



T.C.  
MERSİN ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
ACİL TIP ANABİLİM DALI



**ELEKTRİK ÇARPMASI NEDENİYLE ACİL SERVİSE  
BAŞVURAN HASTALARIN GERİYE DÖNÜK  
İNCELENMESİ**

**Dr. Cumali TURAN  
UZMANLIK TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI  
Doç. Dr. Hüseyin NARCI**

**MERSİN – 2018**



T.C.  
MERSİN ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
ACİL TIP ANABİLİM DALI



**ELEKTRİK ÇARPMASI NEDENİYLE ACİL SERVİSE  
BAŞVURAN HASTALARIN GERİYE DÖNÜK  
İNCELENMESİ**

**Dr. Cumali TURAN  
UZMANLIK TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI  
Doç. Dr. Hüseyin NARCI**

**MERSİN – 2018**

## TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince edindiğim bilgi ve beceriyi kazanmamdaki yardım, sabır ve hoşgörülerini için Anabilim Dalı Başkanımız Prof. Dr. Cüneyt AYRIK'a, Anabilim Dalı Öğretim Üyesi ve tez danışmanım Doç. Dr. Hüseyin NARCI'ya, Anabilim dalı öğretim üyelerimiz Doç. Dr. Ataman KÖSE ve Doç. Dr. Seyran BOZKURT BABUŐ'a, tezimin istatistiksel analizindeki yardım ve katkılarından dolayı Doç. Dr. Semra ERDOĐAN'a, saygıdeğer çalışma arkadaşlarım, hemőirelerim, destek personellerinden oluşan Mersin Üniversitesi Acil Tıp Anabilim Dalı ailesine, her zaman desteğini arkamda hissettiğim canım eőime ve üzerimde çok büyük emekleri olan aileme teşekkür ederim.

***Dr. Cumali TURAN***

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	5
ABSTRACT .....	6
1.GİRİŞ VE AMAÇ .....	7
2. GENEL BİLGİLER.....	9
2.1. Elektrik Yaralanmalarının Tarihçesi .....	9
2.2. Elektrik Yaralanmalarının Epidemiyolojisi .....	9
2.3. Elektrik Fiziği.....	9
2.4. Yaralanma Mekanizması .....	11
2.5. Elektrik Yaralanmasının Spesifik Organ ve Sistemlere Etkileri .....	17
2.5.1. Genel Doku Etkileri.....	17
2.5.2. Deri Yaralanmaları.....	17
2.5.3. Kardiyovasküler Sistem .....	18
2.5.4. Nörolojik Sistem.....	19
2.5.5. Kas-İskelet Sistemi .....	20
2.5.6. Baş-Boyun Yaralanmaları.....	20
2.5.7. Diğer Organ Yaralanmaları.....	20
2.6. Fiziksel Muayene .....	21
2.7. Laboratuvar Çalışmaları.....	21
2.8. Görüntüleme .....	22
2.9. Kardiyak Monitörizasyon.....	23
2.10. Elektrik Yaralanmalarının Yönetimi .....	24
3. GEREÇ VE YÖNTEM .....	25
3.1. Çalışma Dizaynı.....	25
3.2. Dışlama Kriterleri .....	25
3.3. Dâhil Etme Kriterleri .....	25
3.4. İstatiksel Analiz .....	26
4. BULGULAR.....	27
5. TARTIŞMA.....	35
6. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	39
KAYNAKLAR.....	17

KISALTMALAR DİZİNİ .....	23
TABLolar DİZİNİ .....	24



## ÖZET

Elektrik yaralanmaları tüm dünyada görülen önemli sağlık sorunlarından birisidir. Bu yaralanmalar, küçük deri yanıklarından yaşamı tehdit eden iç organ hasarına neden olabilirler. Bu çalışmanın amacı elektrik yaralanmaları ile acil servise başvuran hastaların klinik bilgilerini değerlendirmektir.

Bu çalışmada, Mersin Üniversitesi Acil Tıp Anabilim Dalı'na 01.01.2012-31.12.2016 tarihleri arasında elektrik yaralanması nedeniyle başvuran hastalar retrospektif olarak incelendi. Hastaların, demografik, klinik ve laboratuvar bulguları kaydedildi.

Çalışmaya, 103'ü erkek olmak üzere toplam 124 hasta alındı. Tüm hastaların yaş ortalamaları  $31,5 \pm 11,2$  idi Hastaların %85,5'i düşük voltaj, %14,5'i ise yüksek voltaja maruz kalmıştı. Yüksek voltajlı yaralanmayla gelen vakaların tamamının iş kazası olduğu görüldü ( $p<0,001$ ). CK ve CK-MB değerlerinin, yüksek voltaj olan hastalarda daha yüksek olduğu saptandı. 95 (%76,6) hastada herhangi bir komplikasyon gelişmediği, 29 (%23,4) hastada ise komplikasyon geliştiği görüldü. Komplikasyonlar en sık yanığa bağlı idi (%55,4). Voltaj seviyesi yüksek vakalarda daha çok komplikasyon geliştiği görüldü ( $p=0,001$ ). Hastaların %91,9'unun taburcu olduğu, %4,8'inin öldüğü ve %3,2'sinin ise başka bir hastaneye sevk edildiği görüldü.

Acil servise elektrik yaralanmaları nedeniyle başvuran hastaların çoğunluğu düşük voltaja maruz kaldıkları ve belirgin bir şekilde erkek cinsiyeti hâkimiyeti göze çarpmaktadır. Özellikle, yüksek voltaj yaralanmalarının tamamının iş kazası sonucu olduğu ve komplikasyonların daha fazla olduğu görülmektedir. Bu sorunu çözmek için eğitim ve bir önleme programı geliştirilmesi faydalı olabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Acil, elektrik yaralanmaları, epidemiyoloji, yanık

## ABSTRACT

### **A Retrospective Analysis of Patients Admitted in the Emergency Department due to Electrical Injury**

Electrical injuries are one of the major health problems seen all over the world. These injuries can cause life-threatening internal organ damage as well as small skin burns. The purpose of this study is to evaluate the clinical information of the patients who have complained of electrical injuries and who applied to the emergency department.

In this study, patients who applied to Mersin University Emergency Medicine Department, between 01.01.2012 - 31.12.2016 for electrical injury were retrospectively analyzed. Demographic, clinical and laboratory findings of the patients were recorded.

A total of 124 patients, 103 of whom were men, were included in the study. The mean age of all patients was  $31,5 \pm 11,2$ . 85,5% of the patients were exposed to low voltage and 14,5% were exposed to high voltage. It was found that all of the cases with high voltage injuries were work accidents ( $p < 0.001$ ). CK and CK-MB were found to be higher in patients with high voltage. 95 (76,6%) patients did not develop any complications and 29 (23,4%) patients had complications. Complications were most often due to burns (55,4%). More complications were seen at high voltage level ( $p = 0.001$ ). It was determined that 91,9% of the patients were discharged, 4,8% died and 3,2% were referred to another hospital.

The majority of patients who are admitted to emergency services due to electrical injuries are exposed to low voltage and the male gender dominance is clearly striking. In particular, it appears that all of the high-voltage injuries are work-related accidents and complications are more frequent. It may be useful to develop training and a prevention program to solve this problem.

**Key Words:** Emergency, electrical injuries, epidemiology, burn

## 1.GİRİŞ VE AMAÇ

Elektrik yaralanması (EY), elektrikle çalışan aletlerin gündelik hayatımızda ve iş yerlerinde oldukça artması, yeterli eğitim ve kontrol önlemlerinin eksikliği nedeniyle ciddi düzeyde mortalite ve morbiditeye sebep olabilmektedir.

Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'de yaklaşık olarak yılda 1,4-2 milyon kişi EY'ye maruz kalmakta ve bunların yaklaşık 70 bini hastanelerde yatırılarak tedavi görmektedir<sup>1</sup>.

Elektriksel yaralanmaların klinik bulguları, hafif yüzeysel deri yanıklarından şiddetli multiorgan işlev bozukluğuna ve ölüme, maruziyetin şiddetine ve süresine bağlı olarak değişir. Ciddi elektriksel maruziyetleri takiben, bazı yaralanmalar başlangıçta belirgin olmayabilse de sıkı takip ve tekrar değerlendirme şarttır<sup>2</sup>.

