedir (7).

Çok yüksek voltajlarda geniş bir termal yanık alanı ve sayısız ark yanıkları bir arada görülebilmektedir. Bu lezyona "Timsah Derisi Görünümü" de denilmektedir (8).

2.4.3 Dendritik yanıklar

Yıldırımlarda ve 250.000 V gibi yüksek V akımlar ile yaralanmalarda ortaya çıkan ağaç dalları biçiminde deri lezyonlarıdır (4). Eğrelti otu görünümü olarak da tanımlanabilmektedirler. Bu lezyonun yıldırım ve yüksek voltaj yaralanmaları için patognomonik olduğı düşünölmektedir (25).

Bu lezyon bir kaç saat gibi kısa süre içerisinde gözle görünemeyecek biçimde kaybolduğundan hemen aranması gerektiğı bildirilmiştir (26). Bu lezyonun elektrik akımının geçtiğı bölgede parçalanmış eritrositlerden açığa çıkan hemoglobinin dokuları boyaması veya damarların vazodilatasyonu neticesinde ortaya çıktığı ve kan damarlarının dağılımı ile direkt ilişkili olmadığı belirtilmektedir (26).

Başka bir kaynakta ise bu lezyonun yaralanmadan 1 saat kadar sonra belirginleştiğı, fakat 24 saat içinde tedricen kaybolduğı bildirilmektedir (25). Bu lezyonun (+) yükler ile oluştuğı düşünölmektedir (25). Bu lezyonların kişinin (-) yüklü bir yıldırım akımına maruz kalması ve bu sırada da yakındaki topraklanmış bir cisimden (+) yüklü bir sekonder akımın atlaması ile olduğı düşünölmektedir. Başka bir ihtimalde (+) yüklü yıldırımın vücuda girdiğı bölgede bu lezyonun meydana gelmiş olmasıdır. Her iki görüşte diğelerini dışlamamakla beraber bu arborescent lezyonların neden seyrek olarak görüldüğünü açıklamaktadır. Elektrik akım lezyonları esas olarak bir koagölasyon nekrozudur. Bu lezyonlar pütrefaksiyona da oldukça dirençlidirler. Bu nedenle şüpheli olgularda mezar açma işlemleri

yapıldığında, elektrik akım izlerinin bulunma ihtimali çok yüksektir (18). Tahnit edildikten sonra gömülen ve deri lezyonları 23 gün sonra hemotoksilen eozin ile boyandıktan sonra incelenen ve tanı konulan bir olgu da tespit edilmiştir (27).

Bazı olgularda ise elektrik akım kaynağının şeklini deri üzerinde görebilmek mümkün olmaktadır. Bu bize özellikle görgü tanığının olmadığı ölüm olgularında olayın nasıl meydana geldiği hususunda faydalı bilgiler verebilmektedir.

2.5 Elektrik Akımının Vücuttaki Etkileri

2.5.1 Sinir sistemi

Vücuttaki bazı dokular normal işlevlerinde biyoelektrik sinyallerini kullandığından bu dokuların elektriğe karşı daha duyarlı olduğu düşünülmektedir. Santral ve periferik sinir sistem hücreleri hızlı işlem yapabilmek ve bilgiyi iletebilmek amacıyla biyoelektrik enerjisini kullanmaktadır. Nöronlar, kalp hücrelerinin ve solunumu sağlayan diyafram kası hücrelerinin hareketini kontrol eden periferik kas hücrelerinin kasılmalarını düzenlemektedir (22). Elektrik yaralanmalarında sinir sistemi hasarı sık görülen bir durum olsa da patognomik olan histolojik ya da klinik bir bulgu bulunmamaktadır. Çoğu olguda sinir sistemi hasarı elektrik akımının doğrudan etkisine bağlı olmayıp dolaşım ve solunum gibi diğer sistem bozuklukları veya ek travma sonucu oluşmaktadır (9).

Elektrik akımının beyinden geçişine bağlı oluşan en önemli akut etki, solunum durmasına neden olan solunum kontrol merkezinin hasarıdır. Ayrıca akut kranial sinir defisitleri ve nöbetler görülebilir. Bir elden diğer ele geçen akımlarda 4-8. servikal vertebra (C4-C8) arasında transseksiyonla beraber spinal kord hasarı oluşabileceği gibi geç dönemde spinal atrofi de gelişebilir (9).

Elektrik akımı baş bölgesinden geçtiğinde merkezi sinir sisteminde kardiyopulmoner arrestte bağlı hipoksik ensefalopati, intraserebral kanama, serebral infarkt, beyin ödemi, konvülsiyon, koma, görsel ve işitsel fonksiyon kayıpları, geçici hafıza kaybı, asendan paralizi, amyotrofik lateral skleroz, transvers miyelit gibi

komplasyonlar oluşabilir. Yüksek akımlarda özellikle akım yolu üzerindeki uzuvlarda geçici ya da kalıcı nöropati oluşabilir. Fizyopatoloji nöronal elektrik şoku, yanıklar ve şiddetli kas kasılmasına sekonder gelişebilmektedir (10,11,28). Damar spazmı ve elektrik şokunun tetiklediği kan basıncı artışı merkezi sinir sisteminde kanamalara sebep olabilmektedir. Bazen 3. ve 4. ventrikül tabanı ile gri ve beyaz cevher sınırında beyin korteksinde masif düzeye ulaşabilen kanama ve venöz hiperemi izlenebilir (29).

Yıldırım çarpmalarından sonra bazı olgularda sempatik sinir sistemi instabilitesine ve damar spazmına sekonder alt ve bazen de üst ekstremitenin mavi, benekli, soğuk ve nabızsız izlendiği geçici paralizisi izlenebilmektedir. Bu tür olgularda pupiller fiks ve dilate (reversible otonomik disfonksiyona bağlı) olabileceğinden sadece bu gerekçe ile resüsitasyona son verilmemesi önerilmektedir (10,30). Yıldırım arpmalarında künt travma sonucu kafatası kırıkları ve servikal omurga hasarı izlenebilir (10).

2.5.2 Solunum sistemi

Ağır elektrik yaralanmalarındaki ani ölümlerin en sık sebeplerinden birisi solunum durması olmasına rağmen akciğerlerde ve solunum yollarında doğrudan elektrik akımına bağlı oluşan spesifik bir hasar bulunmamaktadır. Elektrik akımına bağlı ölümlerde akciğer hasarı nadirdir (9,31). Fakat toraks duvarında herhangi bir temas hasarı bulgusu olmamasına rağmen elektrik akımının doğrudan akciğer parankiminde termal yanık hasarı oluşturduğu ve bunun histopatolojik olarak doğrulandığı bir olgu bildirilmiştir (32).

Özellikle kişiyi yere savuran yüksek voltaj akıma maruz kalındığında künt göğüs travması ile birlikte akciğer kontüzyonu ve solunum disfonksiyonu oluşabilir (9). Aynı şekilde yıldırım çarpmalarına bağlı yaralanmalarda da akciğer kontüzyonu ve hemorajiler oluştuğu yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (33).

Damar trombslerine bağlı olarak akciğer embolisi ve akciğer enfarktları oluşabilir. Trombositlerden salınan serotonin ve srrenallerden salınan

katekolaminler akciğer damarlarında vazokonstrüksiyona neden olabilir. Kor pulmonale oluşabilir (34).

2.5.3 Dolaşım sistemi

Elektrik akımının kalp üzerinde iyi bilinen etkileri ritim bozuklukları, iletim anormallikleri ve myokard hasarıdır (30,35). 110-220 V AC' a bağlı elektrik çarpmalarında ölüm genellikle ventriküler fibrilasyon neticesinde oluşmaktadır (7). Akıma bağlı miyokard sinsitiumundaki iletim sistemi bozulmaktadır. Kardiyak aritmi ve buna bağlı fibrilasyon izlenmektedir. Bu fibrilasyon da kardiyak arrest ile sonuçlanmaktadır (8). Elektrik çarpmasında asistoli ya da ventriküler fibrilasyon sebebiyle kalp durması sık oluşan bir durumdur. Sinüs taşikardisi, geçici ST segment yükselmesi, prematür ventriküler kontraksiyonlar, atrial fibrilasyon, dal blokları gibi EKG bulguları da oluşabilmektedir (10). Sinüs bradikardisi ve yüksek derecede atriyoventriküler (AV) blok da bildirilmiştir. AC' la oluşan elektrik yaralanmasının sinoatrial (SA) ve AV nodlara eğilimi vardır (30). İskemiye götüren koroner spazm, hipotansiyona ve koroner hipoperfüzyona sebep olan aritmiler tanımlanmış patolojilerdir (36). Elektrik akımı yaralanmalarında kardiyak arrest nedenli ölümler eksternal kardiyak masaja en iyi cevap veren ölüm türleridir. Bu nedenle elektrik akımına bağlı yaralanmalarda ısrarla resüsitasyon çalışmalarına devam edilmesi ile kardiyak sistemin normale dönmesi gözlenebilmektedir (7).

Myokard hasarı elektriğin doğrudan etkisi ya da iskeminin uyarılması ile oluşabilmektedir (30). Hasar fokal ya da yaygın olabilir. Değişken hemorajilerle birlikte ileti sistemini, myokardı ve koroner arterleri kapsayan kontraksiyon bantları ile fokal ya da yaygın nekrozlar izlenebilir (9,11). Yıldırım çarpmalarında kalpte kontüzyon görülebilir (30).

Elektrik hasarı doğrudan ya da dolaylı nedenlerle, yüksek su içeriği sebebiyle mükemmel bir iletken olan damar yatağını da etkilemektedir. Elektrik akımının farklı büyüklükteki damarlar üzerindeki etkisi değişkendir (9).

Yüksek ve düşük voltajlı elektrik akımı damarların intima ve mediasında hasar oluşturarak ani ya da gecikmiş tromboz ve bunu izleyen iskemiye sebep

olabilmektedir (11). Arteriyel ve venöz tromboz, arteriyel spazm ve rüptür nadir görülen komplikasyonlardır (37).

Kan akışının fazla miktarda ve hızlı olması elektrik akımının oluşturduğu ısıyı dağıttığından büyük arterler akut olarak etkilenmezler. Ancak media nekrozu ile birlikte anevrizma oluşumuna ve rüptürüne yatkındırlar. İskelet kaslarının kasılmasına ve elektrik akımının sebep olduğu vazokonstrüksiyona bağlı kan basıncı yükselmesi de anevrizma rüptürünü tetikleyebilir. Daha küçük damarlar koagülasyon nekrozuna bağlı akut olarak etkilenebilir ve tıkanabilirler (11).

Elektrik akımına maruz kalan hastaların 24 saat monitör ile izlenmesi rutin bir uygulamadır (4).

2.5.4 Deri

Elektrik akımının vücut yüzeyi ile temas noktasında elektrik yanığı, elektrik izleri ve Joule yanığı gibi deri lezyonları oluşabilir. Elektrik kaynağı ile temas noktası genellikle ellerdir. Topraklanma ise daha çok ayaklardan olmaktadır (8,11). Elektrik akımının karakteristik deri lezyonlarını genellikle düşük voltajlı elektrik çarpmalarında ve genellikle giriş- çıkış noktalarında yanık alanları olarak görmek mümkündür. Elektrik yanıklarının gözlenme sıklığı % 57-83 arasında değişmektedir (15). Akım geçtiğinde izlenebilir bir lezyon oluşup oluşmaması akımın şiddeti, iletkenlik ve derinin nem oranı gibi şartlara bağlı olarak değişmektedir. Buna bağlı olarak ölümlerle sonuçlanan bir elektrik çarpmasında bile deride herhangi bir lezyon oluşmaması da mümkündür. Özellikle ıslak ya da nemli geniş bir temas yüzeyli olgularda deri direncinin düşmesi nedeniyle yanık oluşma olasılığı da azalacaktır (8).

Akım giriş ve çıkış yanıkları, temas yüzeyine bağlı olarak geniş bir alanı kaplayabileceği gibi iğne ucu kadar küçük de olabileceğinden dikkatsiz muayene ile gözden rahatlıkla kaçabilirler. Bu lezyonlar genel görünüm olarak küçük, sınırlı, krater benzeri ve sert lezyonlardır. Lezyonun gri ya da siyah bir merkezi ile çevresinde arteriolar spazm ve koagülasyon nekrozunun sebep olduğu soluk bir alanı bulunmaktadır. Bazen bunu çevreleyen küçük veziküller ve hiperemik bir alan görülebilir (11,15).

Bazen kablo ile temas sonrasında izlenen çizgisel yanık örneğinde olduğu gibi yanığın şeklinden temas eden iletken nesneyi tahmin etmek mümkün olabilmektedir. Yanığın özelliği periferik kısmında solukluk izlenen bir areolanın bulunuşudur. Bu akımın damar duvarındaki kaslar üzerine direkt etkisi ile oluşan arteriol spazma bağlıdır ve ölümden sonra da devam eder. Nadir de olsa lezyonun merkezinden çevreye doğru vezikül - kızarıklık - soluk alan - kızarıklık şeklinde bir durum izlenebilir. Yanık lineer ise soluk alan yanığın merkezine paralel bir alan şeklindedir (8,15).

Yüksek voltajlı elektrik çarpmalarında elektrik ark yanıkları, tipik olarak yüzeysel, kahverengi ya da kırmızı renktedir (11).

Lichtenberg görünümü yıldırım çarpması olgularının yaklaşık olarak % 30' unda izlenen, olgunun yaşaması halinde 24-48 saat içerisinde kaybolan ve eğrelti otuna benzeyen kırmızı renkli bir lezyondur (11,15).

Elektriğe bağlı termal hasar lokal bir nekrozdan tam bir karbonizasyona kadar değişebilmektedir (29). Deride görülen hasarının derecesine bakılarak doku hasarı derecesi tahmin edilmeye çalışılmamalıdır (10).

Antemortem ve postmortem elektrik yanıklarını ayırmak zordur. Yanıklar yalnızca akımın vücuttan geçtiğini gösterirler. Özellikle yüksek voltajlı elektrik çarpmalarında kısmen ısı etkisi kısmen de metalizasyon sebebi ile deride yeşil, kahverengi ya da grimsi renk değişimi görülebilir (8,25).

2.5.5 Diğer

Elektrik akımlarının önemli bir etkisi de kaslarda spazma sebep olmasıdır. 50 Hz' lik 10-40 mA arasındaki akımlar iskelet kaslarında tetanik spazma sebep olurlar. Akımın elden girmesi durumunda fleksor kas gruplarının daha güçlü olması nedeniyle el kapanır ve avuç içindeki madde bu etki ile sıkıca kavranır. Elde tutulan alet veya tel istense de bırakılamamakta ve elektrik devresi bu şekilde kapalı kalmaktadır (4,8). Kas sistemindeki elektro termal hasara bağlı ödem, doku nekrozu, kompartman sendromu ve rabdomyoliz oluşabileceği gibi şiddetli kasılmalar ve düşmelere bağlı kırık ve çıkıklar oluşabilir (38).

Kemikler yüksek elektrik direnci sebebiyle elektro termal hasara fazlaca maruz kalırlar. Bu nedenle periostal yanıklar, kemik matriks harabiyeti ve osteonekroz oluşabilir (22).

Böbrekler anoksik ve iskemik hasara çok duyarlıdırlar. Damar hasarı ve kas nekrozu, aşırı myoglobın salınımı ile renal tubuler hasara ve böbrek yetmezliğine sebep olabilmektedir (9,10). Solid iç organ hasarı nadir görülmekle birlikte bildirilen pankreas ve karaciğer hasarı olguları da mevcuttur (39).

2.6 Histopatolojik Bulgular

Elektrik akımına bağlı ölüm olgularının tanısında öncelikle makroskobik inceleme yapılmakta olup daha sonrasında görülen şüpheli lezyonlardan örnek alınarak bu örnekler ışık mikroskopisi ile incelenmektedir. Sadece makroskobik inceleme ile gerçek bir tanının konulması mümkün olmadığından mümkün olan her olguda histolojik inceleme yapılması önerilmektedir (4).