Ağır elektrik yaralanmalarının yönetimi, Kardiyopulmoner Resüsitasyon (KPR) ve akut multipl travma tedavisinin bir kombinasyonunu gerektirir.

Elektrik yanıklarında oluşan doku hasarı genelde derin dokuları etkileyen bir koagülasyon nekrozu şeklindedir<sup>3,4</sup>. Yaralanmaya bağlı olarak meydana gelen hasar; voltaj, akım şiddeti ve dokunun göstermiş olduğu direnç gibi bazı faktörlerle doğrudan ilişkilidir<sup>5</sup>.

Serum CK (Creatine kinase; Kreatin Kinaz) düzeyinin ölçülmesi kas hasarlarının tespitinde ve prognozun izlenmesinde yol göstericidir<sup>6,7</sup>.

EY, voltaj seviyesine göre düşük voltaj (<1000 volt), yüksek voltaj (>1000 volt) ve yıldırım çarpmaları olmak üzere ya da akım tipine göre alternatif akım (AC; Alternating Current) ve doğru akım (DC; Direct Current) olarak sınıflandırılabilir. Genel olarak yüksek voltaj ve doğru akıma maruz kalmak kalpte daha çok asistoli oluşturarak mortaliteye sebep olmakta ancak evlerde sık olarak kullanılan düşük voltaj ve alternatif akımda ise ventriküler fibrilasyon (VF) gibi ritim bozukluklarına daha sık neden olarak ölüm gerçekleşmektedir<sup>8,9</sup>.

En fazla hasar cilt, kardiyovasküler sistem, sinir sistemi, solunum sistemi ve ekstremitelerde görülür. Elektrik ve onunla ilişkili komplikasyonların yanı sıra EY'ye eşlik eden yüksekten düşme ve buna bağlı ek yaralanmalar da hastaların mortalite ve morbiditesine etki eder<sup>10</sup>.



Çalışmamızın amacı acil servise elektrik yaralanmaları başvuran hastaların demografik özelliklerini, klinik başvuru nedenlerini, laboratuvar bulgularını ve acil servis sonuçlarını geriye dönük araştırmaktır.



## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Elektrik Yaralanmalarının Tarihçesi

Elektrik nispeten yeni bir buluş olmasına rağmen, insanlar yıldırımın neden olduğu elektriksel yaralanmalara (EY) maruz kalmıştır. 1800'lü yılların ortalarında elektriğin keşfi ve yaygın kullanımı sonucu işyerlerinde ya da evlerde EY'lere yol açtı. İlk kaydedilen elektriksel ölüm, bir marangozun 250 Volt (V) akım kaynağından bir yaralanmaya maruz kalması sonrası Fransa, Lyons'da 1879'da meydana geldi<sup>11</sup>. Amerika Birleşik Devletleri'ndeki (ABD) ilk elektrik çarpması 1901 yılında, alkollü bir olgunun Buffalo, New York'ta bir Dünya Fuarı kalabalığının önünde bir DC jeneratör terminaliyle temas etmesi sonrası meydana geldi<sup>12</sup>.

### 2.2. Elektrik Yaralanmalarının Epidemiyolojisi

EY, acil serviste yaygın bir başvuru sebebi olmamakla birlikte, her acil doktoru kendi kariyeri boyunca en az bir vakayla karşılaşır. EY ABD'de yılda yaklaşık 1000 ölümden sorumludur. Ayrıca yanık birimlerine yapılan tüm başvuruların % 2-7'sini temsil ederler<sup>13</sup>.

Yaş ile ilgili olarak çevresel elektrik yaralanmalarının bimodal bir dağılımı vardır. Yetişkinlerde işle ilgili yaralanmalar ve çocuklarda kazalar, çoğu elektrik yaralanmasına neden olur. İnsidans, altı yaşından küçük çocuklarda, genellikle elektrik kabloları veya prizlerle temas nedeniyle artmaktadır<sup>14</sup>; Daha büyük çocuklar genellikle ağaçlara veya elektrik direklerine tırmanırken güç hatlarından yüksek voltajlı yaralanmalara maruz kalırlar<sup>15</sup>.

Elektrik yaralanmaları insidansı ergenlik yıllarında azalır ve yetişkinler iş hayatına girdikçe tekrar artar. Birlikte, inşaat ve elektrik işçileri tüm elektrik yaralanmalarının yaklaşık üçte ikisini oluşturur<sup>16</sup>. Elektrik yaralanmaları, Amerika Birleşik Devletleri'nde işgücüyle ilişkili ölümlerin ikinci önde gelen nedenidir. Çocuklukta yaklaşık 2:1 erkek-kadın oranı vardır; yetişkinler arasında, kazazedelerin %90'ından fazlası erkeklerdir<sup>17</sup>.

### 2.3. Elektrik Fiziği

Elektrik, elektronların yüksek konsantrasyonda bulunduğu noktalardan düşük konsantrasyonlu (veya potansiyel) noktalara bir iletken aracılığıyla akışı olarak tanımlanır. Elektrik akımı, amper (A) olarak ölçülen, saniyede bu noktalar

arasında akan elektronların hacmi veya gerçek sayısıdır. Elektronların akmasına neden olan kuvvet voltajdır ve volt (V) olarak ölçülür. Elektronların bir iletken aracılığıyla akışının engellenmesi ohm cinsinden ölçülen bir direnç (R) oluşturur.

Akım (I), voltaj ve direnç arasındaki ilişki Ohm yasasıyla açıklanmıştır:

$$I = V / R$$

Başka bir şekilde ifade edildiğinde, akım kaynağın voltajıyla doğru orantılıdır ve aktığı malzemenin direnci ile ters orantılıdır.

Voltaj iki nokta arasındaki elektrik potansiyeli veya elektrik enerjisindeki farktır. Joule'un, elektrik ile dokulara uygulanan termal enerjinin miktarını açıklayan yasası, aşağıdaki formül ile açıklanmaktadır:

$$P = I \times V \times t ,$$

Isı = akım (I) x voltaj (V) x temas süresi (t)

$$V = I \times R \rightarrow P = I \times (I \times R) \times t$$

$$P = I^2 \times R \times t$$

Bu formülden anlaşılıyor ki; dokularda yanığa sebep olacak ısı enerjisi, dokuya uygulanan akım derecesi, dokunun direnci ve akım ile temas süresi arttıkça artmakta ve yanık derecesini arttırmaktadır.

Zamanla yönü ve şiddeti değişmeyen akıma doğru akım denir. İngilizce "Direct Current" kelimelerinin kısaltılması "DC" ile gösterilir.

- Hep aynı yönde hareket eder.
- Harcanacak güç değişmedikçe değeri sabit kalır.
- Akımın anlık değeri güce bağlı olarak değişebilir.

Doğru akımın kullanıldığı yerler;

- Haberleşme cihazlarında (telekomünikasyonda)
- Radyo, teyp, televizyon, gibi elektronik cihazlarda
- Redresörlü kaynak makinelerinde
- Maden arıtma (elektroliz) ve maden kaplamacılığında (galvonoteknik )
- Elektrikli taşıtlarda (tren, tramvay, metro)
- Elektro-mıknatıslarda
- DC Elektrik motorlarında
- Tıbbi cihazlar (Defibrilatörler, kalp pili vs.)

- Elektrikli silahlar

Zamana bağılı olarak periyodik bir şekilde yön ve şiddet değiştiren akıma alternatif akım denir. İngilizce “alternating current” kelimesinin kısaltması “AC” ile gösterilir. Alternatif akımın şiddeti kaynağın gücüne bağılıdır.

- Hareket yönü periyodik olarak değişir
- Akım değerleri devamlı değişir
- Genlik, güce bağılı olarak aynı yönde değişir

AC ile DC arasındaki farklar özet halinde Tablo 1’de gösterilmiştir<sup>18</sup>.

**Tablo 1. Alternatif Akım ve Doğru Akımın Karşılaştırılması**

	<b>AC (Alternatif Akım)</b>	<b>DC (Doğru Akım)</b>
Şiddeti (Boyu, Genliği)	Değişir	Sabit
Yönü (polaritesi, kutbu)	Değişir	Sabit
Frekans	50-60Hz	Frekans yoktur
Elektron akışı	Hem ileri hem geri (çift yönlü)	Yalnızca ileri (tek yönlü)
Yük direnci	Empedans	Saf direnç
Güç Faktörü	0 ile 1 arası değişir	1

#### **2.4. Yaralanma Mekanizması**

Elektrikten kaynaklanan yaralanmalar üç mekanizma ile meydana gelir:

- Elektrik akımının vücut dokularına doğrudan etkisi
- Elektrik enerjisinin termal enerjiye dönüştürülmesi, derin ve yüzeysel yanıklara neden olur
- Yıldırım veya elektrik çarpması sonrası künt mekanik travma

Yaralanmanın birincil belirleyicisi, vücuttan akan akım miktarıdır. Klinik olarak, 1 miliamper (mA) akım taşıyan bir 120 V devresi ile temas çoğu insana duyarsızdır, 3 mA hafif karıncalanmaya yol açar ve 10 ila 12 mA ağrıya yol açar.

Kalbe yönlendirilen 100 mA ventriküler fibrilasyona (VF) neden olabilir<sup>2</sup> (Tablo 2).

**Tablo 2. Elektrik akımının etkileri**

<b>Güvenli akım değerleri</b>	
1 mA ve altı	Ağrısız şok Kas kontrolü kaybolmadığından obje bırakılır
1-8 mA	5 mA zararsız maksimum değer
<b>Güvensiz akım değerleri</b>	
8-15 mA	Ağrılı şok – Kas kontrolü var
15-20 mA	Ağrılı şok – Kas kontrolü yok İskelet kaslarında tetani, bırakamama
20-50 mA	Ağrılı ciddi kas spazmları- Solunum arresti
100-200 mA	Ventriküler fibrilasyon
200 mA ↑	Ciddi yanıklar ve ciddi kasılmalar
>2 A	Asistoli ve iç organ hasarı

Elektrik çarpması elektrik akımının insan vücudundan geçerek elektrik yükünü toprağa ileterek deşarj olmasıdır. Çarpılma esnasında elektrik akımı insan vücudunun sinir sistemini bozarak vücutta kasılma, kramp, deride yanmalar, kalpte ve beyinde hasar meydana getirebilir.

Elektrik çarpmasından kaynaklanan yaralanma derecesi, insan vücudundan geçen gerilimin büyüklüğü, akımın şiddeti, çarpılma esnasında akımın insan üzerinden geçme süresi ve bulunduğu ortamda vücudun kuru ve ıslak olması gibi birçok faktöre bağlı değişiklik göstermektedir<sup>19</sup> (Tablo 3).

**Tablo 3. Elektrik Yaralanmasını Etkileyen Faktörler**

<b>Devre tipi</b>	AC / DC
<b>Akım şiddeti</b>	A
<b>Voltaj</b>	Alçak gerilim (220 V - 380 V), Yüksek gerilim(>1000 V)
<b>Akım yolu</b>	Transtorasik (kol-kol), kol-bacak, bacak-bacak
<b>Akım süresi</b>	Kısa - Uzun
<b>Nem (ıslaklık)</b>	Havuz içi, ıslak deri, oral mukoza vs.

Elektrik akımı maruziyetinde insan üzerinden belirli miktarda akım geçmektedir ve bu geçen akım değeri Ohm kanunu ile hesaplanır. Akım ile gerilim doğru orantılıdır. Elektrik çarpması olması için gerilim ve akımın kesinlikle aynı anda olması gerekir<sup>20</sup> (20). Gerilim yükseldikçe üzerimizden geçen akım miktarı da yükselmektedir. İnsan vücudunun direnci 1000 ohm ( $\Omega$ ) ile 2000  $\Omega$  arasında değişmektedir<sup>19</sup>.

220 voltta vücuttan geçen akım miktarı ohm kanunuyla hesaplanabilir;  $220/1000=0.22$  A yani 220 mA'dir ve öldürücü olabilir. Bazı ülkelerde insanların elektrik çarpmasından çok fazla etkilenmemeleri için şebeke voltajı 110 voltur. Türkiye'de ev tipi elektrik voltajı 220 V, frekansı 50 devir/saniye (50 hz) iken, sanayi tipi elektrik ise 380 V'dur ve her ikisinde de alternatif akım (AC) kullanılır.

Her insanın vücut direnci aynı değildir. Erkeklerin direnci kadınlara göre daha düşüktür. Ayrıca ıslak vücutta dirençte büyük düşüş meydana gelir. Islak deri (örneğin bir kişinin küvet veya yüzme havuzunda elektrik çarpması) neredeyse hiç direnç göstermez, böylece voltajın oluşturabileceği maksimum akım yoğunluğunu üretir. Nemli mukus zarları da göz ardı edilebilir bir dirence sahiptir, böylece temas ettikleri herhangi bir akımı en üst düzeye çıkarırlar. Bu durum, ağızlarına elektrikli teller koymaya eğilimli bebekler ve küçük çocuklar için önemli orofasiyal yaralanmalara neden olur. İnsan vücudunun iç direnci (organlar) dış (deri) direncine göre daha düşüktür<sup>19</sup>.

Direnç çeşitli dokular arasında önemli ölçüde değişiklik gösterdiğinden dolayı, vücudun farklı bölümlerinin aynı voltaja maruz kalması farklı bir akım ve hasar derecesi oluşturur. En az direnç sinirlerde, kanda, mukozada ve kaslarda

bulunur; En yüksek direnç kemiklerde, yağda ve tendonlarda bulunur. Ciltte orta derecede direnç vardır<sup>21</sup> (Tablo 4).

**Tablo 4. Vücut Dokularının Direnci**

<b>En Düşük</b>
Sinir
Kan damarları
Kas Dokusu
Cilt
Tendon
Yağ dokusu
Kemik
<b>En yüksek</b>

DC, kurbanı kaynaktan fırlatan tek bir kas spazmına neden olma eğilimindedir. Bu durum, daha kısa bir maruz kalma süresi ile sonuçlanır, ancak travma ilişkili yaralanma olasılığı daha yüksektir. Aksine, AC tekrarlayan kas kasılmasını uyarır (tetani). Çoğunlukla, maruziyet bölgesi eldedir ve kolun fleksörleri ekstansörlerden daha güçlü olduğu için, kurban aslında kaynağı kavramış gibi olur ve bırakamaz. Böylece temas süresini uzatabilir ve doku zedelenmesini devam ettirebilir<sup>2</sup>.

Yaralanmaya neden olması gereken AC miktarı, saniyedeki devir / saniye (Hz) cinsinden ifade edilen frekansına orantılı olarak değişir. İskelet kası 15 ila 150 Hz arasındaki frekanslarda tetanik olabilir ve 20 mA akım 10 Hz'de algılanamamasına rağmen, aynı akım düşük frekanslarda solunum felci veya VF'ye neden olabilir<sup>15,22</sup>.

Elektriksel yaralanmalar genellikle yüksek voltaj (> 1000 V) veya düşük voltaj (<600 V) olarak sınıflandırılır (Tablo 5). Yüksek gerilimli güç hatlarındaki voltaj 100.000 V'dan büyüktür, evlere gönderilen tipik voltaj ise 110 V (Kuzey Amerika) veya 220 V (Avrupa ve Asya). Aksine, yıldırım çarpmaları 10 milyon volttan fazla atmosfer ve zemin arasındaki potansiyel farkla ilişkilidir<sup>15</sup>.

Vücutun içinden geçen akım yolu (girişten çıkış noktasına), etkilenen organ sayısını ve sonuç olarak, yaralanmanın tipi ve şiddetini belirler. Elektriksel yolun belirlenmesi hem hasta yönetimi hem de prognoz için önemlidir. Elektrik akımı giriş ve çıkış bölgelerinde, az bir alan kaplasa da tam kat yanıklara neden olabilir. Vücutun eksenine paralel bir dikey yol, en hayati tehlikedir çünkü neredeyse tüm hayati organları (merkezi sinir sistemi, kalp, solunum kasları ve hamile kadınlar(rahim ve fetus)) içerir<sup>15,23</sup>.