Elektrik akımına bağlı oluşan deri lezyonlarının histopatolojisi tartışmalı olup önceden elektrik lezyonlarına spesifik olduğu düşünülen değişimlerin ısıya bağlı olduğu bildirilmiştir (8,40). Elektrik akımına bağlı yaralanmalarda histolojik bulgular temelde ısı etkilerine bağlıdır. Mikrovezikül formasyonu ile birlikte daha aşağıdaki epidermis hücrelerinin ayrışması, dermise uzanan koagülasyon nekrozu, hücre nükleusunda piknoz ve uzama, paralel demetler halinde dizilme de görülebilir. Uzamış çekirdekler, sarmal, spiral, halka, palizad ve öbek şeklinde morfolojik farklılıklar gösterebilirler. Nükleer uzamanın elektrik akımının geçişine bağlı olduğu düşünülse de özel bir bulgu olmayıp diğer yanık tiplerinde olduğu gibi hipotermide de izlenebilmektedir (15,41).

Akım metal bir iletken vasıtasıyla vücuda geçtiğinde bu bölgelerde bir tür elektroliz meydana gelir ve böylece metalik iyonlar deride ve subkutan dokuda yerleşir. Bu yerleşmenin yoğun oldukları bölgelerde gri, kahverengi ve yeşil renk değişimi gözlenebileceği gibi sıklıkla gözle ayırt edilemez, ancak kimyasal, histolojik ve spektrografik yöntemlerle saptanabilirler.

Elektrik lezyonlarının iç organlarda kesin tanı koydurucu bir lezyonu bulunmamaktadır. Spesifik olmamakla birlikte myokard liflerinde dalgalı görünüm, parçalanma ve kontraksiyon bantları bildirilmiştir (8).

Elektrik akımı lezyonlarında nükleer uzama, piknoz ve palizatlanma gibi değişikliklerin izlendiği bilinmektedir. Fakat ısı yanıkları, künt dermal yaralanmalar, koterizasyon, kuruma, donma ve barbiturat zehirlenmesine bağlı veziküller çevresinde de nükleer uzama izlenebilmektedir (18,42). Üzün ve ark. ışık mikroskopunda tespit edilen belirli morfolojik değişimlerin elektrik lezyonu, alev yanığı ve abrazyon ayırıcı tanısında kullanılabileceğini bildirmektedirler. Bunlar;

- Epidermis içinde ayrışma elektrik lezyonlarında daha sık iken, alev yanıklarında subepidermal ayrışma daha sıktır.

- Tek başına epidermis içinde ayrışma varsa ya da lezyonda epidermis içinde ayrışma ve subepidermal ayrışma kombine ise bu lezyon büyük olasılıkla elektrik kaynaklıdır.

- Epidermal nükleer uzamalar genellikle elektrik lezyonlarında oluşmaktadır. Abrazyonlarda ise hafif nükleer uzama görülür.

- Abrazyonda koyu nükleer boyanma dikkati çekebilir ve homojenizasyon daha derin olabilir.

- Epidermal çekirdekte hafif uzama, çekirdekte koyu boyanma ve yaygın homojenizasyon varsa lezyon muhtemelen sıyrıktır (43).

2.7 Ölüm Mekanizması

Elektrik çarpmasında ölüm elektrik enerjisinin direkt etkisi ile görülebileceği gibi yanık ya da elektrik etkisine bağlı oluşan künt travmalara ikincil olarak da oluşabilir (44).

2.7.1 Ventriküler fibrilasyon

Elektrik akımının kalp üzerinden geçmesi sonucu ortaya çıkar ve elektrik akımına bağlı en sık ölüm sebebi olarak kabul edilir. Elektrik akımın myokard üzerindeki kesin etkisi tam bilinmemekle birlikte, akımın büyük olasılıkla myositler, nodal doku ve iletim sistemi üzerindeki direk etkisi ile ölüme sebep olduğu düşünülmektedir (8,15,25).

2.7.2 Solunumsal paralizi

Daha çok yüksek voltaj ölümlerinde izlenmekle beraber aritmilerden daha az görülürler. Akımın göğüs üzerinden geçişi interkostal kaslar ve diyafragma gibi solunum kaslarında şiddetli kontraksiyona, respiratuvar paralize, asfiksiye ve kalp durmasına yol açabilmektedir (8,15,25).

2.7.3 Solunum merkezi paralizisi

Akımın beyin sapındaki solunum merkezini doğrudan etkilemesi ya da hipertermiye sekonder olarak nöral fonksiyonların bozulması ile oluşan nadir görülen bir komplikasyondur (8,15,25).

2.7.4 Künt travma

Elektrik akımı ile temas büyük bir kuvvetle kişiyi geriye doğru fırlatarak ölümcül travmalara neden olabilir (8,15).

2.7.5 Suda boğulma

Yüzme havuzları ya da küvet gibi yerlerde oluşan elektrik çarpmalarında suda boğulma ile kombine olan olgular da bildirilmiştir (45). Bu tür olgularda suyun soğutucu etkisi ile deri bulguları çoğu kez bulunmamaktadır (45).

2.7.6 Termal yanıklar

Elektrik akımının geçtiği alanda yanığa bağlı oluşan hipovolemik şok, septik şok ve geç dönemde oluşan böbrek yetmezliği gibi komplikasyonlar tedavi gören olgularda önde gelen ölüm nedenlerindedir (46).

Elektrik yanıklarının derinliğine göre derecelendirilmesi mevcut yanık sınıflandırılmasından farklı değildir.

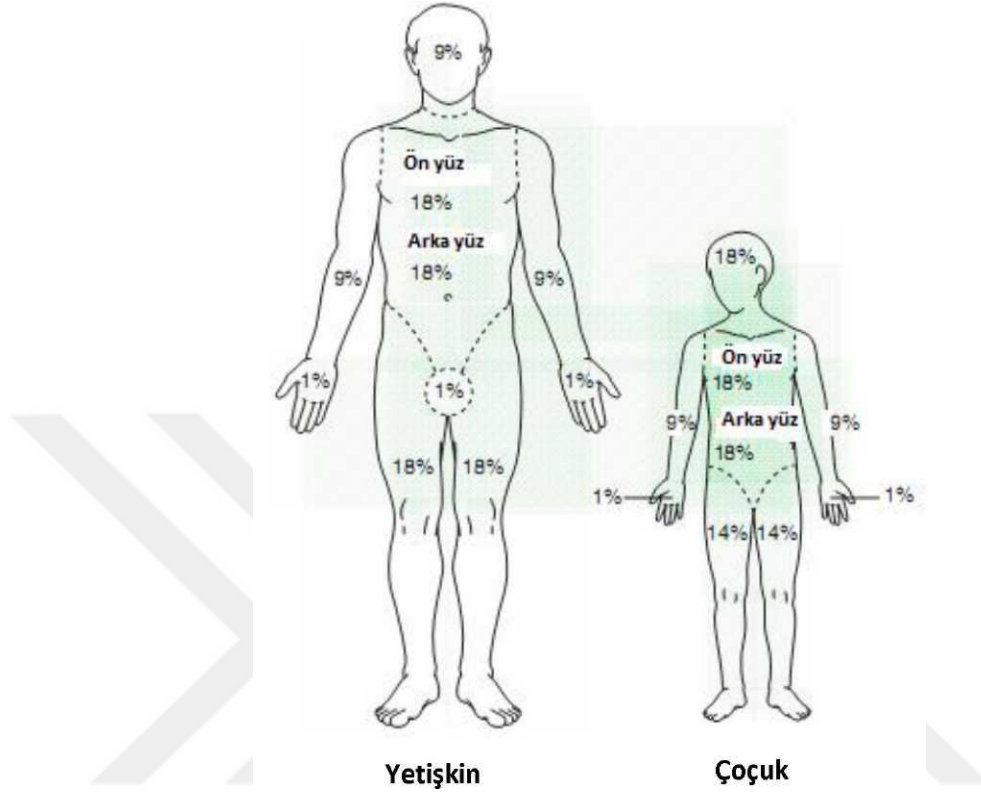
I° yanık: Epidermis üst katmanlarında ödem ve eritem ile karakterizedir.

II° yanık: Derin ve yüzeysel olarak ikiye ayrılır. Yüzeysel olan formunda sadece dermisin üst kısımları tutulmaktadır, kendiliğinden iyileşebilir ve ağrılı büllerle karakterizedir. Derin formunda ise dermisin alt kısımları tutulmaktadır. Bu durumda kendiliğinden epitelizasyonu çok kısıtlı olup his duyusu da ortadan kalkmış olmaktadır.

III° yanık: Tam tabaka yanık olarak da bilinmektedir. Derinin tüm tabakaları tutulmuştur ve ısının şiddetine göre daha alttaki tabakalar da tutulmuş olabilir. Spontan epitelizasyon yoktur.

Yanık yüzdesi kabaca ve en kolay olarak dokuzlar kuralı ile hesaplanır. Buna göre vücut bölgeleri (baş, boyun, gövde, ekstremiteler) 9 veya 9'un katları şeklinde sınıflandırılmıştır. Baş ve boyun % 9, her bir üst ekstremitede % 9, her bir alt ekstremitede, gövde ön ve arka yüzleri % 18, perineal bölge ise % 1 olarak hesaplanmıştır. Fakat dokuzlar yöntemi ile çocuklarda yanık yüzdesini hesaplama ekstremitede, baş ve gövde oranlarının değişik olmasından dolayı yanlış sonuçlar

vermektedir. Çocuklarda ve yetişkinlerde kesin olarak yanık yüzdesi Lund-Browder şeması kullanılarak hesaplanır (Şekil 2) (5).



Şekil 2. Dokuzlar kuralına göre vücudun yüzde dağılımı.

2.8 Elektrik Akımı Sonucu Ölümlerde Orijin

Elektrik çarpması yaralanmalarının büyük bir bölümü kaza nedenli olmakla birlikte, intihar ve cinayet olguları da bildirilmektedir. Almanya Münster Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsünde 1972-1997 yılları arasında ölüm orijinin araştırıldığı elektrikle ölen 37 olguluk bir otopsi çalışmasında 2 cinayet, 10 intihar, 25 kaza olgusu tespit edilmiştir (25,47-49).

2.8.1 Cinayet

Elektrikle cinayet olguları nadir izlenmektedir. En sık kullanılan yöntem elektrik akımının banyoda küvete elektrikli aletler ya da kablo ile verilmesidir. Su ile geniş yüzeyli temas sebebiyle vücutta çoğu kez elektrik yanığı bulunmaz. Olay yeri toparlanmış ve suç aleti ortadan kaldırılmış ise ölüm nedenini bulmak çok güçtür. Elektrik çarpmasından şüphelenilen tüm olgularda kurbanın temas ettiği düşünülen tüm elektrikli aletlerin teknik incelenmesine gereklidir. Kurbanın geçtiği yola elektrik teli döşenmesi ya da dokunması beklenen bir cismin elektrik devresine bağlanması gibi yöntemler bildirilmiştir (18,25,34).

2.8.2 İntihar

Elektrik akımı ile intiharlar şiddet içeren intihar yöntemleri olarak bilinen ateşli silahlar, ası, yüksekten atlama, demiryolu ve boğazlama gibi yöntemlere göre daha az rastlanılan bir intihar yöntemidir (50). Tüm intihar yöntemleri içinde % 1 oranında görülmesine rağmen ölüm riski yüksektir (51). Almanya' da yapılan çalışmalarda elektrikle intiharların kadınlarda erkeklere oranla üç kat daha fazla görüldüğü tespit edilmiştir (52). Bu olguların çoğunun banyoda oluşması dikkat çekicidir. Ülkemizde bildirilen olgularda ise elektrik kaynağı ile temas sağlayarak intihar eden erkek olgular daha çoktur (47,48,50,53-56). Elektrikle uğraşan meslek gruplarında elektrikle intiharın daha yaygın olduğu bildirilmektedir (50,52,57).

İntihar amacıyla çok değişik yöntemler kullanılmaktadır. Hatta banyo içinde elektrik akımı ile intihar ettikten sonra banyo kapısını açacak kişiyi elektrik akımından korumak amacıyla kapının açılması ile akım devresinin kesilmesini sağlayan düzeneklerin de kullanıldığı bir olgu da bildirilmiştir (17).

Banyo küvetinin su ile doldurulması ve suya elektrik verilerek oluşan elektrik çarpmalarında faz ucu suya temas ederse su iletken olur, akım geçişi ise ancak vücudun bir bölümünün musluk gibi bir cisimle topraklanması halinde oluşacaktır (4).

Çıplak elektrik kablolarının vücut bölgelerine sarılması, metal kaşıklar ile bağlantılar yapılması, elektrik tellerine tırmanma, yüksek voltajlı elektrik tellerini tutma gibi yöntemler de bildirilmiştir. Hipnotik ilaç alımı gibi yöntemlerle kombine edilen elektrikle intihar vakaları da bildirilmiştir (15,34,55,58,59). Bu nedenle olayın orijinine yönelik araştırmalarda olay yeri incelemesi ve kurulan düzenekler ile mekanizmanın açıklanması önemli rol oynamaktadır.

2.8.3 Kaza

Elektrik akımına bağlı yaralanma ve ölüm olgularının büyük çoğunluğunun orijini kazadır. Olayın nedeni genellikle elektrikle çalışan arızalı aletlerdir (25).

Kazaya bağlı elektrik ölümleri Amerika Birleşik Devletlerinde meslekle ilgili ölümler arasında 5. sıradadır. Elektriğe bağlı ölümler standartları tam olmayan konutlarda ve elektrikle ilgili güvenlik önlemleri zorunlu olmayan ülkelerde daha fazladır (15). Bursa'da 1996-2003 yılları arasında adli otopsi yapılan ve elektrik akımına bağlı hayatını kaybeden % 93,7' si erkek 63 olgunun sunulduğu bir çalışmada olayların % 63,5' inin iş kazası sonucu olduğu saptanmış olup intihar ve cinayet orijinli olgu ise tespit edilmemiştir (60).

Kazalara kullanılan uzatma kablolarındaki izolasyon hataları, kırık fiş ve prizler, elektrik şebekesinin topraklamasındaki problemler ve amatörlerin tamiratları gibi dikkatsizlikler de neden olabilmektedir (17). Nemli atmosferi ve topraklamayı sağlayan musluk ve boruları ile ev içinde elektrik çarpması açısından en tehlikeli alan banyo olarak kabul edilmektedir. Vücudun ıslak ve çıplak olması sebebiyle deri direncinin düşmesi ölümcül riskleri arttırmaktadır. Birçok Avrupa ülkesinde banyodaki elektrik sistemleri ile ilgili yasal düzenlemeler mevcuttur (8).

Evlerde kullanılan devre kesici sigortalar 15 A' lik fark doğana kadar fonksiyon görmez, bu nedenle ev içi elektrik ölümlerinin çoğunda ev sigortası etkilenmemektedir. Yüzme havuzlarında, mutfaklarda, banyolarda, priz çıkışlarında akımı monitorize eden ve 5 mA' den fazla fark olduğunda devreyi keserek ölümü önleyebilen topraklama hatası devre kesici (Ground-Fault Current Interrupters-

GFCI) cihazlarının kullanımı ile elektrik çarpmasına bağlı ölümlerin önlenebileceği bildirilmektedir (25).

Çocukların kaza nedenli geçirdiği elektrik yaralanmaları genellikle ev ortamında olup çocukların elektrikli cihazların içerdiği tehlikeleri bilmemesinden kaynaklanmaktadır (13).

Otoerotik asfiksi olgularında da seksüel uyarı amacıyla elektrotların anüse sokulması veya penise tutturulması şeklinde seksüel nitelikli kazalar bildirilmiştir (61).

2.9 Keşif Muayenesi Özellikleri

Herhangi bir elektrikli alet kullanırken veya tamir ederken meydana gelen ölümler ile görgü tanığının olmadığı olgularda elektrik çarpması olasılığı düşünülerek cesedin dış muayenesinde elektrik akım giriş ve çıkış lezyonu dikkatlice aranmalıdır (4). Kullanılan bir alet var ise bunun kontrolünün yapılması gerekir. Bu elektrikli aletler genellikle taşınabilir olup laboratuvara nakil edilmesi kolaylıkla mümkündür. Yüksek voltaj elektrik akımına bağlı yaralanmalarında ise elektrik kablosunun yarım metrelik uç kısmı kesilerek saklanabilir, eğer kablonun alınması mümkün değilse en azından fotoğrafı çekilerek dosyada konulmalıdır (14).