Düşük voltajlı bir hattan elektrik şoku, mağdurun kaynakla teması ile iletilirken, yüksek voltajlı yaralanmalarda, herhangi bir fiziksel temas olmadan da akım, kaynaktan bir ark ile kişiye taşınır. Ark, bir kişinin vücuduna doğru oluşabilir. Arklar, ark yolu boyunca doğru akımdan kaynaklanan yaralanmalara ek olarak hem alev hem de yüksek voltajdan kaynaklanan ağır termal yaralanmalardan genellikle sorumlu olan son derece yüksek sıcaklıklar (5000 ° C' ye kadar) üretebilir<sup>24</sup>.

Yıldırım, kurbanı alçak ya da yüksek voltajdan tamamen farklı bir şekilde çarpar. Yıldırım yaralanmasının başlıca üç farklı çeşidi tarif edilmiştir:

- Doğrudan çarpma, insana isabet eden ve vücuttan geçerek toprağa ulaşan elektrik akımı;
- Yıldırımın bir nesneye (veya bir kişiye) isabet edip, nesneden atlayıp yakınındaki bir insan bedenine geçerek ikincil bir deşarjın takip ettiği çarpma;
- Yıldırımın toprağa geçip ilerleyerek yakınındaki insan bedenine bir ayaktan girdiği ve diğer ayağından çıktığı yaralanmaya neden olabilir<sup>21,24,25</sup>.



**Tablo 5. Yıldırım çarpması, Yüksek voltajlı ve Düşük voltajlı elektrik yaralanmalarının karşılaştırılması**

	<b>Yıldırım</b>	<b>Yüksek Voltaj</b>	<b>Düşük Voltaj</b>
<b>Gerilim, V</b>	> 30 x 10 <sup>6</sup>	> 1000	<600
<b>Akım, A</b>	> 200.000	<1000	<240
<b>Süre</b>	Ani	Kısa	Uzun
<b>Akımın Tipi</b>	DC	DC veya AC	Çoğunlukla AC
<b>Kardiyak Arrest</b>	Asistoli	Ventriküler fibrilasyon	Ventriküler fibrilasyon
<b>Solunum Arresti</b>	Doğrudan MSS hasarı	İndirekt travma veya solunum kaslarının tetanik kasılması	Solunum kaslarının tetanik kasılması
<b>Kaslarda Kasılma</b>	Tek	Tek (DC); Tetani (AC)	Tetani
<b>Yanıklar</b>	Nadir, yüzeysel	Yaygın, derin	Genellikle yüzeysel
<b>Rabdomiyoliz</b>	Nadir	Çok yaygın	Yaygın
<b>Künt Yaralanma (sebep)</b>	Patlama etkisi (şok dalgası)	Düşme (kas kasılması)	Düşme (nadir)
<b>Ani Ölüm oranı</b>	Çok yüksek	Orta	Düşük

DC: Doğru akım; AC: Alternatif akım; MSS: Merkezi sinir sistemi.

*Kaynakça: Koumbourlis, AC. Electrical injuries. Crit Care Med 2002; 30:S425. Copyright © 2002 American Thoracic Society.*

## 2.5. Elektrik Yaralanmasının Spesifik Organ ve Sistemlere Etkileri

Elektriksel yaralanmaların klinik belirtileri hafif yüzeysel deri yanıklarından, ciddi çoklu organ işlev bozukluğuna ve ölüme kadar uzayabilir. Bu nedenle doku yaralanmaları tek tek başlıklar halinde incelenecektir.

### 2.5.1. Genel Doku Etkileri

Hücresel düzeyde, akım hücre zarlarına zarar verir ve elektrolit anormalliklerine ve hücresel ödemlere yol açan membran çözünürlüğünü değiştirir. Elektroporasyon olarak adlandırılan bu süreç, sonunda geri dönüşümsüz hücre hasarı ve ölümüne yol açar<sup>23</sup>. Doku ve organ seviyelerinde, elektrik enerjisi termik enerjiye dönüştürüldüğü zaman elektrik akımı zarar verir.

### 2.5.2. Deri Yaralanmaları

Yanıklar, elektrik kazalarıyla ilgili en yaygın yaralanmalardır, bunun da dört ya da daha fazla tipi vardır<sup>12</sup> (Tablo 6). Düşük voltajlı yaralanmalar, deri giriş ve çıkış bölgelerinde küçük, iyi sınırlanmış temas yanıklarına neden olma eğilimindedir<sup>26</sup>. 20 saniye boyunca cilt yüzeyinin mm<sup>2</sup> başına 20 ila 35 mA'e maruz kalmasının cilt sıcaklığını 50 °C'ye yükselttiği ve bu sayede kabarmaya ve şişmeye neden olduğu tahmin edilmektedir<sup>27</sup>. Aynı süre boyunca mm<sup>2</sup> başına 75 mA sıcaklığı 90 °C'ye yükseltir ve daha şiddetli yanıklara ve yanmalara neden olabilir<sup>22</sup>. Yüksek voltajlı yaralanmalarda yanıklar ciddidir ve merkezi nekrozlu ağrısız, çukur, sarı-gri, kömürleşmiş kraterler olarak görünür<sup>28</sup>.

**Tablo 6. Elektrik Yaralanmasına Bağlı Yanık Tipleri**

1. Giriş ve çıkış yeri yanıkları
2. Ark yanıkları, Öpüşen yanıklar
3. Termal yanıklar
4. Flaş yanıklar

Elektrik yanıkları genellikle yüzeydeki alev yanıklarından daha az etkileyici görünmesine rağmen, görünüm, yaralanma şiddetini tahmin etmek için kullanılamaz. Küçük yüzey yanıkları masif kas koagülasyonu ve nekroz ile birlikte iç organ hasarı yapabilir. Yüksek voltaj yaralanmaları cilt yüzeyini büyük ölçüde tahrip ederek, alttaki yumuşak doku ve kemiğe büyük hasarlar verebilir, bu da eskarotomileri, fasyotomileri veya amputasyonları gerektirir<sup>13,29</sup>.

Ark yanıkları ya da öpüşme yanıkları, derinin cilt yüzeyinden cilt yüzeyine, tipik olarak vücudun bükülmüş bölgelerine atladığında meydana gelir. Sıcaklıklar 3.500 °C'ye ulaşabilir ve ciddi hasara neden olabilir. Ark yanıkları genellikle ön kol ve dirsek fleksör kıvrımlarda, antekübital fossa ve aksilla boyunca görülür. Giysilerin de tuttuğu durumlarda, hastalar tipik termal yanıklara da maruz kalırlar. Flaş yanıkları, kısa, yoğun ışık çakmaları, elektrik akımı veya termal radyasyon nedeniyle oluşan cilt yanıklarıdır. Göğüs ve üst abdomende kutanöz yanıklar transtorasik akımın göstergesidir ve daha kötü prognoz ile ilişkili olabilir<sup>13</sup>.

### **2.5.3. Kardiyovasküler Sistem**

*Patofizyoloji:* Elektrik yaralanması miyokardın direkt nekrozuna ve kalpte disritmilere neden olabilir. Miyokardiyal hasarın derecesi, voltaja ve akımın türüne bağlıdır. Yaralanma fokal veya diffüz olabilir ve genellikle miyokardiyum, nodal doku, iletim yolları ve koroner atardamarlarını içeren yaygın, yamalı, kantraksiyon band nekrozudur<sup>8,30</sup>.

Ritim bozuklukları düşük akımlarda ortaya çıkabilir. El-el ya da el-ayak iletimi ile 50-100 mA'lık bir akım, ventriküler fibrilasyona neden olabilir. Yüksek voltaj akımına (AC veya DC) maruz kalmak büyük olasılıkla ventriküler asistoliye neden olur<sup>31</sup>.