Elektrikli aletlerin ve olay yerinin incelenmesi konunun uzmanı teknik personel tarafından yapılmalıdır (4).

Keşif bölgesinin tüm özellikleri dikkatlice keşif muayene tutanağına yazılmalı ve eğer gerekli görülürse çevrenin fotoğrafları çekilmelidir (4).

Ellerdeki eldivenlerden veya kauçuk çizmelerdeki ufak imalat hatalarından yüksek voltaj akımlar geçebilmektedir. Bu gibi hataların gözle görülmesi oldukça zor olabilir. Böyle bir durumda kişinin giysileri, çizmeleri, başındaki başlığı ve eldivenleri incelenmek üzere saklanmalıdır. Böyle bir inceleme hem ölüm mekanizmasının açıklanmasında hem de aynı aletin kullanılarak başka kazaların oluşmasının önlenmesinde önemlidir. Bu amaçla yüksek voltaj akımları ile çalışırken giyilecek kauçuk eldiven standardında belirtilen testin bir benzeri kullanılabilir (62).

Havuzlarda aydınlatma ve diğer amaçlarla kullanılan elektrik devrelerinin arıza yapmaları halinde elektrik akımı su yolu ile topraklanabilmektedir. Halka açık yüzme havuzu gibi yerlerde meydana gelen kazalarda gerçek ölüm sebebinin bulunması başka ölümlerin önlenmesi için ilk kuraldır. Bu gibi ölüm vakalarında genellikle otopsi bulguları olmadığından bu vakalar kolaylıkla gözden kaçabilmektedir. Bu nedenle suyun içine giren veya su ile temas eden kişinin ölüm olasılığı bulunmaktadır. Havuz ve benzeri yerlerde genellikle 24 V gibi düşük voltajlar kullanılmaktadır. Su içerisinde meydana gelen elektrik çarpmalarında voltajın düşük olması ve deride oluşan ısının da suya kolaylıkla aktarılması nedeniyle yanıklar izlenmemektedir. Bu vakalarda ölüm nedeni elektrik çarpmasının yanında suda boğulma da olabilmektedir. Şahitlerin ve destekleyici delillerin olmadığı durumlarda ölüm nedenini bulabilmek çok zordur (45). Bu tür olgularda ölüm nedeninin elektrik çarpmasına bağlı suda boğulma olduğunu söyleyebilmek için diğer ölüme yol açabilecek nedenlerin araştırılması ve bunların bulunmadığının tespit edilmesi gerekmektedir. Eğer yüzmeyi iyi bilen biri havuzda ölür ise, bu yüzücünün yüzme kabiliyetini engelleyecek bir nedenin öncelikle araştırılması gerekmektedir. Toksikolojik inceleme ile beraber tam bir otopsi kişinin boğulduğunu söyleyebilir. Eğer otopside intoksikasyon, darp cebir izi veya doğal bir hastalık sebebi bulunamamışsa havuzun elektrik sistemi incelenmelidir. Bu tür olgularda elektrik yanıkları görülmediğinden elektrik çarpmasının tanısı ancak ölümün olduğu ortamın dikkatlice incelenmesi ile konulabilecektir (4).

Su içinde bulunan bir kişinin vücudundan geçen akım miktarı kişi hareket ettikçe ve suyun hareketine bağlı sürekli değiştiği için böyle vakalarda ne kadar akımın vücuttan geçtiğini bulmak mümkün değildir (45).

Elektrik çarpmalarına bağlı ölüm olgularının keşif muayenesinde ölüm zamanını değerlendirirken rigor mortisin ortaya çıkış ve kaybolma sürelerinin azaldığı dikkate alınmalıdır. Yapılan bir hayvan deneyinde kontrol grubunda 3 saat olan rigor mortisin ortaya çıkış süresi 1 saate ve rigor mortisin kaybolması ise 8 saatten 3 saate indiği tespit edilmiştir (63). Elektrik çarpması olgularında kaslarda oluşan kasılmalar nedeniyle kas içerisindeki enerji kaynakları kullanılır ve kas içi ATP oranının düşer, buna bağlı olarak da ölü sertliğinin erken dönemde geliştiği kabul edilmektedir. Post-mortem elektrik çarpmalarında ise deri direncinin yüksek

olması ve bu nedenle dokulara aktarılan enerjinin azlığı sebebiyle rigor mortisin çok erken gelişmediği bildirilmektedir (63).

2.10 Otopsi Bulguları

2.10.1 Dış muayene

Elbiseler incelenmeli ve özellikleri belirtilmelidir. Resüsitasyona ait bulgular varsa yazılmalıdır. Cesedin tüm bölgeleri dikkatlice incelenmelidir. Bu inceleme ceset yıkanmadan ve yıkandıktan sonra tekrarlanmalıdır. Baş bölgesinde saçlı deride bir elektrik akım lezyonundan şüpheleniliyorsa saçların tıraş edilmesi gerekebilmektedir (4).

Elektrik akımı lezyonlarının sık görüldüğü eller ve ayaklar dikkatlice incelenmelidir (4).

Akımın çıkış yerinde oluşan yanık lezyonu bazen bu bölgedeki derinin parçalanması ile bizi laserasyon veya delici alet yarası gibi yanlış bir tanıya götürebilir (4).

Bazen düşük voltaj gibi elektrik yaralanmaları ve yıldırım çarpmalarında hiç bir dış lezyon bulunmayabilir. Bu nedenle tüm araştırmalar neticelenmeden kesin görüş bildirilmemelidir (4).

2.10.2 İç muayene

Elektrik çarpmalarında klasik otopsi prosedürü uygulanır. İleride oluşabilecek sorunlar nedeniyle kalp ve beyinin saklanması önerilmektedir (14).

Bazı ölümcül elektrik çarpmalarında makroskopik iç organ bulguları izlenmemektedir. Ayrıca histolojik değişiklikler bile tartışmalıdır. Visseral organların çok fazla oranda su ve iletkenliği sağlayan elektrolitler içermesi nedeniyle akım yolu

termal yara oluşamayacak kadar geniş olmaktadır. Termal yaralar olmamasına rağmen özellikle kalp kası ve sinir sisteminde fizyolojik anormallikler oluşabilmektedir (8).

İnterkostal kaslar ve diyaframda spazm veya paralizi nedeniyle meydana gelen ölümlerde akciğerde ve yüzde siyanoz ile konjesyon çok belirgindir. Plevrada peteşiler olabilir, ancak bunlar da non-spesifiktir. Otopside konjestif ölümlerin bulgusu olan koyu kırmızı-mavi post-mortem hipostaz bulunabilecektir (8).

Yüksek voltaj akımları ana arterlerde yırtıklara sebep olabilmektedir (14). Yüksek voltaj akımlar ayrıca kemik dokusunun da erimesine sebep olabilmekte ve erimiş kemik dokusu inci şeklinde izlenebilmektedir (18). Bunlar bezelye büyüklüğünde yuvarlak gri ve beyaz renkte tasarlanmış kemik yüzeyinde görülen oluşumlardır (18).

Yıldırım çarpmalarında kulak zarı çoğu kez iki taraflı olarak rüptüre olabilmektedir. Otoskop ile kulak zarları muayene edilmeli veya temporal kemiğin pars petrosa bölümü disseke edilerek incelenmelidir (4).

2.10.3 Toksikolojik inceleme

Elektrik akımı etkisiyle oluşan ölüm olgularında mümkün olduğu kadar geniş toksikolojik inceleme yapılması uygundur. Kullanımının yaygınlığı sebebiyle kan alkol düzeyinin tespiti önemlidir. Olayın alkolün etkisi ile bir kaza olup olmadığı sorusunun cevaplanması için bu inceleme şarttır (4).

2.10.4 Radyoloji

Akımın kaynağı olabilecek şüpheli bir aletin radyolojik incelemesi bize çok faydalı bilgiler verebilmektedir. Sigortaların, anahtarların ve fişlerin çalışma durumları da bu şekilde kolaylıkla incelenebilmektedir (14). Bunun yanında radyografiler güvenilir birer delildirler.

2.10.5 Elektrik devrelerinin incelenmesi

Şüpheli aletler, kablolar ve fiş benzeri cisimler test edilmelidir. Kısa devre, topraklama hataları veya yanlış kablo bağlantıları olup olmadığına bakılmalıdır. Bu işlemler her zaman bu konuda eğitim görmüş teknisyenlere bırakılmalı ve gerekirse konu ile ilgili birimlerin bilirkişiliğine başvurulduktan sonra otopsi raporu düzenlenmelidir (4).

2.10.6 Metal artıklarının tespiti

Metal bir iletken den elektrik akımı dokulara geçtiğinde bir çeşit elektroliz ile metal iyonlarının bir kısmı deriye ve hatta deri altı dokuya yerleşmektedir. Bu olay hem AC hem de DC akımlar ile oluşan olgularda görülmektedir. Metal iyonları doku anyonları ile birleşerek metal tuzları oluşturmaktadır. Bunlar çıplak göz ile görülemeyebilir. Ancak kimyasal, histokimyasal ve spektrografik teknikler ile gösterilebilmektedir. Bu metal iyonlarının canlıda bir kaç haftaya kadar gösterilebildiği ve bu özelliğin post-mortem değişikliklere de oldukça dirençli olduğu bildirilmektedir. Bu metalizasyon çok aşırı olması halinde deri üzerinde çıplak göz ile de görülebilmektedir. Bakır veya pirinç gibi iletkenler ile akım aktarılmış ise parlak bir kalıntı belirgindir (8). İletken bakır ise sarı-yeşil renkte, demir ise kahverengi-siyah renkte metalizasyon görülebilmektedir (64).

Son yıllarda kullanılan scanning elektron mikroskopisi ile neredeyse her türlü elektrik temasında olabilen ve mini arkların sonucunda deriye geçen az da olsa erimiş metal partiküllerini göstermek mümkün olmuştur (8).

Metalik birikintileri Adjutantıs ve Skalos' ın tarif ettiği metotlar ile göstermek de mümkündür. Bu metotta filtre kağıtları ile metaller lezyondan alınır. Bakır, demir, alüminyum, çinko ve nikel, nitrik asit veya hidroklorik asitte eritilir ve solüsyonlar bir seri basit ama spesifik reaktifler ile test edilir (8).

Alternatif veya doğru akım elektrik yaralanmalarında metal transferini gösterme çalışmalarının etkinliği konusunda farklı görüşler vardır. Bu çalışmaların bir değeri bulunmadığını söyleyenler de vardır (14). Saf termal yanıklarda bile, sıcak metal bir cismin deriye temas etmesi ile metallerin deriye geçebileceği de bildirilmektedir (8).

2.11 Yıldırım Çarpmasına Bağlı Yaralanmalar

Dünyada saniyede 100 ve bir günde ise 8 milyon adet yıldırımın meydana geldiği bildirilmektedir (65). Buna rağmen yıldırım çarpmasına bağlı ölümler oldukça nadirdir.

Yıldırım çarpması nedeniyle oluşan ölümlerin bir yıl içinde 0,2-1,7 adet/milyon gibi farklı oranlarda olduğu ve bu oranların 1 yıl içindeki yıldırımlı fırtına sayısı ile orantılı olarak artıp azalabildiği bulunmuştur. Yıldırımlı fırtınaların ise en çok tropikal iklimlerde ve yılda yaklaşık 100 adet meydana geldiği bildirilmektedir (66).

Görülen ölüm oranlarının ülkeden ülkeye de değiştiği görülmektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde 0,5-0,7/milyon/yıl, Batı Almanya'da 0,8/milyon/yıl, Norveç'te 0,2/milyon/yıl, İsveç'te 0,2/milyon/yıl olgu olduğu tespit edilmiştir (7). ABD'de yapılan çalışmalarda 1982'de 77 ölüm ve 174 yaralanma, 1975-1979 yılları arasında 506 ölüm bildirilmiştir (65). Yıldırım çarpmaları büyük çoğunlukla yaz aylarında, öğlen saatlerinde ve açık hava faaliyetleri sırasında görülmektedir. Bir çalışmada olguların % 80 oranında Haziran ve Eylül ayları arasında olduğu, % 25'inin saat 14.00'da, en erken 10.00 ve en geç saat 19.00 arasında görüldüğü, özellikle kapalı alanlar dışındaki faaliyetler sırasında olayın olduğu bildirilmiştir. 2 olguda ise fırtına olmadan yıldırım çarpması olayının olduğu tespit edilmiştir. Bu olguların yakın çevredeki bir fırtınanın etkisi olabileceği düşünülmüştür (66). Başka bir çalışmada ise olguların % 70'inin Haziran ve Eylül ayları arasında, saat 12.00 ve 18.00 arasında meydana geldiği tespit edilmiştir. Ayrıca olguların büyük çoğunluğunun tek kişi olarak ve tek bir yıldırım ile olduğu bildirilmiştir (65).

2.12 Yıldırımın Fiziki Özellikleri

Yıldırımlar, atmosfer şartlarının etkisi ile bulutlar ve toprak arasında yüksek potansiyel farkının oluşmasıyla görülmektedirler. Bulutlar (-) toprak ise (+) yükler ile yüklenmektedir. Oluşan potansiyel farkı belli bir düzeye ulaşip havanın izolasyon etkisi iyonizasyon nedeniyle azalınca şiddetli bir kıvılcım, başka bir deyişle bir ark akımı bulut ve yer arasında oluşmaktadır (7,14,25). Ayrıca yıldırımlar buluttan buluta da oluşmaktadır. Fakat bu tip yıldırımların insanlara bir zararı olmadığı için çok önemsenmemektedirler. Uçaklara uçuş esnasında gelen bu tür yıldırımların yolcularda herhangi bir yaralanmaya sebep olmadığı bildirilmektedir (14). Yıldırımın fiziği oldukça karışıktır. Yıldırım akımlarında her iki yöne de akım geçişi görülebildiği, voltajın 20.000.000 V ve amperin ise 100.000 Amper düzeyinde olabildiği ve bu nedenle toplam enerjisinin çok fazla olduğu, akım çapının ise 5,4 metre olabildiği belirtilmektedir (7,8,24). Belirtilen çap gerçek akımın çapından çok ionize olmuş havanın çapı olabilir (7). Bir yıldırımın saniyenin 1/1000' i kadar sürdüğü bildirilmektedir (24).

Bir yıldırım düşmesinde ana akımdan başka küçük yan dalların etkisiyle etkili mesafe çapı 30 metre kadar genişleyebilmektedir. Bu sebeple bir ağaç altında toplu olarak bulunan bir grubun tümü az veya çok olarak etkilenebilmektedir (7).

Bulutların iç kısımları (-) dışları ise (+) yüklüdür. Bu nedenle yıldırımların büyük çoğunluğu (-) yüklü buluttan yere olan akımlardan oluşmaktadır. Yıldırımların % 5' i ise özellikle yüksek dağların olduğu bölgelerde (+) yüklü akımlar ile yerden buluta doğru oluşabilmektedir (25,66).

2.13 Yaralanma Mekanizması

Yıldırımlara bağlı yaralanmalar genel olarak yüksek sıcaklık ve elektro mekanik kuvvetlerin etkisi ile olmaktadır (66).

Meydana gelen yaralar Şu Şekilde sınıflandırılabilir.

- 1- Elektrik akımının direkt etkisi ile olan yaralanmalar**
- 2- Termal yaralar**
- 3- Patlamanın oluşturduğu yaralar**
- 4- Kişinin çevredeki cisimlere çarpması ile oluşan yaralar.**

Bir yıldırımda bulutun içindeki elektriksel yüklü bölge ile toprak arasında meydana gelen ark akımı havanın aşırı derecede ısınmasına sebep olmaktadır. Isınan hava hızla geniŐlemekte ve her yöne doğru sıkışmış bir hava dalgası yayılmaktadır. Bu sıkışmış havanın bu ani hareketi ardında bir vakum etkisi oluŐurmakta ve bu da havanın osilasyonuna sebep olmaktadır (64). Bu olay Şiddetli bir sese sebep olarak yıldırımlarda duyulan gök gürültüsünü oluŐurmaktadır (64).