Elektrik yaralanmalarında çeşitli (genellikle geçici) kardiyak aritmiler bildirilmiştir ve bunların patogenezi oldukça belirsizdir. Mekanizmalar arasında miyokardiyal nekroza kaynaklanan aritmojenik odaklar, Na-K-ATPaz konsantrasyonundaki değişiklikler ve miyosit membranlarının geçirgenliğindeki değişiklikler yer alır. Son olarak, kalp durması ve ritim bozuklukları, solunum durmasının kalpteki yaralanmadan önce ortaya çıktığı vakalardaki anoksik yaralanmadan kaynaklanabilir. Gecikmiş disritmiler mümkün olmasına rağmen, sadece gelişinde başka bir tür disritmisi olan hastalarda ortaya çıkma eğilimindedirler. Geç disritmiler miyokardiyal nekroza bağlı aritmojenik odaklardan ve özellikle sinoatriyal düğümün yaralanmasından kaynaklanırlar<sup>8,30,32</sup>.

Elektrik hasarı, yüksek su içeriğinden dolayı mükemmel bir iletken olan vasküler yatak üzerinde doğrudan ve dolaylı etkilere neden olabilir. Elektrik akımının etkileri farklı boyuttaki damarlar arasında değişmektedir. Büyük arterler akut bir şekilde etkilenmezler çünkü hızlı akışları elektrik akımının ürettiği ısının

dağılmasını sağlar. Bununla birlikte, medial nekroza bağlı anevrizma oluşumu ve rüptür de gelişebilir. Koagülasyon nekrozu nedeniyle daha küçük damarlar akut olarak etkilenir. Ekstremitelerde oluşan damar yaralanması dolaşımı da bozabilecek kompartıman sendromuna neden olabilir<sup>21,33</sup>.

*Klinik Bulgular:* Kardiyak asistoli ve VF, EY'nin kardiyak komplikasyonlarından en ciddi olanlarıdır ve acil resüsitasyon yapılmadıkça her zaman ölümcül olabilirler. Bununla birlikte, elektrik yaralanmalarında prognozu daha iyi olan birçok disritmi gelişebilir. En sık görülenler arasında sinüs taşikardisi ve spesifik olmayan ST ve T dalga değişiklikleri bulunur. Çeşitli kalp blokları, his-demet blokları ve QT aralığının uzaması gibi iletim bozuklukları da yaygındır. Supraventriküler taşikardi (SVT) ve atriyal fibrilasyon (AF) olguları bildirilmiştir. Vakaların çoğunda, bu disritmiler önemli hemodinamik bozukluğa neden olmazlar<sup>8,30,32</sup>.

#### **2.5.4. Nörolojik Sistem**

EY'den sonra santral ve periferik sinir sistemlerinde hasar meydana gelebilir. Hastalar klinik olarak bilinç kaybı, halsizlik veya paralizi, solunum depresyonu, otonomik disfonksiyon ve hafıza kaybı gibi şikâyetlerle karşımıza çıkabilirler<sup>34-36</sup>. Periferik sinir hasarına bağlı duysal ve motor bulgular yaygındır. Hasta yürümediği sürece, alt ekstremitte güçsüzlüğü başlangıçta teşhis edilmeyebilir. Motor bulgulara karşılık gelmeyen çeşitli vücut bölgelerinde duysal defisitler görülebilir. Yüksek voltaj maruziyetinden kaynaklanan nörolojik hasarın klinik belirtileri, yaralanmadan günler ile aylar sonra ortaya çıkabilir<sup>2</sup>.

Hastalar, elektrik yaralanmasından hemen sonra eşlik eden duysal bozukluklarla birlikte geçici spastik paraliziler geçirebilirler. Gecikmeli ve kronik bulgular arasında inme, transvers miyelit ve amiyotrofik lateral skleroz sayılabilir. Periferik nöropatiler, sıklıkla medyan ve ulnar sinirleri içeren yaygın bir sonuçtur. Nöropsikiyatrik sekeller; anksiyete, depresyon, duygu-durum bozukluğu, konsantrasyon güçlüğü ve uykusuzluktur<sup>12,37</sup>.

Keraunoparalizi, mavi, benekli ve nabızsız ekstremitelerle (alt ekstremitede daha sık) karakterize, nadir görülen, yıldırım yaralanmasına özgü geçici bir paralizidir. Bu bulguların vasküler spazmlara sekonder olduğu ve genellikle saatler içinde düzeldiği ancak kalıcı olabileceği de düşünülmektedir<sup>36,38</sup>.

### **2.5.5. Kas-İskelet Sistemi**

Kemik, herhangi bir vücut dokusunun en yüksek direncine sahip olduğundan, bir elektrik akımına maruz kaldığında en yüksek ısıyı üretir. Bu nedenle, en büyük termal yaralanma alanları genellikle uzun kemiklerin etrafındaki derin dokulardır ve potansiyel olarak periostal yanıklar, kemik matriksinin yıkımı ve osteonekroz ile sonuçlanır<sup>15</sup>.

Yanıklara bağlı yaralanmalara ek olarak, düşmelerden (DC), patlama yaralanmalarından veya tekrarlayan tetanik kas kasılmalarının (AC) stresinden dolayı kemiklerde kırıklar veya çıkıklar dahil çeşitli kas-iskelet yaralanmaları oluşabilir. Önemli elektrik yaralanmaları veya bilinç bozukluğu olan hastalarda kırıkları değerlendirmek için servikal omurga görüntülemeleri yapılması gereklidir.

Endotelial ve düz kas fonksiyonu yaralanmayı takip eden haftalarda bozularak derin ven trombozu riskini artıran hiperkoagülasyon durumuna katkıda bulunur<sup>39</sup>. Doku ödemi ve perfüzyon defektlerinin kombinasyonu, fasyotomi ve hatta amputasyonlar ile birlikte kompartman sendromunu olası kılar. Siyanoz veya nabızsızlık geçici olabilir veya kalıcı hasara da işaret edebilir; Benzer şekilde, başlangıçta iyi perfüze olan uzuvlar daha sonra nekroze olabilir<sup>40</sup>.

### **2.5.6. Baş-Boyun Yaralanmaları**

Göz tutulumu, elektrik akımına maruz kalmanın ardından yaygındır; katarakt en sık görülen klinik şeklidir. Diğer yaralanma türleri arasında vitreus ve ön kamera kanamaları, retina dekolmanı, maküler laserasyonlar ve korneal veya konjonktival yanıklar bulunur. Kulağın yapısına zarar daha az görülür, ancak sinir hasarının bir sonucu olarak sensörinöral sağırılık görülebilir. Hastalar sıklıkla geçici veya kalıcı olabilen vertigo geliştirir<sup>41</sup>.

Yürüme çağındaki bebekler ve küçük çocuklar elektrik kablolarını çiğnemek ya da emdikten sonra ya da prizlerle dilde temastan sonra orofasiyal yaralanmaları sürdürürler.

### **2.5.7. Diğer Organ Yaralanmaları**

*Renal:* Rabdomiyoliz, masif doku nekrozu ve pigment ilişkili akut böbrek yetmezliğinin komplikasyonu olarak gelişebilir. Ek olarak, hipovolemiye bağlı gelişen ekstravasküler alana sıvı geçişi prerenal azotemiye ve akut tübüler nekroza yol açabilir<sup>2</sup>.

*Solunum:* göğüs duvarı kaslarının tetanik kasılmasıyla gelişen paralizi solunum durmasına neden olabilir. Beynin solunum kontrol merkezinde oluşan yaralanma da solunum durmasına neden olabilir. Akciğerler zayıf bir elektrik iletkenidir ve genellikle düşük dirence sahip dokular olarak akımdan kaynaklanan zedelenmeye karşı hassas değildirler<sup>42</sup>.

*Gastrointestinal Sistem (GİS):* Mide, ince bağırsak ve kolon dahil olmak üzere iç organlara verilen hasar nadirdir. Abdominal tutulum meydana geldiğinde fistül oluşumu, perforasyon, sekonder polimikrobiyal enfeksiyon, sepsis ve ölüm ile komplike olabilir<sup>43,44</sup>.

## **2.6. Fiziksel Muayene**

Temel bir yaklaşımdan sonra, yanığın büyüklüğü, yeri ve hastanın ekstremitelerinin durumu ile birlikte kapsamlı bir fizik muayene yapılmalıdır. Hastalar aksi ispatlanana kadar travma hastası gibi kabul edilmelidir. Küçük, iyi sınırlı giriş ve çıkış yaraları sıklıkla düşük voltajlı elektriksel yaralanmalarda görülürken, yüksek gerilimli yaralanmalarda nekrotik görünümlü yanıklar daha sık görülür. Görme ve işitme değerlendirmesi, fundoskopik ve otoskopik muayeneyi içermelidir<sup>45</sup>. Tüm eklemlerin tam hareket aralığı, kırık ve çıkıkların değerlendirilmesi için test edilmelidir. Tüm ekstremitelerde seri nörovasküler kontroller de gereklidir çünkü vasküler hasar ve gecikmiş kompartıman sendromu her an ortaya çıkabilir<sup>28,46</sup>.

## **2.7. Laboratuvar Çalışmaları**

EY olan tüm hastalarda, aşağıdaki testler dikkate alınmalıdır:

- **Tam kan sayımı**
- **Elektrolitler:** Sodyum, potasyum, klorür, üre ve glikozu değerlendirin.
- **Kreatinin:** Elektrik yaralanmalarında yüksek rabdomiyoliz/ miyoglobüri riski vardır; Bir çalışmada mortalite, akut böbrek yetmezliği olan hastalarda % 59 idi<sup>47</sup>.
- **İdrar tahlili:** İdrar analizi hemoglobin açısından pozitif ise, özgül ağırlık, pH, hematüri ve idrar miyogloblin değerlerini elde edin.
- **Serum miyogloblin:** İdrar miyogloblin için pozitif ise, bir serum seviyesi elde edilmelidir.

- **Arteriyel kan gazı:** Bu, ventilatör desteğine veya idrar alkalinizasyon tedavisi gerektiren şiddetli rabdomiyoliz hastalarına ihtiyaç duyan hastalar için elde edilir.
- **CK (Creatine kinase; Kreatin Kinaz) seviyeleri:** Yüksek voltajlı yaralanmalardan kaynaklanan büyük kas hasarı olan hastalarda bu parametreler aşırı derecede yükselebilir. Bazı kanıtlar, başlangıç CK düzeylerinin, sonraki amputasyonları önlemek için erken fasyotomiden hangi hastaların yararlanabileceğini tahmin etmede yardımcı olabileceğini düşündürmektedir<sup>7</sup>. CK-MB subfraksiyonları da genellikle EY'de artmaktadır, ancak elektriksel yaralanmaların belirlenmesinde önemi bilinmemektedir<sup>48</sup>. Eğer hastanın Elektrokardiyografi (EKG)'sinde iskemi veya aritmi belirtileri varsa veya hastanın göğüs ağrısı varsa, eğer mevcut yol toraks ile ilişkilirse CK-MB (Kreatin kinaz miyokardiyal izoenzim) fraksiyonları ve troponin kontrol edilmelidir. Bir retrospektif çalışma, rabdomiyoliz olasılığı olan hastaların klinik tanımlanması için bir karar kuralı oluşturdu<sup>49</sup>. Çok değişkenli modelleme göstermiştir ki, yüksek voltaja maruziyet, hastane öncesi kardiyak arrest, tam kat yanık ve kompartıman sendromu myoglobinin ile ilişkilidir. Bu bulguların iki veya daha fazlası olarak "pozitif" için belirlenmesi %96 duyarlılık ve %99 negatif prediktif değerine sahiptir.

Yüksek voltaj yaralanmalı hastalarda, çok yüksek CK seviyeleri kas yaralanmasını, amputasyon riskini, mortaliteyi ve hastanede kalış süresini tahmin eder<sup>6,50</sup>. Bununla birlikte, EY durumunda kardiyak belirteçler yorumlanırken çok dikkatli olunmalıdır. CK-MB seviyeleri miyokardiyal hasar ile zayıf korelasyon göstermektedir<sup>50-52</sup>.

McBride ve arkadaşları, yüksek voltajlı elektrik akımına maruz kalan 36 olgunun %50'sinin anormal CK-MB düzeylerine sahip olduğunu, ancak sadece 2 hastanın, hikâyesine, EKG bulgularına ve klinik seyrine göre miyokard infarktlarının olduğunu saptamışlardır<sup>52</sup>.

## 2.8. Görüntüleme

EY vakalarına, travma hastaları olarak yaklaşılmalıdır. İntrakraniyal anormallikleri değerlendirmek için beyin bilgisayarlı tomografi (BT) taraması, düşme, kalıcı bilinç değişikliği veya nörolojik muayenede anormal bulgularla

ilişkili elektrik hasarı olan hastalarda endike olabilir. Spinal yaralanmadan klinik olarak şüpheleniliyorsa, omurganın düz filmleri ve/veya BT taraması yapılmalıdır. Hastanın ağrısının, bariz bir deformitenin veya hareket kısıtlılığının bulunduğu herhangi bir alanda direkt grafiler çekilmelidir. Gecikmiş tanı konulduğu rapor edilen omuz dislokasyonları ve femur boynu kırıkları vakaları olduğundan, özellikle bu bölgeler elektrik akımı yolundaysa, omuz ve pelvisin direkt grafileri çekilmelidir<sup>53,54</sup>.

Kardiyak veya solunum arresti, nefes darlığı, göğüs ağrısı, hipoksi, olay yerinde yapılmış kardiyopulmoner resüsitasyon (KPR) veya düşme/künt travması olan hastalarda akciğer grafisi istenmelidir.

Hastalar, maruz kalınan travma miktarına ve akım yoluna bağlı olarak, iç organ yaralanmalarının tespiti için daha fazla görüntüleme gerektirebilir. Görüntüleme yöntemleri modalitesi, şüpheli yaralanmalara ve mevcut olan cihazlara (BT / ultrasonografi) bağlı olarak değişir.

## **2.9. Kardiyak Monitörizasyon**

Hastaların acil serviste 12 derivasyonlu EKG'leri çekilerek monitörize edilmelidirler. İzleme süresi, maruziyet koşullarına bağlıdır; göğüs ağrısı, aritmi, anormal başvuru EKG'si, kalp durması, bilinç kaybı, transtorasik iletim veya kalp hastalığı öyküsü olan hastalar izlenmelidir. Hastaların izleme süresi için kesin bir kılavuz bulunmamaktadır, ancak hastalarda başka önemli bir problem yoksa 24-48 saat sonra önemli aritmilerin gelişmesi olası değildir. Bazı çalışmalarda, düşük voltaj maruziyeti olan hastalarda başlangıçta aritmi riski gelişmediği vurgulanmıştır. 196 olgunun incelendiği bir çalışmada bu tür hastalar için kardiyak takibin gerekli olmadığına karar verilmiştir<sup>55</sup>.

Birçok çalışma, kardiyak şikâyeti olmayan ve normal bir başlangıç EKG'si olan hastalarda düşük voltajlı (ev tipi) maruziyetin güvenli bir şekilde taburcu edilebileceğini göstermiştir<sup>56</sup>. Bu durumun kalp hastalığı öyküsü olan hastalar için nasıl olduğu açık değildir. Pediatrik popülasyonda, ev içi akıma maruz kalan (120 ila 140V, su teması olmayan) sağlıklı çocuklar, asemptomatik olmaları halinde, VF veya olay yerinde kardiyak arrest olmaksızın önemli başka yaralanması da yoksa güvenli bir şekilde taburcu edilebilirler<sup>57,58</sup>.



## 2.10. Elektrik Yaralanmalarının Yönetimi

Tüm EY vakalarında detaylı anamnez alınmalı ve fizik muayene yapılmalıdır. Travmaya bağlı çoklu organ ve sistem yaralanmaları olabileceği için spinal immobilizasyon da sağlanmalıdır. Elektrik hasarı olan hastaların başlangıç stabilizasyonu, Temel ve İleri Kardiyak Yaşam Desteği, İleri Travma Yaşam Desteği algoritmalarını takip etmelidir. Yüz, ağız veya boyun gibi yanıklarda ciddi havayolu hasarı gelişebileceğinden oksijenizasyonun sağlanması için kalıcı havayolu sağlanması oldukça önemlidir<sup>42</sup>.