Bu osilasyon yapan havanın etki alanında kalan bir kişide yaralanmalar grlebilmektedir. Yakın mesafelerde patlama tarzında bir etki ön plandadır. Patlama tarzındaki bu etki elbiselerin yırtılmasına ve vücudun patlamaya bakan yüzünde yanıklara sebep olabilmektedir. Mesafe uzadıkça yakıcı etki azalmaktadır. Yakın mesafelerde flaŐ tarzı yanıklar da izlenebilmektedir (64).

Başka bir görüŐe göre yıldırım 50,000°F gibi çok yüksek sıcaklığa sebep olarak bunun etkisi ile suyun aniden buharlaŐtıđı ve bir patlamaya neden olduğu bu patlamaya bağlı olarak elbiselerde yırtılmalar olduğu bildirilmektedir (66). Bu iki görüş arasında ısınan havanın geniŐlemesi daha çok kabul edilmektedir.

Ayrıca yıldırımın etkisi ile savrulan kişinin çevredeki cisimlere çarpması neticesinde de yaralanmalar grlebilmektedir. Bu yaralanmalarda özellikle kafa travmaları ön plandadır.

2.14 Yıldırımın Neden Olduğu Yaralanmalar ve lmler

Keranus Latince de yıldırım anlamındadır. Bu nedenle yıldırım akımları ile oluşan lezyonlara bazı yayınlarda keranopatoloji de denilmektedir.

Bir yıldırımın insan vücudu üzerindeki etkileri çok değişken olabilmektedir. Bir grup insanın bir arada bulunduğu bir ortama yıldırım düşmesi sonucunda bazı kişilerin ölmesine rağmen bir kısmında ise hiç bir yaralanma görülmeyebilmektedir (7). Yıldırımın çok yakınında bulunmasına rağmen ciddi bir yaralanma olmadan veya çok hafif yaralar ile kurtulan kişiler de bildirilmiştir (64). Yaralanmaların çok çeşitli olmasını kişinin yıldırım noktasına uzaklığı, akımın geçtiği vücut bölgesi ve kişinin topraklanma durumu gibi faktörler etkilemektedir.

Yapılan bir çalışmada 601 yıldırım çarpması olgusundan 250' sinin öldüğü bildirilmiştir (7).

Yıldırımlardaki voltaj ve amperin şiddeti düşünöldüğünde yıldırım çarpması vakalarının % 75' inin ölmemesi dikkat çekicidir (66).

Yıldırımlarda ölüm yüksek voltaj doğru akıma bağlı olarak gelişir. Ölüm çoğunlukla kardiyopulmoner arrest veya elektro termal yanıklar sonucu olmaktadır. Kişinin direkt olarak yıldırım akımına maruz kalması neticesinde akımın kiloamper gibi çok yüksek düzeylerde olması nedeniyle yanık veya solunumun merkezinin tahrip olmasıyla ölüm olasılığı çok yüksektir. Ancak akım önce başka bir cisimden geçerek kişiye ulaşmış ise kurtulma olasılığı daha yüksektir. Yıldırım akımına maruz kalanların büyük çoğunluğu ölmemektedir (25).

Beyin sapı ve kalp üzerinden akım geçmesi neticesinde ani ölümler görölebilmektedir. Çok ciddi ve geniş yanıklar oldukça nadirdir. Çok küçük bir iki milimetre çapında ark yanığı şeklinde ciddi yanıklar da görölebilmektedir. Genellikle yüzeysel yanıklara ve saçların kavrulmasına rastlanılmaktadır (7).

Yıldırım çarpmalarında iç organlarda ısınma ve haşlanma görölebilmektedir. Kemikler kırılabilmekte ve dokular kömürleşebilmektedir (67). Beyin dokusunda küçük kan damarlarının rüptürü ile fokal hemorajiler izlenebilir (67). Kimi olgularda ise beyin hasarı neticesinde oluşın konvülzyonları takiben ölüm gerçekleşmektedir (67).

Elbiseler içeride bir patlama olmuş gibi yırtılabilir ve meydana gelen bulgular bazen bir saldırıyı da düşündürebilir (67). Patlama akciğerler ve kolonda kontüzyona, subaraknoid veya serebral kanamalara sebep olabilmektedir. Yıldırımın etkisi ile vücut savrulabilir ve çevredeki objelere çarpabilir. Benzer şekilde kemerler ve botlarda yırtılabilir. Vücut üzerindeki küpe, kolye gibi metal objeler erimiş veya

mıknatıslanmış olabilir. Bu olay sıcaklığın metallerin erime noktasını aştığını gösterir. Altın gibi yüksek erime dereceli (1000°C) metaller dahi eriyebilmektedir (17). Bu metal objeler deride yanıklara neden olabilirler. Bazen de çakmak ve çakı gibi metaller mıknatıslanır. Bu bulgular açık arazide ölü bulunan olgularda ölüm mekanizmasını açıklamada bize yardımcı olabilir.

Yaralanmaları prognoz açısından değerlendirmek için hafif, orta ve ciddi olarak sınıflandırabiliriz (65).

Hafif yaralanmalar: Bu kişilerin şuuru yerindedir. Konfüzyon ve amnezi görülebilmektedir. Kişiler kafalarına bir darbe geldiğini ve patlama olduğunu söylerler. Bazı olgularda geçici körlük, sağırılık ve şuur kaybı görülebilmektedir. En sık olarak yanıklar ve paraliziler olmadan kas ağrısı ve pareteziler izlenmektedir. Bu olgularda vital bulgularda bir değişiklik olmamakta ve tam iyileşme gerçekleşmektedir (65).

Orta şiddette yaralanmalar: Bu olgularda oryantasyon bozukluğu vardır. Ekstremitelerde siyanoz, periferik nabızın alınamaması ve hipotansiyon görülebilmektedir. Birçok olguda kulak zarı yırtılmaktadır. Künt travma sonucunda servikal vertebra kırıkları ve kafa travmaları görülebileceğinden dikkatlice muayene edilmelidirler. Bu kişilerde kalıcı uyku bozuklukları ve koordinasyon problemleri oluşabilmektedir (65).

Ciddi yaralanmalar: Bu olgularda ventriküler fibrilasyon ve arrest gelişmektedir. Hipoksi veya direkt travma neticesinde merkezi sinir sistemi yaralanmaları sıktır. Prognoz çoğu kez kötüdür. Bu vakalarda resüsitasyona erken başlanması çok önemlidir (65).

2.15 Yaralanmalar Sistemik Olarak İncelendiğinde

2.15.1 Deri yaralanmaları

Her olguda yanık görülmesi şart değildir (65).

Yanık lokalizasyonu prognoz açısından önemli olabilmektedir. Yanıkların baş ve ayak bölgesinde bulunduğu vakalarda ölümlerin daha sık olduğu bildirilmiştir (65).

Deri bulguları lineer yanıklar, keraunografik bulgular (yüzeyel eritem ve arborescent lezyonlar), temas yanıkları, giriş ve çıkış delikleri (ark yanıkları) olarak özetlenebilir (68).

Bu lezyonların oluşumunu yıldırımın tipi, havanın nem oranı, dokuların direnci, derinin parçalanma direnci ve deri ile temasta olan metallerin varlığı gibi faktörler belirlemektedir. Deri yaralanmalarının büyük çoğunluğu yüzeysel veya ikinci derecedir. Bu nedenle herhangi bir sikatris dokusu oluşmadan kolaylıkla iyileşmektedir. Parlama tarzında akım geçişiyle akım vücudun dışından geçmektedir. Yine de oluşabilecek küçük çaplı ark yanıkları herhangi bir iz bırakmadan kolaylıkla iyileşmektedir (68).

Tipik bir bulgu olan "eğrelti otu" benzeri deri lezyonuna bazı olgularda rastlanılmaktadır. Bu bulguya arborescent ve ağaç dalları gibi isimlerde verilmektedir (64,65,67). Dallanma tarzında eritematöz lezyonların yıldırım için patognomonik olduğu bildirilmektedir. Arborization, feathering, ferning, arborescent, keraunographic markings ve Lichtenberg şekilleri isimleri ile de anılmaktadır. Bu şekilleri ilk defa 1777' de Georg Christoph Lichtenberg statik elektrik ile ilgili çalışmalarında belirtmiştir. Bu şekillerin elektrik mühendisliğinde yüzeysel elektriksel yüklerin kalitatif ve kantitatif incelenmesine olanak sağladığı bildirilmektedir. Bu sebeple bu lezyonlara Lichtenberg şekilleri de denilmektedir (68).

Bu lezyonların olguların 1/3 ünde izlendiği, ancak sıklık ile ilgili farklı oranlar da bildirilmiştir (18). Başka bir kaynakta ise bu bulgunun olguların yarısında izlendiği bildirilmiştir (14).

Ağaç benzeri lezyonlar birinci ve ikinci derece yanıklara benzemekteyse de gerçek yanık olmadığı düşünülmektedir (64). Bu lezyonların bir kaç saat ile bir gün içinde kendiliğinden kaybolabildiğinden derhal aranması gerektiği bildirilmiştir (66,69).

Bu lezyonun elektrik akımının geçtiği bölgede parçalanmış eritrositlerden açığa çıkan hemoglobinin dokuları boyaması veya damarların vazodilatasyonu ile

oluştugu düşünölmektedir. Bu lezyonun kan damarlarının dağılımı ile direkt ilişkili olmadığı da bildirilmektedir (7,70).

Bu değişik deri bulgusunun patogenezi konusunda farklı teoriler vardır. Görüşlerden bir tanesinde elektron yağmurunun sebep olduğu iltihabı cevap olarak izah edilmektedir. Ancak bu lezyonların bağ dokusu oluşturmadan kaybolması bu açıklamaya ters düşmektedir. Diğer bir görüşte ise akımın derideki nemli bölgeleri izlemesi şeklindedir. Ancak bu da lezyonların her olguda benzer şekilde olmasını açıklayamamaktadır. Ayrıca bu lezyonların yüzeysel damarları takip eden statik yükler olabileceği de belirtilmiştir. Ancak bu lezyonlar koldan gövdeye atladıkları da bildirilmiştir (68).

Bu lezyonların başka bir açıklaması da ağaç dalları şeklinde damarların veya sinirlerin yapısından bağımsız olarak şekillenen fraktal oldukları şeklindedir. Fraktal artan büyütme ile artan detay gösteren matematiksel yapılar Lichtenberg şekillerini açıklayabilir. Yapılan çalışmalarda (+) yükler ağaç dalları şeklinde, (-) yükler ise çiçek veya güneş şeklinde yapılar oluşturmuştur. Arborizasyon yapısı temel olarak yüklerin polaritesinde ve şiddetinden sonra da derinin nemliliğinden etkilenmektedir (68). Birçok yıldırım (-) yüklü olduğu için güneş şeklinde yapılar beklenmektedir. Ancak sekonder (+) akımların bu tür dallanma tarzında lezyonlar yaptığı düşünölmektedir (68).

Bu lezyonların kişinin (-) yüklü bir yıldırım akımına maruz kalması ve bu esnada da yakındaki topraklanmış bir cisimden (+) yüklü bir sekonder akımın atlaması ile olduğunu düşünmektedirler. Diğer bir ihtimalinde (+) yüklü yıldırımın vücuda girdiği bölgede meydana gelmiş olmasıdır. Her iki fikirde diğerini dışlamamakla beraber bu arborescent lezyonların neden seyrek olarak göröldüğünü açıklamaktadır (66).

Deniz kıyısında frizbi oynarken meydana gelen bir olguda yapılan postmortem muayenede sol kulak zarında perforasyon, sol angulus mandibulada ve boyunun sol yanında abrazyonlar bulunmuştur. Göğüs ön yüzünde ağaç dalları benzeri maköler döküntü izlenmiştir. Bu lezyonun sternoklaviköler ekleminden hemen üzerinde bir noktadan dağıldığı belirtilmektedir. Bu maköllerin üzerine bastırılması ile solmadıkları gözlenmiştir. İç muayenede ise pulmoner konjesyondan başka bir bulgu tespit edilmemiştir (68). Lichtenberg şekilleri literatürde genellikle

bahsedilmekle birlikte histolojik olarak yapılmış bir yayın bulunmadığı ve ilk defa bu olguda yapıldığı bildirilmiştir (68).

Bu olgudaki lezyonların histolojik incelemesinde deri altı yağ dokusu içinde damar dışına çıkmış eritrositler dışında epidermisin ve dermisin normal olduğu izlenmiştir. Yapılan özel boyamalar (Masson trikrome, Fontana-Mason, elastik, ve periodik asit-Schiff) ek bir bilgi sağlamamıştır (68). Kanın üst dermisteki kapillerden damar dışına çıkması dışında derinin normal görünümde olması ve bu kanın hem ante-mortem hem de post mortem dönemde dağılması lezyonun geçici olma özelliğini açıklamaktadır (68).

Bu vakada deri lezyonlarının histolojik incelenmesinde epidermiste, dermiste, sinir, kas ve kollagenlerde bir lezyon görülmemiştir. Yalnızca damar dışına eritrositlerin çıktığı izlenmiştir. Bu lezyonların 17 saat değişmeden kaldığı ve 24 saat civarında ise kaybolduğu bildirilmiştir (68).

Dermal ve subkutan vasküler konjesyon bu koyu renkli lezyonu açıklamaktadır. Ancak herhangi bir bağ dokusu oluşmadan iyileşmesi hala bir sır olarak durmaktadır (68).

Histolojik incelemede epidermis papiller dermisten ayrılmış ve epidermis hücre çekirdeklerinin uzadığı görülebilmektedir (66). Ayak tabanı ve elde ise keratin tabakasında vakuoller ve erimiş giyim eşyaları parçaları izlenebilmektedir (66). Ayrıca epidermisin papiller dermisten ayrılması, nükleer streaming, ayak tabanı ve keratin tabakasında suyun buharlaşması neticesinde oluşmuş belirgin vakuoller izlenebilmektedir (66).

Bu olgularda yüksek voltajlı elektrik akımlarının çeşitli noktalardan ark yapması neticesinde oluşan timsah derisi görünümü de izlenebilmektedir (24).

Yıldırımın etkisi ile oluşmuş laserasyon tarzı yaraların soluk ve kanamasız şekilde olduğu bildirilmiştir (24). Bunun nedeni muhtemelen elektrik akımının sebep olduğu koagülasyon nekrozu ve spazmdir.

2.15.2 Göz ve kulak yaralanmaları

Yıldırım çarpmasından bir kaç gün sonra katarakt gelişebilmektedir. Ancak bu aylar veya yıllar sonra da oluşabilmektedir (65,71). Kornea lezyonları, hiperemi, iritis, vitreus kanamaları, retina dekolmanı ve optik sinir yaralanmaları da bildirilmiştir. Ayrıca geçici otonom sinir sistemi hasarına, miyozis ve midriyazise sebep olabilmektedir (65).

Geçici görme kaybı görülebilmektedir. Bunlar muhtemelen şok dalgasının etkileridir. Ayrıca temporal kemikte ve korneada yaralanmalar da belirtilmiştir (65).

Yıldırım çarpması ile oluşan otolojik yaralanmaların en sık şekli kulak zarı yırtılmaları olup oranın % 80 olduğu belirtilmektedir (66).

Bir araştırmada 45 olgunun 21' i otoskop ile incelenmiş, 10 olguda tek, 7 olguda çift taraflı zar hasarı ve 4 olgunun sağlam olduğu bildirilmiştir (66).

2.16 Gebelik ve Yıldırım Çarpması

Bir olguda 7 aylık gebe bir kadına yıldırım çarpması neticesinde kadının yere düştüğü, yanına yardıma gidildiğinde ise şuurunun açık olduğu, ajite ve histerik ağlamanın bulunduğu, sağ kolda uyuşma ve motor fonksiyon kaybı bulunduğu, kişide deri yanığı ve ödem bulunmadığı, sağ kolda his kaybı olduğu, bebeğin kalp sesleri normal olduğu, EKG sinin normal bulunduğu ve bir daha tıbbi desteğe gerek bulunmadığı, gebeliğin sonunda 3200 gram ağırlığında sağlıklı erkek çocuk doğurduğu, bebeğin 19 ay boyunca kontrol edildiği ve bir problem bulunmadığı, baş çevresi, boy ve kilosunun hep 75 persentil düzeyinde seyrettiği, ince motor fonksiyonlar ve sosyal davranış normal bulunduğu bildirilmiştir (69).