Yeterli idrar çıkışı (saatte 1-1,5 cc/kg) ile ölçülen perfüzyonu sürdürmek için agresif sıvı resüsitasyonu başlatılmalıdır. İdrarda rabdomiyolizden kaynaklı hem pigmenti varsa, idrar çıkışı sürekli olarak izlenmelidir. EY, ezilme yaralanmalarına benzer, bu nedenle yanmış vücut yüzey alanı yüzdesine dayalı sıvı resüsitasyon formülleri (Parkland vs.) uygulanamaz. Ciddi elektriksel maruziyetleri takiben, bazı yaralanmalar başlangıçta belirgin olmayabileceğinden sıkı takip ve tekrar değerlendirme şarttır. Ekstremitelerde sirküler ve tam kat yanıklarda dolaşımı bozan kompartıman sendromu gelişebileceğinden acil fasyotomi açısından dikkatli olmak gerekir.

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

#### 3.1. Çalışma Dizaynı

Çalışmamız, Mersin Üniversitesi Acil Tıp Anabilim Dalı'nda 01.01.2012-31.12.2016 tarihleri arasında geriye dönük yapıldı. Acil servise başvuran 18 yaş ve üstü, ICD-10 tanı koduna göre "W87: Elektrik akımına maruz kalma" tanısı alan, toplam 144 hasta çalışmaya alındı. Verileri eksik olan 20 hasta çalışma dışı bırakılarak, 124 hasta ile çalışma tamamlandı. Çalışma öncesi Mersin Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 17.08.2017 tarihli ve 2017 / 236 sayılı onay alındı.

Çalışmamız hastane elektronik bilgi işletim sisteminden (Nucleus) hastaların verileri taranarak yapılmıştır. Tüm veriler retrospektif olarak incelenildi.

Bu hastaların hepsinin yaş, cinsiyet, şikâyet, elektriğin voltajı (yüksek ve düşük voltaj), temas süresi (kısa / uzun), EKG bulgusu, komorbid hastalığı, meslek ilişkisi, komplikasyon gelişip gelişmediği, yanık yüzdesi, yanık derecesi, acil servis ve hastane sonlanımı, hastane kalış süresi, verilen tedaviler ve operasyon ihtiyacı (fasiyotomi, amputasyon vb.), CK, CK-MB, troponin T, myoglobin, üre, kreatinin ve potasyum değerleri kaydedildi.

Çalışmamızdaki parametrelerin normal referans aralığındaki değerleri şöyleydi: CK (<170 U/L), CK-MB (<5 ng/ml), Troponin T (0,024 ng/ml), Miyoglobin (<72 ng/ml), Üre (<45 mg/dl), kreatinin (<1.2 mg/dl), Potasyum (3-5,5 mEq/L).

#### 3.2. Dışlama Kriterleri

1. 18 yaş altı olmak
2. Hasta bilgilerine ulaşılmaması
3. Poliklinik başvuruları

#### 3.3. Dâhil Etme Kriterleri

1. 18-99 yaş aralığında olmak
2. Elektrik çarpması nedeniyle gelmek
3. Hasta bilgilerine tam ulaşılmaması (çarpma ilgili bilgiler, yanık derecesi, sonlanım vb.)
4. Acil servise başvurmuş olmak

### 3.4. İstatiksel Analiz

Sürekli ölçümlere ait normallik kontrolleri Shapiro Wilk testi ile test edildi. Yaş değişkeninin voltaj ve temas süreleri bakımından farklılıkları Student t testi ile test edildi. Diğer parametrelerin voltaj ve temas süreleri bakımından farklılıkları için ise Mann Whitney U testi kullanıldı. Yanık derecelerine göre sürekli ölçümler arasındaki farklılıklar için Kruskal Wallis testi kullanıldı. İkili karşılaştırmalar için ise Mann Whitney U testinden yararlanıldı. Tanımlayıcı istatistikler olarak minimum, maksimum, ortanca, % 25-75 yüzdeler verildi. Kategorik değişkenler arasındaki farklılıklar için Pearson ki-kare ve Likelihood ratio ki-kare testleri kullanıldı. Tanımlayıcı istatistikler olarak sayı ve yüzde değerleri verildi. İstatistik anlamlılık olarak  $p < 0.05$  alındı.



#### 4. BULGULAR

Çalışmaya 103 (%83,1)'ü erkek, 21 (%16,9)'i kadın olmak üzere toplam 124 hasta alındı. Olguların yaş ortalamaları  $31,5 \pm 11,2$  (Min-Maks: 18-65) yıl idi. Erkeklerin yaş ortalaması  $31,6 \pm 11,3$  (18-65), kadınların yaş ortalaması  $30,7 \pm 11,0$  (18-51) yıl olarak saptanmış olup aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmedi ( $p=0.718$ ) (Tablo 7).

Maruz kalınan elektrik voltajına göre hastalar sınıflandırıldığında düşük voltaja maruz kalan 106 (%85,5) hasta, yüksek voltaja maruz kalan 18 (%14,5) hasta tespit edildi. Elektriğe temas edilen süreye göre bakıldığında, 104 (%83,9) hastanın kısa süreli, 20 (%16,1) hastanın ise uzun süreli maruz kaldığı görüldü.

Hastalarda eşlik eden komorbid durum olup olmadığına bakıldığında 116 (%93,5) hastada komorbid durum olmadığı, 8 (%6,5) hastada ise eşlik eden komorbid durum olduğu görüldü.

Elektrik maruziyetinin meslekle ilişkisi olup olmadığı incelendiğinde; 74 (%59,7) vakanın ilişkisi olmadığı 50 (%40,3) vakanın ise iş kazası neticesinde maruz kaldığı görüldü.

Vakalar komplikasyon gelişip gelişmemesi yönünden incelendiğinde; 95 (%76,6) hastada herhangi bir komplikasyon gelişmediği, 29 (%23,4) hastada ise komplikasyon geliştiği görüldü.

Vakalar yanık derecelerine göre incelendiğinde; 81 (%65,9) olguda ciltte yanık izine rastlanılmazken, 18 (%14,6) vakada 3. dereceden yanık, 12 (%9,8) vakada 2. dereceden yanık, 12 (%9,8) vakada ise 1. dereceden yanık olduğu saptandı.

Hastanede kalış süresi açısından bakıldığında 74 (%59,7) vaka hastanede 24 saatten az kalırken, 31 (%25) vaka 1-7 gün, 19 (%15,3) vaka ise 7 günden fazla kaldığı görüldü.

Tüm hastalara semptomatik tedavi verildi. Hastanede operasyon geçirip geçirmediğine bakıldığında 106 (%87,6) vakanın herhangi bir operasyon geçirmediği, 15 (%12,4) vakanın ise operasyon geçirdiği görüldü.

**Tablo 7. Hastaların Demografik Özellikleri**

		<b>Sayı (n)</b>	<b>Yüzde (%)</b>
<b>Cinsiyet</b>	Erkek	103	83,1
	Kadın	21	16,9
<b>Voltaj</b>	Düşük Voltaj	106	85,5
	Yüksek Voltaj	18	14,5
<b>Temas Süresi</b>	Kısa (<3 sn)	104	83,9
	Uzun (>3 sn)	20	16,1
<b>Komorbid</b>	Yok	116	93,5
	Var	8	6,5
<b>Meslek ilişkisi</b>	Yok	74	59,7
	İş kazası	50	40,3
<b>Komplikasyon</b>	Yok	95	76,6
	Var	29	23,4
<b>Yanık derecesi</b>	Yok	81	65,9
	3. dereceden	18	14,6
	2. dereceden	12	9,8
	1. dereceden	12	9,8
<b>Hastanede kalış süresi</b>	<24 saat	74	59,7
	1-7 gün	31	25,0
	>7 gün	19	15,3
<b>Verilen tedavi</b>	Semptomatik	124	100,0
<b>Operasyon</b>	Yok	106	87,6
	Var	15	12,4
<b>Serum miyoglobin düzeyi (ng/ml)</b>	<72	47	47,5
	72-999	37	37,4
	>999	15	15,2

Serum miyoglobin düzeylerine bakıldığında serum miyoglobin düzeyi 72'nin altında olan 47 (%47,5) vaka, 72-999 arasında olan 37 (%37,4) kişi, 999 üstünde 15 (%15,2) kişi olduğu saptandı.