Sonucu bilinen 10 gebelikte yıldırım çarpması olgusundan 5 olgunun canlı doğum ile sonuçlandığı, 4 olguda düşük ve bebek ölümü, 1 olgu da ise bebeğin normal doğduğu ancak 15,5 saatte öldüğü tespit edilmiştir. Bu olgularda postnatal takip belirtilmemiştir (69).

Bebek ölümlerinde ölüm nedeni kesin değildir. Ancak fetüs ve amnion sıvısı elektrik akımının geçişine direnç göstermediği için akımın uterus ve fetüsten geçmesiyle oluşan kardiopulmoner arrest neticesinde ölüm olduğu düşünülmektedir (69).

Fetüste iç veya dış muayene bulgusunun bulunup bulunmaması sonuç ile ilişkili değildir. Diğer bir riskte yıldırımın uterusu aşırı kasılmalara neden olması ve hatta uterus rüptürüne sebep olmasıdır. Akımın yolu, voltaj ve gebelik ayı sonucu etkileyen olası faktörlerdir (69).

2.17 Olay Yeri İncelemesi Bulguları

Yıldırım çarpmaları orijini kaza olduğu için adli tıp pratiğinde fazlaca bir probleme sebep olmamaktadır. Eğer kişi açık arazide ölü olarak bulunmuş ve makroskopik herhangi bir lezyon bulunmuyor ise ölüm nedenini bulmak zor olabilmektedir.

Fırtınalı ve yıldırımlı bir hava raporunun bulunması tanının ilk adımıdır. Genellikle çevredeki kişilerce bir yıldırım düştüğü belirtilmektedir. Dikkatli bir keşif muayenesi ile de yıldırımın yapmış olduğu hasar kolaylıkla tespit edilebilecektir. Otopsi bulguları ile keşif yeri özelliklerinin uyumuna dikkat edilmelidir.

Ağaçlarda kırıklar, yanıklar, kavrulmalar ve olay yeri zemininde elektrik akımı izleri kolaylıkla görülebilmektedir.

Elbiselerde yırtılma ve parçalanmalar, yanıklar ve saçlarda yanıklar oluşabilmektedir. Ayakkabılar parçalanarak ayaklardan çıkabilmektedir.

Bazı olgularda elbiselerin ve ayakkabıların parçalanmış olması yaraların yanlış yorumlanmasına sebep olabilmektedir. Yol kenarında bu şekilde bulunan kişiler bir trafik kazası geçirdiği düşünülebilmektedir.

Yıldırımın etkisi ile ısınan kemer veya fermuar gibi metal cisimlerin deri ile teması yanıklara sebep olabilmektedir. Sıcaklığın yüksek olması halinde metaller eriyerek birbirine yapışabilir. Anahtar ve paraların kömürleşerek birbirine yapıştığı ve saatlerin durduğu görülebilmektedir.

Metal cisimler mıknatıslanabilir. Bu olay metal cismin bir pusula yanına konulması ve pusula ibresinin sapması ile gösterilebildiği bildirilmektedir (66).

2.18 Yıldırımlardan Korunma

Yıldırımlar genellikle bir iletkenin dış yüzeyini takip ederler (17). Bu nedenle bina içi gibi kapalı alanlarda bulunan kişiler emniyettedirler. Fırtınalı havada ağaçların altına saklanması yıldırım çarpması ihtimalini arttırmaktadır. Açık ve düz arazilerden kaçınılmalıdır. Açık ve düz arazilerin şehirlerden 30 defa daha tehlikeli olduğu bildirilmiştir (72). Yıldırımlı havalarda metal cisimler ile temastan da sakınılmalıdır. Ayrıca kapalı alanlarda telefon gibi dış ortam ile irtibatlı cihazları kullanmamaya dikkat edilmelidir. Kapalı ortamlarda telsiz telefonların kullanımı da tehlikeli olabilir. Bu açıdan 6 metre emniyetli mesafe olarak kabul edilmektedir (73). Bunun yanında telsiz telefon kullanımı sırasında arıza sebebiyle oluşan aşırı ses nedeniyle meydana gelen kulak hasarı bildirilmiştir. Bir yıldırım düşmesinde de açığa çıkacak sesin hasar yapıp yapmayacağı kesin olarak bilinmemektedir (73). Kapalı bir arabanın da yıldırım düşmesinde emniyetli bir koruma sağladığı bildirilmektedir (72).

3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışmamızda T.C. Adalet Bakanlığı Adli Tıp Kurumu'ndan alınan izin ve Dicle Üniversitesi Etik Kurulundan alınan izin sonrasında 01.01.2007- 31.12.2013 tarihleri arasında Diyarbakır ili ve çevre il ve ilçelerinde meydana gelen elektrik akımına bağlı 239 ölüm olgusunun ölü muayene tutanaklarına Adli Tıp Kurumu Diyarbakır Grup Başkanlığı arşivinden ulaşıldı. Olgular yaş, cinsiyet, ölümün meydana geldiği yıl, mevsim ve ay, ölümün orijini, otopsi yapıp yapılmadığı, olayın meydana geldiği yer, elektriğin vücuttaki giriş ve çıkış lezyonlarının yeri, varsa hastane tedavisi ve süresi, maruz kalınan gerilimin cinsi ve ölüm nedeni yönlerinden incelenmiştir. Çalışmamızda toplanan tüm veriler SPSS for Windows 18.0 istatistik programına aktararak analiz edilmiştir. İstatistiksel analizde cinsiyete göre ölen kişinin yaş grubu ve cinsiyete göre olayın meydana geldiği yer değerlendirilmesinde Chi Square Testi kullanılmış ve sonuçlar % 95 güven aralığında değerlendirilmiştir. p değerinin 0,05'den küçük olması "istatistiksel olarak anlamlı" kabul edilmiştir. Tanımlayıcı istatistikler sürekli değişkenler için ortalama \pm standart sapma veya ortanca (çeyrekler arası genişlik) olarak belirtilirken, kategorik değişkenler ise vaka sayısı ve (%) oranlar olarak gösterilmiştir.

4. BULGULAR

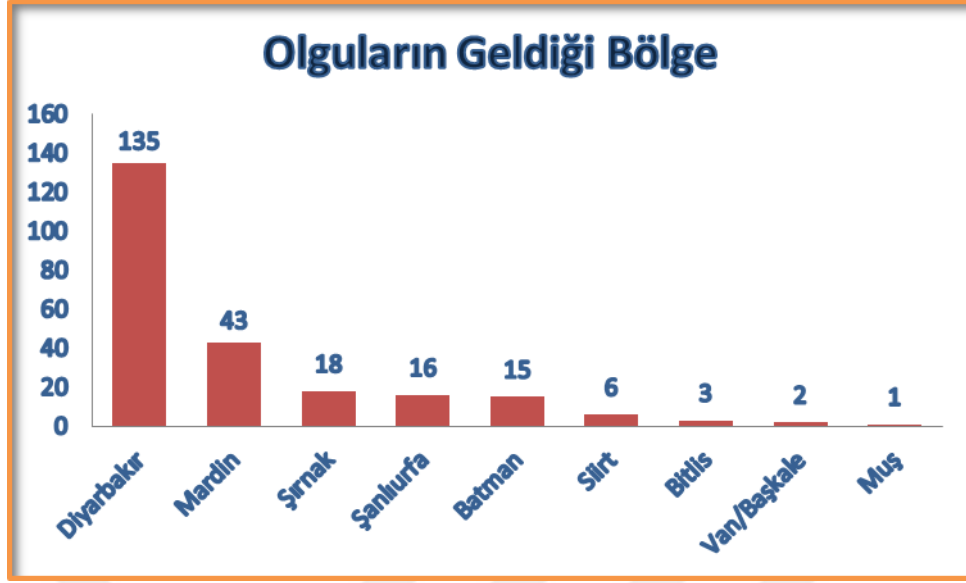
Adli Tıp Kurumu Diyarbakır Grup Başkanlığı Morg İhtisas Dairesi'nde 2007-2014 yılları arasında yapılan toplam 6341 adet otopsinin 239 (%3,77)' unu elektrik akımı ile yaralanma sonucu ölümler oluşturmaktadır. Ölümlerin yıllara göre dağılımı tablo 2' de verilmiştir.

Tablo 2. Ölümlerin yıllara göre dağılımı

Yıllar	Toplam Otopsi Sayısı	Elektrik çarpması		
		Sayı	Yüzde*	Yüzde [∞] Toplamı
2007	928	49	5,28	20,5
2008	919	36	3,92	15,1
2009	770	36	4,68	15,1
2010	1009	40	3,96	16,7
2011	882	28	3,17	11,7
2012	942	24	2,55	10,0
2013	891	26	2,92	10,9
Toplam	6341	239	3,77	100

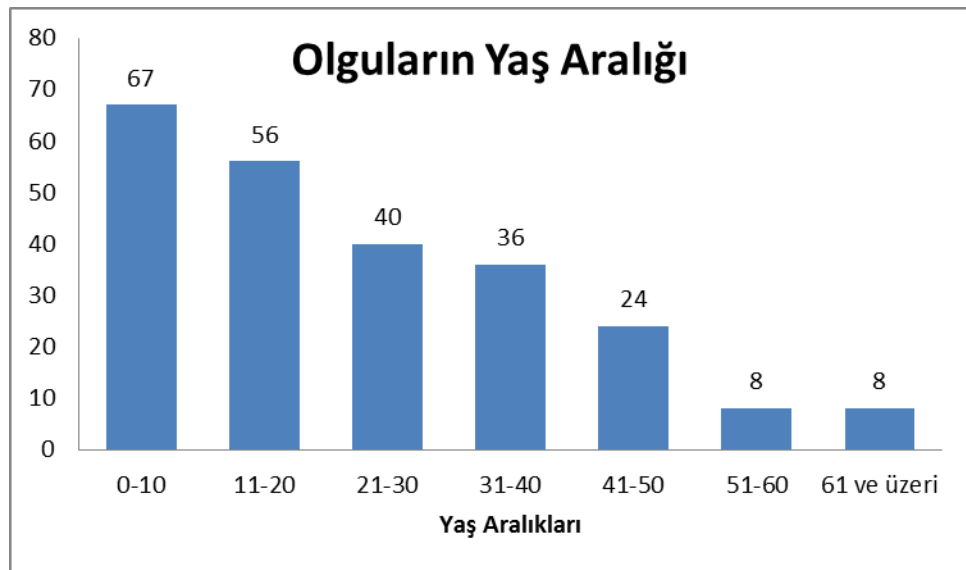
* Yıl içindeki yüzdesi; [∞]Toplam elektrik çarpması olgusuna göre yüzdesi

Olguların geldiği bölgelere göre dağılımına bakıldığında; en çok olgunun 135 (%56,5) olguyla Diyarbakır il merkezi ve ilçelerinden geldiği, bunu sırasıyla 43 (%18) olguyla Mardin ve daha düşük oranlarla diğer çevre il ve ilçelerinden gelen olguların takip ettiği saptanmıştır. Olguların bölgelere göre dağılımı şekil 3' te verilmiştir.



Şekil 3. Olguların bölgelere göre dağılımı.

239 olgunun 147 (%61,5)' sinin erkek, 92 (%38,5)' sinin kadın olduğu görüldü. Yaş ortalaması 23,15+17,1 (minimum:1 ve maksimum:78) bulundu. 239 vakanın 147 (%61,5)' si Erkek ve 92 (%38,5)' si Kadın idi. Erkeklerin yaş ortalaması 23,4+14,9 ve kadınlarınki ise 22,7+20,3 yıl idi. En sık ölüm 67 (%28) vaka ile 0-10 yaş grubunda görülmüştür. Olguların yaş gruplarına göre sayıları şekil 4' te verilmiştir.



Şekil 4. Olguların yaş aralıklarına göre durumu.

Elektrik akımına bağlı ölüm olguları 76 (%46,6) vaka ile en sık evde meydana geldiği görüldü. Olay yeri belirtilmiş olan 163 vakanın olay yeri tablo 3' te gösterilmiştir.

Tablo 3. Olay yeri belirtilmiş olan 163 vakanın olay yeri

Olay yeri	n	%
Evde	76	46,6
Sokak	6	3,7
Tarla/Bahçe	28	17,2
İnşaat	14	8,6
Nehir/Göl vs.	5	3,1
Elektrik direği veya trafosu	27	16,6
İş yeri	3	1,8
Kuyu	1	0,6
Asansör	1	0,6
Süs Havuzu	1	0,6
Karavan	1	0,6
Toplam	163	100

n = vaka sayısı; % = vaka yüzdesi

Ölümlerin 223 tanesi kaza orijinli iken 16 tanesi yıldırım çarpması nedeniyle meydana geldiği görüldü.

Olgular %35,6 'lık oranla en sık yaz mevsiminde (n=85) görülmekte en az 23 (%9,6) vaka ile kış mevsiminde olduğu bulunmuştur. Olguların mevsimlere göre dağılımı tablo 4' te verilmiştir.

Tablo 4. Olguların Mevsimler göre Dağılımı

Mevsim	n	%
Kış (Aralık, Ocak, Şubat)	23	9,6
İlkbahar (Mart, Nisan, Mayıs)	63	26,4
Yaz (Haziran, Temmuz, Ağustos)	85	35,6
Sonbahar (Eylül, Ekim, Kasım)	68	28,5
Total	239	100,0

n = vaka sayısı; % = vaka yüzdesi

239 Olgunun 156 (%65,3)' sına otopsi yapılırken, 83 (%34,7)' üne ise ölü muayenesi ile sonuç verilmiştir.

Elektrik akımına kapılan 239 olgunun 182 (%76,2)' sinin solunum dolaşım durması, 27 (%11,3)' sinin genel beden travması, 15 (%6,3)' inin yanık ve komplikasyonları, 5 (%2,1)' inin genel beden travması + yanık ve komplikasyonlarının ortak etkisi ve 1 (%0,4)' nin suda boğulma sonucu hayatını kaybettiği saptandı. 9 (%3,8) vakada ise kesin sonuç belirlenememiş olup 1. İhtisas kurulu' na gönderilmiştir.

Olguların 178 (%74,5)' i olay yerinde vefat ederken, 61 (%25,5) olgu ise kaldırıldığı hastanede vefat etmiştir. Hastanede vefat eden 61 olgudan 15 (%6,3)' i tedavi sırasında aynı gün, 17 (%7,1)' si tedavi sırasında 2.-5. günler arasında, geri kalan 29 (%12,1) kişinin ise hastaneye yatışının 6.-200. günleri arasında hayatını kaybettiği saptanmıştır.

Toplam 90 olgunun (%37,7) yüksek gerilime maruz kaldığı, 83 olgunun (%34,7) düşük gerilime maruz kaldığı bildirilmiş, 66 (%27,6) olguda ise gerilim hakkında bilgi verilmemiştir.

Elektrik akımına bağlı gelişen ölüm olgularında 155 (%64,9) ile en sık giriş yarasının tek başına görüldüğü bulunmuştur. Akımların oluşturdukları yanık yerlerinin özellikleri tablo 5' te belirtilmiştir.

Tablo 5. Akımların oluşturdukları yanık yerlerinin özellikleri

	n	%
Belirlenememiş	34	14,2
Giriş	153	64,0
Giriş + Çıkış	50	20,9
Çıkış	2	0,9
Total	239	100,0

n = vaka sayısı; % = vaka yüzdesi

Elektrik akımına bağlı oluşan lezyonlar 112 (%46,9) ile en üst ekstremitelerde görülmüştür. Akımların oluşturdukları lezyonların yerleri tablo 6' da verilmiştir.

Tablo 6. Akımların oluşturdukları lezyonların yerleri

	n	%
Akım yeri belirlenememiş	34	14,2
Üst ekstremité	112	46,9
Alt ekstremité	22	9,2
Baş boyun	11	4,6
Gövde ve sırt	4	1,7
Çok çeşitli yerde akım giriş-çıkışı	56	23,4
Total	239	100,0

n = vaka sayısı; % = vaka yüzdesi

Yaş grupları ile cinsiyet arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p=0,001$). Buna göre 0-10 yaş grubunda ve 51 yaş üzerinde kadınlarda daha fazla elektrik çarpmasına bağlı ölüm daha çok görülmüşken diğer yaş gruplarında erkeklerde daha fazla görülmüştür. Yaş grubu cinsiyet ilişkisi şekil 5’ te verilmiştir.



Şekil 5. Yaş grubu cinsiyet ilişkisi.

Araştırmamızdaki 114 (%47,7) elektrik akımına bağlı ölüm olgusunun ilk 18 yaş içerisinde meydana geldiği görülmüştür. İlk 18 yaş içerisinde elektrik akımına bağlı meydana gelen ölüm olgularında en sık ölüm nedeni 33 (%28,9) vaka ile

bölgemizde banyolarda sıkça kullanılan elektrikli su ısıtıcısı olduğu görülmüştür. İlk 18 yaş içerisinde elektrik akımına bağlı meydana gelmiş ölümlerin nedenleri tablo 7’ de gösterilmiştir.

Tablo 7. İlk 18 yaş içerisinde elektrik akımına bağlı meydana gelmiş ölümlerin nedenleri

Yaş	Belli değil	Elek. soba	Elek. su ısıtıcı	Elek. teli	Yıldırım	Trafo	Elek. kablo	Dinamo	Çamaşır makinası	Elek. ile balık avı	Elek. prizi	Buzdolabı	Total
1	1	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	4
2	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4
3	6	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
4	8	-	6	-	-	-	-	-	-	-	1	1	16
5	3	-	2	1	-	1	-	-	1	-	-	-	8
6	1	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
7	2	-	5	-	1	-	1	-	-	-	-	-	9
8	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2
9	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	4
10	2	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	4
11	3	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	5
12	1	-	-	2	1	1	-	1	-	-	-	-	6
13	4	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	8
14	1	-	3	4	-	-	-	-	-	-	-	-	8
15	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	3
16	1	-	-	1	2	1	1	1	-	-	-	-	7
17	1	-	-	1	2	-	-	-	-	1	-	-	5
18	3	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	5
Total	39	2	33	15	7	4	5	2	1	1	3	2	114

İşyerinde elektrik akımına bağlı 48 ölüm olgusunun tümünün erkek olduğu görüldü. Elektrik akımına bağlı ölüm olguları kadınlarda evde daha sık görülürken, iş yerinde ve dış mekanlarda erkeklerde daha sık olduğu istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($P<0,001$). Cinsiyet olay yeri ilişkisi tablo 8’ de gösterilmiştir.

Tablo 8. Cinsiyet olay yeri ilişkisi

Olay Yeri	Erkek	Kadın	Toplam
Belli değil	43 (%29,2)	33 (%35,9)	76 (%31,8)
Evde	27 (%18,4)	49 (%53,2)	76 (%31,8)
İş Yerinde	48 (%32,7)	0 (%0)	48 (%20,1)
Açık arazi, Sokak, Tarla vs.	29 (%19,7)	10 (%10,9)	39 (%16,3)
Total	147 (%61,5)	92 (%38,5)	239 (%100)

Olayın oluş şekline bağlı genel özellikler tablo 9’ da verilmiştir.

Tablo 9. Olayın oluş şekline bağlı genel özellikler

	Belli değil	Elek. ısıtıcı	Su ısıtıcı	Elek. Teli	Yıldırım	Trafo	Elek. kablosu	Dinamo	Çamaşır makinası	Elek. ile balık avında	Elek. prizi	Buzdolabı	Total
Cinsiyet													
Erkek	40	0	23	44	11	6	14	2	0	5	1	1	147
Kadın	40	4	27	5	5	0	6	0	2	0	2	1	92
Yaş Grubu													
0-10	25	2	27	3	1	1	4	0	1	0	1	2	67
11-20	16	0	7	14	7	4	3	2	0	1	2	0	56
21-30	10	1	9	10	3	1	1	0	1	4	0	0	40
31-40	15	0	2	10	3	0	6	0	0	0	0	0	36
41-50	8	0	3	9	0	0	4	0	0	0	0	0	24
51-60	2	0	0	2	2	0	2	0	0	0	0	0	8
61 ve üzeri	4	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Mevsim													
Kış	7	1	5	5	0	1	4	0	0	0	0	0	23
İlkbahar	20	2	19	10	4	3	4	0	0	1	0	0	63
Yaz	27	0	16	19	10	0	5	2	2	3	0	1	85
Sonbahar	26	1	10	15	2	2	7	0	0	1	3	1	68
Giriş-Çıkış													
Belirlenememiş	3	0	12	7	2	2	1	2	1	4	0	0	34
Giriş	68	4	31	22	9	3	11	0	0	1	2	2	153
Giriş + Çıkış	9	0	7	20	5	0	7	0	1	0	1	0	50
Çıkış	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
Lezyon yeri													
Belirlenememiş	3	0	12	7	2	2	1	2	1	4	0	0	34
Üst ekstremité	51	2	21	20	1	2	10	0	0	1	2	2	112
Alt ekstremité	10	2	5	1	1	2	1	0	0	0	0	0	22
Baş boyun	0	0	5	0	6	0	0	0	0	0	0	0	11
Gövde ve sırt	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	4
Çok çeşitli	14	0	7	20	5	0	8	0	1	0	1	0	56

5. TARTIŞMA

Elektrik akımına bağlı yaralanmalar elektriğin hayatımızda sıkça kullanılmasına ve gerekli tedbirlerin alınmamasına bağlı olarak çok sık karşımıza çıkmaktadır. Gündelik hayatımızda ve iş yerinde elektrikli çalışan aletlerin daha da artması, yeterli eğitim ve kontrol önlemlerinin sağlanamaması nedeniyle elektrik akımına bağlı yaralanmalar ciddi düzeyde mortalite ve morbiditeye sebep olmaktadır.

Amerika da her yıl yaklaşık 1000 kişi elektrik çarpmasına bağlı öldüğü belirtilmektedir (74). Elektrik akımına bağlı yaralanmalar ile ilgili yapılmış çalışmalarda değişik ölüm oranları bildirilmektedir. Hindistan' da Manipur' da yapılan bir çalışmada elektrik akımına bağlı ölüm oranı tüm adli vakalar içerisinde %1,02 olarak tespit edilmiştir (75). Bu oran Tahran' daki bir çalışmada %0,6 ve Delhi' deki bir çalışmada ise %1,98 olarak bulunmuştur (76). Ülkemizde Sivas' ta yapılan bir çalışmada 1996-2000 yıllarında ölü muayenesi ve otopsi yapılan tüm olgular içinde elektrik çarpmalarının oranı % 1,9 olarak tespit edilmiştir (77). Aydın' da 2000-2003 yılları arasında yapılan bir başka çalışmada ise bu oran % 2,3 olarak bildirilmiştir (78). Bursa' da yapılan bir araştırmada ise vücuttan elektrik akımı geçmesine bağlı ölümlerin oranı, otopsi yapılan olgular içinde % 1,49 olarak belirtilmiştir (60). Ankara da 2002-2006 yılları arasında yapılan bir çalışmada ise bu oran 0,86 olarak bulunmuştur (79). Bölgemizde 1996-2002 yılları arasında yapılmış bir çalışmada elektrik akımına bağlı ölümler tüm adli ölümler içerisinde %3,3 olarak tespit edilmiştir (80). Çalışmamızda da bölgemizdeki bu çalışmaya benzer olarak 2007-2014 yılları arasında yapılan toplam 6341 adet adli nitelikli ölümün 239 (%3,77)' unu elektrik akımı ile meydana gelen ölümler oluşturuyordu. Çalışmamızda tespit edilen % 3,77 oranının diğer illerdeki vücuttan elektrik akımı geçmesi sonucu ölüm olgularına göre daha yüksek olmasının sebebi olarak; Diyarbakır ve bölgesinde eğitim oranının düşüklüğü, bölgemizde banyolarda sıklıkla kullanılan tehlikeli elektrikli su ısıtıcıları ve sağlıklı bir elektrik tesisatının bulunmuyor olması gibi faktörlerin etkili olabileceği düşünölmüştür. Bu veriler dikkate alındığında,

elektrik çarpmasına bağlı ölümlerin Adli Tıp uygulamalarında pek de az yer tutmadığı görülmektedir.

Elektrik kazaları genellikle kişiyle ilgili faktörlere (dikkatsizlik, tedbirsizlik, umursamazlık, bilgisizlik, acelecilik, alkol alımı, genel vücut rahatsızlığı) veya elektrikli aletin kusurlu olmasına (izolasyonunun yetersiz olması, koruyucu topraklamanın eksikliği, yanlış topraklama, kısa devre, ışıklandırmanın yetersiz oluşu ve bozuk aletler) bağlı olarak oluşmaktadır (4,60,81). Elektrik akımına bağlı ölümlerin neredeyse tamamı kaza orijinlidir (4,49,60,77,79,80,82,83). İntihar ve cinayet olguları nadir olarak bildirilmiştir (4,18,49,50,55,76,79). Çalışmamızda yıldırım çarpmaları hariç ölümlerin tümü kaza orijinlidir. İntihar ve cinayete ise rastlanmamıştır.

Yurtiçi ve yurtdışında yapılan çalışmalarda elektrik akımına bağlı ölümlerin çoğunlukla erkek cinsiyetinde olduğu tespit edilmiştir (4,49,75-77,82). Tahran' da yapılan bir araştırma' da vakaların % 94,6' sının erkek ve yaş ortalamasının 28,9 olduğu bulunmuştur (76). Sivas' ta yapılan bir çalışmada olguların % 73,3' ünün erkek ve yaş ortalamasının 24,9 olduğu bildirilmiştir (77). Bursa' daki bir çalışmada olguların % 93,7' sinin erkek ve yaş ortalamasının 32,5 olduğu tespit edilmiştir (60). Ankara' da yapılan bir çalışmada ise olguların % 93,3' ü erkek ve yaş ortalamasının ise 28,7 olduğu bildirilmiştir (79). Diyarbakır bölgesinde 1996-2002 yılları arasında yapılmış bir çalışmada ise olguların %69,9 ü erkek olup yaş ortalaması 20,7 olarak bulunmuştur (80). Bizim çalışmamızda da bölgemizdeki çalışmaya benzer olarak 239 vakanın 147 (%61,5)' si Erkek ve 92 (%38,5)' si Kadın idi. Erkeklerin yaş ortalaması 23,4 yıl, kadınların ki ise 22,7 yıl idi. Bu da bize elektrik akımı çarpmasına bağlı ölümlerde genç erkek ağırlığı olduğunu göstermektedir. Çalışmamızda erkek oranının diğer çalışmalara göre daha düşük çıkmasının sebebi olarak bölgemizdeki kadınların eğitim düzeyinin düşük olması, kadınların büyük çoğunluğunun ev hanımı olması ve bölgemizde evlerde sıklıkla kullanılan elektrikli su ısıtıcılarının sebep olduğu kazalar gibi nedenlerin etkili olabileceği düşünülmüştür.

Çalışmamızda 0-10 yaş grubunda ve 51 yaş üzerinde kadınlarda daha fazla elektrik çarpmasına bağlı ölüm daha çok görülmüşken diğer yaş gruplarında erkeklerde daha fazla görülmüştür. Erkeklerin genç ve orta yaş grubunda dış

mekânlarda çalıřma hayatı dolayısıyla daha çok zaman geçirmesi bunun sebebi olarak dūřunūlmūřtur.

Elektrik çarpmasına baėlı lūmler çocukluk aėı adli lūm olguları içerisinde önemli bir yer tutmaktadır. Çocukların motor ve mental geliřmeleri tehlikeleri kavramaya ve algılamaya yetmemesi nedeniyle kazalara uėrama riskleri artmaktadır. ocuk lūmlerinin incelendiėi çalıřmalarda; Adana' da 18 yař altı ocuk lūmleri arasında elektrik çarpmasına baėlı lūmlerin oranının % 0,8 olduėu bulunmuřtur (85). İstanbul' da yapılan bir çalıřmada on sekiz yař altı 1591 çocuktan 20' sinin (% 1.25) elektrik çarpması sonucu ldūėu tespit edilmiřtir (86). Samsun' da elektrik-yıldırım çarpması sonucu oluřan ocuk lūmlerinin oranının % 1,1 olarak saptanmıřtır (87). Ankara' da yapılan bir çalıřmada 0-18 yař grubunda grūlen elektrik çarpmasına baėlı lūmlerin, tūm elektrik çarpmasına baėlı lūmler içerisinde % 30,8' lik bir orana sahip olduėu tespit bildirilmiřtir (79). Bu oranın Sivas' ta yapılan çalıřmada 20 yař altı olgular arasında % 46,7 olduėu bulunmuřtur (77). Bursa' da yapılan çalıřmada ise 5-19 yař grubu olgular arasında % 17,5 olarak saptanmıřtır (60). Diyarbakır' da 1996-2002 yılları arasında yapılmıř çalıřmada ise elektrik çarpmasına baėlı geliřen en sık lūm 0-10 yař grubunda olup tūm yař grupları içerisindeki oranı %31,7 olarak bulunmuřtur (80). Bizim alıřmamızda da buna benzer olarak en sık lūm 67 (%28) vaka ile 0-10 yař grubunda grūlmūřtur. İlk 18 yař içerisinde ise 114 (%47,7) elektrik akımına baėlı lūm olgusunun meydana geldiėi tespit edilmiřtir. İlk 18 yař içerisinde elektrik akımına baėlı meydana gelen lūm olgularında en sık lūm nedeni 33 (%28,9) vaka ile bölgemizde banyolarda sıkça kullanılan elektrikli su ısıtıcısı olduėu grūlmūřtur. Yapılan çalıřmalarda lūmlerin genellikle kaza sonucu meydana geldiėinin belirlenmiř olması; kūuk yařtaki çocuklar açısından korunma önlemleri üzerinde daha fazla durulması gereėini dūřündürmektedir. Ayrıca bölgemizde aile bařına dūřen ocuk sayısının fazlalıėı, çocukların korunmasında yetersizlik ve banyoda çocukların elektrikli su ısıtıcısı ile temasının engellenememesi bu oranın yūkssek çıkmasının nedeni olarak dūřunūlmūřtur.

Yapılan çalıřmalarda elektrik kazalarının havaların sıcak olduėu yaz aylarında daha fazla grūldūėu belirtilmiřtir (60,76,77,79,83). Avustralya' da yapılan bir çalıřmada vakaların %62,7 sinin yaz aylarında grūldūėu bildirilmiřtir (83).

Tahran' da yapılan bir araştırmada elektrik akımına bağlı ölümlerin %40,3' ünün yaz aylarında oluştuğu bildirilmiştir (76). Anakara' da yapılan bir çalışmada elektrik akımına bağlı ölümlerin %53,85' inin yaz aylarında grldğu tespit edilmiştir (79). Blėemizde yapılan bir çalışmada ise bu oran %38,2 olarak bulunmuştur (80). Çalışmamızda da buna benzer olarak elektrik akımına bağlı ölümler %35,6 'lık oranla en sık yaz mevsiminde (n=85) iken en az 23 (%9,6) vaka ile kış mevsiminde olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeni ise inşaat sektörünün canlılık kazanması ile birlikte vücudun terlemesi sonucu deri direncinin azalmasına bağlanmıştır (60,76,77,80,83). Ayrıca blėemizde kışın suların daha çok soba üzerinde ısıtılırken havaların ısındığı yaz aylarında elektrikli su ısıtıcılarının daha çok kullanılması olarak dşnlmştr. Buna zm olarak yenilebilir bir enerji olan güneş enerjisi sistemlerinin desteklenmesi gerektiği, bunun hem ekonomik olarak hem de daha güvenli bir ısıtma metodu olarak yaygınlaştırılması gerektiğini düşünüyoruz.

Bizim alışmamızda elektrik akımına bağlı ölüm olayının 76 (%46,6) vaka ile en sık evde meydana geldiği görüldü. Blėemizde daha önce yapılmış çalışmada da bu orana benzer olarak %45,5 olarak tespit edilmiştir (80). Karger ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada ise bu oranın %27 olduğu bildirilmiştir (49).

Alternatif akımlar evlerde ve sanayide kullanılan şebeke akımlarıdır ve doğru akımlardan daha tehlikelidir (4,8). Elektrik akımı yaralanmaları erkeklerde iş kazası niteliğinde daha sık görülürken, kadınlarda ise ev kazaları daha ön plandadır (60). Benzer olarak bizim çalışmamızda da işyerinde elektrik akımına bağlı 48 ölüm olgusunun tümünün erkek olduğu görüldü. Çalışmamızda elektrik akımına bağlı ölüm olguları kadınlarda evde daha sık görülürken, iş yerinde ve dış mekanlarda erkeklerde daha sık olduğu istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Toplumuzda bayanların daha çok ev hanımı olarak çalışması ve erkeklerin ise iş hayatında daha çok yer alması bunun sebebi olarak dşnlmştr.

Elektriğin temas ettiği blėede oluşan giriş izi olarak nitelendirilen lezyon oldukça tipiktir. Byklğu değişik olmakla birlikte yuvarlak, oval ve uzunlamasına bir krater şeklinde, ortası çökük olan ve çevresinden kabarık bir deri kıvrımıdır (4,60,81). Diyarbakır da yapılan bir araştırmada giriş yarasının en sık % 75,6 olarak tek başına grldğu bulunmuştur (80). Bizim alışmamızda da lezyonların 155 (%64,9) ile en sık tek başına giriş yarasının grldğu tespit edilmiştir.

Elektrik giriş ve çıkış yaraları her zaman kolayca saptanmayabilir (4,60,81). Saçlı deride, avuçlarda deri kıvrımları ve parmak aralarında, ağız ve dudakların iç yüzünde, özellikle çocuklarda dil üzerinde elektrik giriş ve çıkış yaralarının belirlenmesi zordur. Bu nedenle bütün vücut bölgelerinin dikkatli izlenmesi gerekmektedir (4,60,77,88). Ayrıca olay yerinde suyun bulunduğu banyo vb. yerlerde deri direncinin düşmesine bağlı olarak daha da zor tespit edildiği bildirilmektedir (4,76,79). Bursa’ da yapılan bir çalışmada olguların %31,7’ sinde akım giriş izleri belirlenememiştir (60). Ankara’ da yapılan çalışmada ise elektrik akımının giriş ve çıkış lezyonlarının olguların % 35,9’ ında spesifik olarak tanımlanamadığı görülmüştür (79). Diyarbakır bölgesinde yapılan bir araştırmada ise bu oran %11,4 olarak bulunmuştur (80). Bizim çalışmamızda da 239 olgunun 34 (%14,2)’ sinde akımının giriş ve çıkış lezyonları yeri belirlenememiştir.

Elektrik akımına bağlı giriş-çıkış lezyonları genellikle bir ya da birkaç adet olarak üst ekstremitte başta olmak üzere ekstremitelerde daha sık görülür (76,79,80,89). Tahran’ da yapılan bir araştırma’ da lezyonların %66,3 ile en sık üst ekstremitte de görüldüğü tespit edilmiştir (76). Diyarbakır da yapılan bir çalışmada ise lezyonların %48 ile en sık üst ekstremitte de görüldüğü tespit edilmiştir (80). Bizim çalışmamızda da elektrik akımı lezyonları 112 (%46,9) vaka ile en sık üst ekstremitelerde görülmüştür.

Çalışmamızdaki olguların 178 (%74,5)’ i olay yerinde vefat ederken, 61 (%25,5) olgu ise kaldırıldığı hastanede vefat etmiştir. Hastanede vefat eden 61 olgudan 15 (%6,3)’ i tedavi sırasında aynı gün, 17 (%7,1)’ si tedavi sırasında 2.-5. günler arasında, geri kalan 29 (%12,1) kişinin ise hastaneye yatışının 6. ve 200. günleri arasında hayatını kaybettiği saptanmıştır. Diyarbakır’ da daha önce yapılan bir çalışmada da olguların %82,1 hastaneye ulaşana kadar vefat ettiği tespit edilmiştir (80). Elektrik akımına bağlı kardiyak arrest geçiren olgular eksternal kardiyak masajla çok iyi cevap verirler. Bu nedenle elektrik akımına bağlı yaralanmalarda resüsitasyona ısrarla devam edilmesi ile kalbin fonksiyonlarının normale dönmesi sağlanabilmektedir (4,60).

Elektrik yaralanmalarında ölüm genellikle solunum dolaşım durması nedeniyle oluşurken, cesedin yüksekten düşmesi ya da bulunduğu yerden fırlatılması

neticesinde genel beden travmasına bağlı olarak veya vücutta oluşan yanık alanları sebebiyle ya da gelişen bazı komplikasyonlar sonucunda ölüm görülebilmektedir (60). Elektriksel travmanın mekanik travma ile birlikte bulunduğu bu durumlarda ani olarak meydana gelen ölümün sebebini saptamak zor olup bazen ayrımı yapılamamaktadır (60). Çalışmamızda da elektrik akımına kapılan 239 olgunun 182 (%76,2)' sinin solunum ve dolaşım durması, 27 (%11,3)' sinin genel beden travması, 15 (%6,3)' inin yanık ve komplikasyonları, 5 (%2,1)' inin genel beden travması + yanık ve komplikasyonlarının ortak etkisi ve 1 (%0,4)' nin suda boğulma sonucu hayatını kaybettiği tespit edildi. 9 (%3,8) vaka ise elektrik akımı lezyonları görülmekle beraber sonuç tam olarak belirlenemediğinden bu olgular İstanbul Adli Tıp Kurumu 1. İhtisas Kurulu' na gönderilmiştir. Bursa' da yapılan bir çalışmada ölümlerin, %85,7' sinde solunum-dolaşım durması, %12,7' sinde genel beden travması, birinde (%1,6) suda boğulma sonucu meydana geldiği saptandığı (60), Gaziantep' te yapılan çalışmada olguların %83,7' sinde solunum dolaşım durması ve %16,3' ünde genel beden travması (90), Sivas' ta yapılan çalışmada ise olguların %80' inde ölün nedeninin solunum-dolaşım durması sonucu olduğu bildirilmiştir (77).

Yıldırım çarpmasına bağlı ölümler çoğunlukla kitlesel ölümlere sebep olmadığından insanlar tarafından göz ardı edilmektedir. Dünyada saniyede yaklaşık 100 yıldırım olayı meydana gelmektedir (91). Dünyada her yıl yaklaşık 1000 kişinin yıldırım çarpması sebebiyle öldüğü düşünölmektedir (92,93). Amerikan Hastalıkları Önleme ve Kontrol Merkezi (CDC) verilerine göre 1980-1995 yılları arasında ABD' de yıldırım çarpmasına bağlı 1318 kişi öldüğü belirtilmiştir (92,94). Ülkemizde Eskişehir' de yapılan bir çalışmada 15 yıllık dönemde tüm adli nitelikli ölümlerin % 0,3' ünün yıldırım çarpmasına bağlı olduğu belirlenmiştir (92). Diyarbakır' da 1996-1998 yılları arasındaki 1441 adli nitelikli ölümün 10' unun (%0,7) ölüm nedeninin yıldırım çarpması olduğu bildirilmiştir (95). Bizim çalışmamızda da yapılan çalışmalara benzer olarak 6341 adet adli nitelikli ölümün 16 (%0,25)' sının yıldırım çarpmasına bağlı ölüm olduğu tespit edilmiştir.

Yıldırım çarpmaları sanılanın aksine kış aylarında değil de büyük çoğunlukla yaz aylarında, öğlen saatlerinde ve açık hava faaliyetleri sırasında görölmektedir (4,65,66,91,92,96). Literatüre uygun olarak bizim çalışmamızda da vakaların % 62,5'

i yaz aylarında görüldüğü tespit edilmiştir. Bundan dolayı özellikle yaz aylarında fırtınalı ve yıldırımın çok görüldüğü havalarda açık arazilerde çok dolaşılmamalıdır.

Yıldırım çarpmalarına bağlı ölümler genellikle açık havada çalışan veya aktivitede bulunanları etkiler (92,96). Çalışmamızda da olguların tümü açık havada çobanlık, çiftçilik ve piknik gibi aktiviteler sırasında gerçekleşmiştir.

Elektriğe bağlı ölümlerde ayrıntılı inceleme yapılmadan ölüm nedeninin elektriğe bağlı olduğunu belirlemek kolay değildir. Ayrıca su içinde ve daha geniş bir vücut yüzeyinin elektrik akımına maruz kaldığı olgularda, mikroskopik bulgular saptanamayacağına altı çizilmektedir (4,60). Özellikle iş hukuku ve ceza davalarında önem taşıyan bu olgularda ölüm nedeni ve orijininin belirlenmesi için ayrıntılı olay yeri incelemesi ve otopsi ile birlikte histopatolojik incelemenin dikkatli ve özenli yapılması gerekmektedir (4,77,81). Genellikle iş kazası niteliğinde olan elektrikle yaralanma ve ölüm olgularında ileride hukuki sorunlar olmaması açısından mutlaka kan alkol düzeyine bakılmalıdır (4,60,79). Olgularımızın birçoğunda kan alkol düzeyi bakılmış olduğu ancak Toksikoloji laboratuvarının ilimizde 2010 yılı sonunda kurulması nedeniyle toksikolojik analizlerde eksiklikler saptanmıştır.

Elektrik akımına bağlı olduğu düşünülen ölüm olgularında, otopside izlenen iç organ bulguları spesifik olmayıp; makroskopik incelemede şüpheli olarak tanımlanan deri lezyonlarından örnek alınması ve mikroskopik inceleme yapılması temel kuraldır (4). Mikroskopik incelemede epidermiste koagülasyon nekrozu, epidermal hücre çekirdeklerinde uzama, piknoz, paralel demetler halinde dizilme ve dermal homojenizasyon gibi morfolojik değişikliklerin elektrik akımına bağlı olduğu düşünülmektedir (41). Elektrik akımı giriş lezyonlarının makroskopik ve mikroskopik bulgularının olmadığı olgularda, giriş lezyonu olabilecek bölgelerden karbon stub ile materyaller alınarak, elektrik akımının geçişi sırasında iletkenin cilt üzerinde bıraktığı partiküllerin taramalı elektron mikroskopisi (SEM-EDS) ile tespit edildiği bildirilmektedir (97). Çalışmamızda da bazı olgularda spesifik ve nonspesifik lezyonlardan örnek alınarak histopatolojik inceleme yapılmak üzere başka illere gönderilmiştir. Ancak ilimizde histopatolojik inceleme yapma imkanı olmaması sebebiyle birçok vaka da histopatolojik örnek alınmadığı veya alınan örneklerde nakil sırasında bozulmaların yaşanması bir eksiklik olarak tespit

edilmiştir. Bu nedenle ilimizde yapılan otopsilerde ölüm nedeninin kesin tespiti için histopatolojik incelemelerin yapılabileceği bir ortamın hazırlanmasına yönelik gerekli çalışmaların yapılması gerekmektedir.



6. SONUÇLAR

Elektrik akımına bağlı ölümlerde otopsi kararı mutlaka alınmalıdır. Ev ve iş yerlerinde meydana gelen ani ve şüpheli ölümlerde otopsiyi yapacak olan hekime cesedin bulunuş şekli ve bulunduğu yerdeki elektrik donanımının teknik özellikleri hakkında ayrıntılı bir bilgi verilmelidir. Olay yeri incelemesi ve ölü muayenesi sırasında daha dikkatli olunması gereklidir. Çünkü bazen zor seçilebilen elektrik akımı giriş ve çıkış lezyonlarının araştırılması için dikkatli bir muayene zorunludur. Özellikle giriş çıkış lezyonu saptanamayan olgularda olay yerinde elektrik akımı kaynağı olabilecek aletlerin incelenerek olay yeri inceleme tutanağına kaydedilmelidir. Tüm olgularda dikkatli ve ayrıntılı otopsi yapılarak, şüpheli görülen her lezyondan örnek alınmalıdır. Elektrik lezyonu görülen kişinin mutlak suretle elektrik akımına maruz kalarak öldüğü şeklindeki bir ön yargıdan kaçınılmalıdır. Ön yargısız bir tavır Adli Tıp uzmanlarının elektrik akımına bağlı ölümlerde tanı koymasını kolaylaştıracağı gibi özellikle iş kazası nedeniyle meydana gelen ölümlerde hak kaybının da önüne geçecektir. Ayrıca elektriğe bağlı kazaların önlenmesi için alt yapı sorunlarının çözümlenmesi, ciddi denetim ve iyi bir kalite standardının elde edilmesi, eğitimle birlikte güvenlik önlemlerinin alınması ve uygulanması gerekmektedir.

7. KAYNAKLAR

- 1- Kurtuluş A. Sıçanlarda elektrik akımına bağlı hipokampal hasarın stereolojik yöntemlerle değerlendirilmesi. Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi, Adli Tıp Uzmanlık Tezi, Denizli 2005.
- 2- Mason FS. Bilimler Tarihi. Başbakanlık Basımevi, Ankara, 2001.
- 3- Barkana A, Oktay A, Orhun Ö, Gülmezoğlu MB. Elektrik ve Magnetizma. ETEM A.Ş. Web- Ofset Tesisleri, Eskişehir, 1991.
- 4- Aksoy ME. Elektrik akımlarının meydana getirdiği yaralanmalar. İstanbul, 2004.
- 5- Kerimov R. Yüksek gerilim elektrik yanıklarında fleplerin kullanım alanları. Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi, Plastik, Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi Uzmanlık Tezi, Adana 2010.
- 6- Asil H. Vücuttan elektrik akımı geçirilen ratlarda serum kalp tipi yağ asidi bağlayıcı protein ve troponin I düzeyleri ile kalp histopatolojisinin tanısal değerinin araştırılması. Erciyes Üniversitesi, Adli Tıp Uzmanlık Tezi, Kayseri 2011.
- 7- Knight B. The coroner's autopsy. A guide to non-criminal autopsies for the general Pathologist. First Edition, Churchill Livingstone. New York, 1983.
- 8- Knight B, Saukko PJ. Knight's forensic pathology (3rd ed). Arnold, London 2004.
- 9- Koumbourlis AC. Electrical injuries. Crit Care Med 2002;30(11Suppl):424-30.
- 10- Price TG, Cooper MA. Electrical and lightning injuries. In: Marx JA, Hockberger RS, Walls RM, et al (eds). Rosen's emergency medicine: Concepts and clinical practice (7th ed). pp. 1893-1902, Mosby, China 2010.
- 11- Shkrum MJ, Ramsay DA. Forensic pathology of trauma: common problems for the Pathologist. Humana Press, Totowa New Jersey 2007.
- 12- Dzhokic G, Jovchevska J, Dika A. Electrical Injuries: Etiology, pathophysiology and mechanism of injury. Maced J Med Sci 2008;1(2):54-8.

- 13- Marc B. Electric shocks and electrocution, clinical effects and pathology. Encyclopedia of Forensic and Legal Medicine. pp. 259-63, Elsevier Academic Press, Boston 2005.
- 14- Wright RK, Ganther GE. Electrical injuries and lightning; in Froede R. Eds. Handbook of Forensic Pathology. pp. 150-157, College of American Pathologist U.S.A., 1990.
- 15- Wick R, Byard RW. Electrocution and the autopsy. In Tsokos M. (ed), Forensic pathology reviews (vol 5). pp. 53-66, Humana Press, USA 2008.
- 16- Dega S, Gnaneswar SG, Rao PR, Ramani P, Krishna DM. Electrical burn injuries. Some unusual clinic and management. Burns 2007;33(5):653-65.
- 17- Cameron JM. Heat, cold and electricity. In camps FE. Eds. Gradwohl's Legal Medicine. Third Ed. pp. :361-366, John Wright and Sons Ltd. Bristol, 1976.
- 18- Al-Alousi LM. Homicide by electrocution. Med.Sci.Law 1990;30(3):239-246.
- 19- Polson JP, Gee DJ. The essentials of forensic medicine. Third Ed. pp. 284-330, Pergamon Press, New York, 1973.
- 20- Dawson TW, Caputa K, Stuchly MA, Kavet R. Electric fields in the human body resulting from 60-Hz contact currents. IEEE Trans Biomed Eng 2001;48(9):1020-6.
- 21- Tarao H, Hayashi N, Isaka K. Heart current in an anatomically realistic human model due to contact with a low-frequency energized source. IEEJ Trans 2009;4:306-8.
- 22- Jain S, Bandi V. Electrical and lightning injuries. Crit Care Clin 1999;15:319-31.
- 23- Ikeda N, Harada A, Suzuki T. Homocidal manuel strangulation and multiple stud-gun injuries. The Ame J Foren Med Pathol 1992; 13(4):320-323.
- 24- Plueckhahn VD, Cordner SM. Ethics, legal medicine and forensic pathology. Second Edition. pp. 279-281, Melbourne University Press, 1991.
- 25- DiMaio VJ, DiMaio D. Forensic pathology (2nd ed). CRC Press, New York, 2001.
- 26- Lifschultz BD, Donoghue ER. Deaths caused by lightning. Journal of Forensic Sciences, 1993;38(2):353-358.

- 27- Chandrasiri N. Electrocution by dielectric breakdown (Arching) from overhead high tension cables. *Med.Sci.Law* 1988;28(3):327-240.
- 28- Cherington M. Neurologic manifestations of lightning strikes. *Neurology* 2003;60:182-5.
- 29- Oehmichen M, Auer RN, König HG. Forensic neuropathology and neurology. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 2006.
- 30- Spies C, Trohman RG. Narrative review: Electrocution and life-threatening electrical injuries. *Ann Intern Med* 2006;145:531-7.
- 31- Martinez JA, Nguyen T. Electrical injuries. *South. Med. J.* 2000;93:1165-8.
- 32- Masanes MJ, Gorbieri E, Prudent J. A high voltage electrical burn of lung parenchyma. *Burns* 2000;26:659-63.
- 33- Solterman B, Frutiger A, Kuhn M. Lightning injury with lung bleeding in a tracheotomized patient, *Chest* 1991;99:240-2.
- 34- Soysal Z, Çakalır C. Adli Tıp. İstanbul Üniversitesi Basımevi, İstanbul, 1999.
- 35- Rangaraj R, Moorthy N, Patil SS, Manjunath CN. Brugada-type electrocardiographic pattern induced by electrocution. *Indian Pacing Electrophysiol J* 2009;9(1):56-9.
- 36- Ku CS, Lin SL, Hsu TL, Wang SP, Chang MS. Myocardial damage associated with electrical injury. *Am Heart J* 1989;118:621-4.
- 37- Koshima I, Moriguchi T, Soeda S, Murashita T. High-voltage electrical injury: electron microscopic findings of injured vessel, nerve, and muscle. *Ann Plast Surg* 1991;26:587-91.
- 38- Rouse RG, Dimick AR. The treatment of electrical injury compared to burn injury: a review of pathophysiology and comparison of patient management protocols. *J Trauma* 1978;18:43-7.
- 39- Newsome TW, Curreri PW, Eurenus K. Visceral injuries: An unusual complication of an electrical burn. *Arch Surg* 1972;105:494-7.
- 40- Cooper PN. Burn injury. In: Ruty Gn (ed.) *Essentials of autopsy practise: Current methods and modern trends.* pp.215-32, Springer-Verlag, London, 2006.

- 41- Akyıldız AÜ. Elektrik akımı lezyonlarında histopatolojik bulgular. Türkiye Klinikleri J Foren Med 2007;4:68-73.
- 42- Oehmichen M, Cropelin A. Temporal course of intravital and postmortem proliferation of epidermal cells after mechanical injury. An immunohistochemical study using bromodeoxyuridine in rats. Int J Legal Med 1995;107:257-62.
- 43- Üzün İ, Akyıldız B, İnancı MA. Histopathological differentiation of skin lesions caused by electrocution, flame burns and abrasion. Forensic Sci Int 2008;178:157-61.
- 44- Leibovici D, Shemer J, Shapira SC. Electrical injuries: current concepts. Injury 1995;26:623-27.
- 45- Goodson ME. Electrically induced deaths involving water immersion. Am J Forensic Med Pathol 1993;14(4):330-33.
- 46- Silver MD. Cardiovascular Pathology (2nd ed). Churchill Livingstone, New York, 1996.
- 47- Özdemir Ç, Demirel B, Akar T, Odabaşı AB, Dinç AH. Elektrik akımı ile intihar: olgu sunumu. Gazi Tıp Dergisi 2007;18(2):89-91.
- 48- Şam B, Özdemir Ç, Çetin G, Üzün İ, Süner Ç. İstanbul'da 1990-2002 yılları arasında gerçekleşen elektrik akımıyla intihar olgularının değerlendirilmesi. 3. Anadolu Adli Bilimler Kongresi, poster sunumu, Eskişehir, 2004.
- 49- Karger B, Süggeler O, Brinkmann B. Electrocution: autopsy study with emphasis on "electrical petechiae". Forensic Sci Int 2002;126:210-3.
- 50- Marc B, Baudry F, Douceron H, Ghaith A, Wepierre JL, Garnier M. Suicide by electrocution with low-voltage current. J Forensic Sci. 2000;45(1):216-22.
- 51- Wright RK, Davis JH. The investigation of electrical deaths: a report of 220 fatalities J. Forensic Sci. 1980;25(3):514-21.
- 52- Risse M, Weiler G, Kaiser H. Rare suicidal death by electrocution using a timer and vital reaction. Arch Kriminol. 1996;197(5-6):149-54.
- 53- Anders S, Matschke J, Tsokos M. Internal current mark in a case of suicide by electrocution. Am J Forensic Med Pathol. 2001;22(4):370-3.
- 54- Şam B. Adli Tıp Atlası. pp. 141-51, Adli Tıp Kurumu Yayınları-7, İstanbul, 2003.

- 55- Fedakar R, Türkmen N, Eren B, Akan O, Saka E. Elektrik akımı ile intihar: olgu sunumu. Adli Tıp Bülteni 2004;9(3):87-90.
- 56- Bligh-Glover WZ, Miller FP, Balraj EK. Two cases of suicidal electrocution. Am J Forensic Med. Pathol. 2004;25(3):255-8.
- 57- Bailey B, Forget S, Gaudreault P. Prevalence of potential risk factors in victims of electrocution. Forensic Science Int. 2001;123(1):58-62.
- 58- Yamazaki M, Terada M, Ogura Y, Wakusugi C, Mitsukuni Y. A suicidal case of electrocution with hypnotic drug poisoning: an autopsy report. Nippon Hoigaku Zasshi 1997;51(2):95-101.
- 59- Anders S, Gehl A, Tsokos M. Suicidal electrocution using timers. Case reports and review of the literature. Arc Kriminol 2001;208(3-4):80-7.
- 60- Türkmen N, Eren B, Fedakar R, Durak D. Bursa ilinde elektrik akımı ile yaralanma sonucu ölümler. Ulus Travma Acil Cerrahi Dergisi 2008;14(1):65-9.
- 61- Klintschar M, Grabuschnigg P, Beham A. Death from electrocution during autoerotic practice: case report and review of the literature. Am J Forensic Med Pathol. 1998;19(2):190-3.
- 62- International Electrotechnical Commission. Specification for gloves and mitts of insulating material for live working. First Ed. Geneve, 1988.
- 63- Krompecher T, Bergerioux C. Experimental evaluation of rigor mortis. VII. Effect of ante and post mortem electrocution on the evolution of rigor mortis. For Sci Int. 1988;38:27-35.
- 64- Watson AA. Forensic medicine a handbook for professionals. pp. 220-225, Albershot England, 1989.
- 65- Ghezzi KT. Lightning injuries. A unique treatment challenge. Postgraduate Medicine 1989;85(8):197-204.
- 66- Wetli CV. Keraunopathology. The American Journal of Forensic Medicine and Pathology. 1996; 17(2):89-98.
- 67- Cotran RC, Kumar V, Robbins SL. Robbins pathologic basis of disease.4th Ed. pp. 503-4, W.B. Saunders Company, 1989.
- 68- Resnik BI, Wetli CV. Lichtenberg figures. The Ame J For Med Pathol 1996;17(2):99-102.

- 69-** David B Flannery, Henry Wiles: Follow-up of a survivor of intrauterine lightning exposure. The Mosby Co. 1982; 142(2):238-239.
- 70-** Johnstone BR, Harding DL, Hocking B. Telephone-related lightning injury. Med J Aust 1986;144:706-709.
- 71-** Clore ER, House MA. Prevention and treatment of lightning injury Nurse Practitioner 1987; 12(12):37-45.
- 72-** Eriksson A. Death by lightning. The American Journal of Forensic Medicine and Pathology 1988;9(4):295-300.
- 73-** Andrews CJ. Reply letter to editör. The Medical Journal of Australia 1993;158:435.
- 74-** Fontanarosa PB. Electrical shock and lightning strikes. Ann. Emerg. Med. 1993;22: 378-387.
- 75-** Ragui S, Meera T, Singh KP, Devi PM, Devi AS. A study of electrocution deaths in Manipur. J Med Soc 2013;27:124-6.
- 76-** Sheikhzadi A, Kiani M, 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.
- 77-** Beyaztaş FY, Demirkan Ö, Çolak S. Sivas ilinde 1996-2000 yılları arasında elektrik akımına bağlı olarak ölen ve yaralanan olguların irdelenmesi. Adli Tıp Dergisi 2001;15(4):1-6.
- 78-** Erel Ö, Katkıcı U, Pınarbaşı RD Özkök MS, Dirlik M. Aydın' da 2000-2003 yılları arasında yapılan adli ölü muayene ve otopsilerin değerlendirilmesi. Türkiye Klinikleri Adli Tıp Dergisi 2005;2:44-47.
- 79-** Cantürk N, Alkan HA, Cantürk G. Ankara' da 2002-2006 yılları arasında otopsi yapılmış elektrik akımına bağlı ölüm olgularının değerlendirilmesi. Adli Tıp Dergisi 2008;22(2):1-7.
- 80-** Tirasci Y, Goren S, Subasi M, et al. Electrocution-related mortality: a review of 123 deaths in Diyarbakir, Turkey Between 1996 and 2002. Tohoku J Exp Med. 2006;208:141-145.
- 81-** Soysal Z, Eke SM, Çağdır AS. Adli otopsilerde yaralanmadan sonraki yaşama süresinin belirlenmesi. Adli Otopsi Cilt III. İstanbul. pp. 1354, İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Yayınları, 1999.

- 82-** Yılmaz A, İnanıcı MA, Aksoy ME, Azmak D, Yalçın Ö. Yüksek voltaj elektrik yaralanmaları. *Göztepe Tıp Derg.* 1995;10:224-8.
- 83-** Fatovich DM. Electrocution in western Australia, 1976–1990. *Med J Aust.* 1992;157:762–764.
- 84-** Fedakar R, Türkmen N, Eren B, Akan O, Saka E. Elektrik akımı ile intihar: Olgu sunumu *Adli Tıp Bülteni* 2004;9:87-90.
- 85-** Akçan R, Hilal A, Gülmen MK, Cekin N. Childhood deaths due to electrocution in Adana, Turkey. *Acta Paediatr.* 2007; 96(3):443-5.
- 86-** Aşirdizer M, Yavuz MS, Albek E, Cantürk G. Infant and adolescent deaths in Istanbul due to home accidents. *Turk J Pediatr.* 2005;47(2):141-9.
- 87-** Aydın B, Karaarslan B. Samsun’ da çocukluk çağı adli ölüm olgularının incelenmesi (1998-2003). *Adli Bilimler Dergisi* 2005;4(2):25-32.
- 88-** Soysal Z, Eke SM, Çağdır AS. Postmortem görünümler. *Adli otopsi cilt II.* İstanbul. pp. 823-7. İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Yayınları, 1999.
- 89-** Rautji R, Rudra A, Behera C, et al. Electrocution in South Delhi: a retrospective study. *Med Sci Law.* 2003;43:350-2.
- 90-** Erkol Z. Elektrik akımı yaralanmalarına bağlı ölümler. *Gaziantep Üniversitesi Tıp Fak Derg* 1995;6:87-96.
- 91-** Whitcomb D, Martinez JA, Daberkow D. Lightning injuries. *South Med J* 2002;95(11):1331-4.
- 92-** Akkaya H, Karbeyaz K, Kokcuoglu MA, Urazel B. Lightning associated deaths during 1997-2011 in Eskisehir. *J For Med* 2013;27(2):94-9.
- 93-** Okafor UV. Lightning injuries and acute renal failure: a review. *Ren Fail* 2005;27(2):129-34.
- 94-** Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Lightning-associated deaths-United States, 1980-1995. *MMWR* 1998;47(9):391-4.
- 95-** Tıraşçı Y, Gören S. Diyarbakır’ da 1996-98 yılları arasında saptanan medikolegal ölümlerin tanımlanması. *Dicle Tıp Dergisi* 2005;32(1):1-5.
- 96-** Nguyen B, MacKay M, Bailey B, Klassen T. Epidemiology of electrical and lightning related deaths and injuries among Canadian children and youth. *Inj Prev* 2004;10(2):122–4.

97- Özaslan A, Çakır İ, Özaslan İ, Koç S, Cengiz S. Elektrik giriş lezyonlarının taramalı elektron mikroskopisi (SEM-EDS) ile tespiti (olgu sunumu). Adli Tıp Dergisi 2002;16(2-4):24-27.



8. ETİK KURUL KARARI

**DİCLE ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK
ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
DİCLE UNIVERSITY MEDICAL FACULTY ETHICS COMMITTEE FOR
NONINTERVENTIONAL STUDIES**

413

KARAR

Yrd. Doç. Dr. Cem UYSAL, Arş. Gör. Dr. Mustafa KORKMAZ araştırmacılar tarafından planlanan "Diyarbakır" da 2007-2014 yılları arasında otopsi yapılmış elektrik akımına bağlı ölüm olgularının değerlendirilmesi" başlıklı araştırmaya *Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurul'u* tarafından toplantıda hazır bulunan üyeler tarafından oy birliği ile onay verilmiştir.

Klinik araştırma tamamlandı yayın aşamasına geldiğinde, yayına sunulan bildiri veya makalenin bir örneğinin Etik Kurul'a verilmesi zorunludur.

DECISION

The project titled as "Evaluation of the deaths due to electrical currents which performed autopsies between 2007-2014 years in Diyarbakır" planned Cem UYSAL, Mustafa KORKMAZ has been approved by Ethics Committee of Dicle University Faculty of Medicine.

Oturum No (Meeting number) :

Tarih (Date): 25.11.2014

Saat (Hour): 13:00-15:00

KURUL BAŞKANI (CHIEF)

Prof. Dr. Aydın ECE

KURUL ÜYELERİ / MEMBERS

	ÜNVANI	ADI-SOYADI	KURUMU	BRANŞI	İMZA
1	Prof. Dr.	Aydın ECE	Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi	Çocuk Sağlığı ve Hist	
2	Yrd. Doç. Dr.	İbrahim KAPLAN	Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi	Biyokimya	
3	Prof. Dr.	Süleyman GÖREN	Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi	Adli Tıp	
4	Yrd. Doç. Dr.	İlker KELLE	Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi	Tıbbi Farmakoloji	
5	Doç. Dr.	A. Çetin TANRIKULU	Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi	Göğüs Hast.	
6	Doç. Dr.	Abdullah BÖYÜK	Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi	Genel Cerrahi	
7	Yrd. Doç. Dr.	İsmail YILDIZ	Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi	Biyostatistik	
8	Doç. Dr.	Uğur FIRAT	Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi	Patoloji	
9	Yrd. Doç. Dr.	Orhan ATEŞ	Dicle Üniversitesi İlahiyat Fakültesi	Temel İslam Bilimleri	
10	Doç. Dr.	Mehmet Uğur ÇEVİK	Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi	Nöroloji	
11	Avukat	Şahhanım KAPLAN	Dicle Üniversitesi Hastaneleri Başhekimlik	Avukat	

Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlık Binası Zemin Kat 21280 Kampüs/DİYARBAKIR
Telefon:+90.412 . 248 80 01-16/4631 Faks:+90.412. 248 84 40 kuruletikdiyar@gmail.com