Hastaların başvuru şikâyetleri değerlendirildiğinde; hiç şikâyeti olmayan 49 (%39,5) hasta yanık ile başvuran 27 (%21,8) hasta ve travmanın da eşlik ettiği yanık ile başvuran 10 (%8,1) hasta olduğu saptandı (Tablo 8).

**Tablo 8. Hastaların başvuru şikâyetleri**

Şikâyet	n	%
Yok	49	39,5
Yanık	27	21,8
Ağrı+Hissizlik	18	14,5
Yanık+Travma	10	8,1
Travma	9	7,3
Bilinç Kaybı	4	3,2
Kardiyak Arrest	4	3,2
Kardiyak Arrest+Travma	3	2,4

Hastaların EKG bulguları değerlendirildiğinde; 104 (%83,9) hastada normal sinüs ritmi, 7 (%5,6) hastada ST-T değişikliği ve 4 (%3,2) hastada ise ventriküler fibrilasyon olduğu görüldü (Tablo 9).

**Tablo 9. Hastaların EKG bulguları**

EKG	n	%
Normal sinüs ritmi	104	83,9
ST-T değişikliği	7	5,6
Sinüs taşikardisi	5	4,0
VF	4	3,2
Sağ dal bloğu (RBBB)	2	1,6
VES	1	0,8
AF	1	0,8

Olguların acil servis sonlanımları değerlendirildiğinde; 57 (%46) vakanın taburcu olduğu, 33 (%26,6) vakanın servise yatırıldığı, 4 (%3,2) vakanın sevk edildiği görüldü. Hastane sonlanımında ise 114 (%91,9) hastanın taburcu, 6 (%4,8) hastanın öldüğü, 4 (%3,2) hastanın ise sevk edildiği görüldü (Tablo 10).

**Tablo 10. Hastaların acil servis ve hastane sonlanımları**

	<b>Sonlanım</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
<b>Acilden sonlanım</b>	Taburcu	57	46,0
	Servis yatış	33	26,6
	Yoğun bakım yatış	14	11,3
	Tedavi reddi	13	10,5
	Sevk	4	3,2
	Eks	3	2,4
<b>Hastaneden sonlanım</b>	Taburcu	114	91,9
	Eks	6	4,8
	Sevk	4	3,2

Laboratuvar parametreleri için voltaj türüne göre farklılıklar incelendiğinde; düşük voltaja maruz kalan olgularda ortanca biyokimyasal parametreler; CK:176.5, CK-MB:1.96, Troponin:0,0035 olarak bulundu. Yüksek voltaja maruz kalanlarda ortanca biyokimyasal parametreler; CK:315, CK-MB:3.54, Troponin:0,007 olarak bulundu (Tablo 11). İki grup karşılaştırıldığında CK ve CK-MB değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı idi ( $p=0,011$ ,  $p=0,033$ ).

**Tablo 11. Laboratuvar parametreleri için voltaj türüne göre farklılıklar**

	<b>Düşük voltaj</b>		<b>Yüksek voltaj</b>		<b>p</b>
	<b>Min.Max.</b>	<b>Medyan</b> [% 25-75 yüzdellikler]	<b>Min.Max.</b>	<b>Medyan</b> [% 25-75 yüzdellikler]	
<b>CK</b>	36-7679	176,5 [128,25-283,50]	120-4909	315 [185,75-837,50]	<b>0,011</b>
<b>CK-MB</b>	0,0010-78,90	1,96 [1,14-3,12]	0,14-79,0	3,54 [1,66-9,09]	<b>0,033</b>
<b>Troponin</b>	0,0010-0,3170	0,0035 [0,001-0,009]	0,001-0,322	0,007 [0,003-0,026]	0,151
<b>Üre</b>	5-100	26 [22-33]	15-108	29 [24,5-37,5]	0,157
<b>Kreatinin</b>	0,32-3,87	0,80 [0,71-0,95]	0,59-2,50	0,84 [0,77-1,12]	0,172
<b>Potasyum</b>	2,89-6,42	4,10 [3,82-4,35]	2,48-5	4,02 [3,48-4,33]	0,529

Bazı değişkenlerin voltaj seviyesine göre farklılıkları incelendiğinde; Voltaj seviyesi ile cinsiyet arasında fark anlamlı bulundu ( $p=0,004$ ). Kadınların tamamının düşük voltajlı yaralanma ile başvurduğu görüldü (Tablo 12).

Voltaj seviyesi ile eşlik eden komorbid durum varlığı karşılaştırıldığında anlamlı bir fark saptanmadı ( $p=0,865$ ).

**Tablo 12. Bazı değişkenlerin voltaj seviyesine göre farklılıkları**

		Düşük voltaj		Yüksek voltaj		p
		n	%	n	%	
<b>Cinsiyet</b>	Erkek	85	80,2	18	100,0	<b>0,007</b>
	Kadın	21	19,8	0	0,0	
<b>Komorbid</b>	Yok	99	93,4	17	94,4	0,865
	Var	7	6,6	1	5,6	
<b>Meslek ilişkisi</b>	Yok	74	69,8	0	0,0	<b>&lt;0,001</b>
	İş kazası	32	30,2	18	100	
<b>Komplikasyon</b>	Yok	87	82,1	8	44,4	<b>0,001</b>
	Var	19	17,9	10	55,6	
<b>Yanık derecesi</b>	Yok	77	72,6	4	23,5	<b>&lt;0,001</b>
	1. derece	11	10,4	1	5,9	
	2. derece	8	7,5	4	23,5	
	3. derece	10	9,4	5	29,4	
	4. derece	0	0,0	3	100	
<b>Hastanede kalış süresi</b>	<24 saat	70	66	4	22,2	<b>0,001</b>
	1-7 gün	24	22,6	7	36,8	
	>7 gün	12	11,3	7	38,9	
<b>Operasyon</b>	Yok	94	89,5	12	75	0,133
	Var	11	10,5	4	25	
<b>Serum Miyogloblin düzeyi</b>	<72	44	53	3	18,8	<b>&lt;0,001</b>
	72-999	32	38,6	5	31,3	
	>999	7	8,4	8	50	

Voltaj seviyesi ile meslek ilişkisi olup olmadığı karşılaştırıldığında anlamlı fark saptandı ( $p=<0,001$ ). Voltaj seviyesi düşük olan başvurular meslekle daha



az ilişkiliydi. Yüksek voltajlı yaralanmayla gelen vakaların tamamının iş kazası olduğu görüldü.

Voltaj seviyesi ile komplikasyon gelişip gelişmemesi arasındaki fark araştırıldığında anlamlı fark saptandı ( $p=0,001$ ) Voltaj seviyesi yüksek vakalarda daha çok komplikasyon geliştiği görüldü.

Yanık derecesi ve voltaj seviyesi arasındaki ilişki araştırıldığında anlamlı bir ilişki saptandı ( $p=<0,001$ ). Voltaj seviyesi yüksek olanlarda yanık derecesi daha yüksek olduğu görüldü.

Hastanede kalış süresi ve voltaj seviyesi arasındaki ilişkiye bakıldığında anlamlı fark vardı ( $p=0,001$ ). Voltaj seviyesi yüksek olanların düşük olanlara göre hastanede daha fazla yattığı görüldü.

Voltaj seviyesi ve operasyon durumu karşılaştırıldığında anlamlı fark saptanmadı ( $p=0,133$ ).

Serum miyogloblin düzeyleri ve voltaj seviyesi arasında da anlamlı bir ilişki vardı ( $p<0,001$ ). Voltaj seviyesi yüksek olan vakaların miyogloblin düzeylerinin daha yüksek olduğu görüldü (Tablo 12).

Başvuru şikâyeti ile maruz kalınan voltaj arasındaki ilişki Tablo 13'de gösterildi.

**Tablo 13. Hastaların başvuru şikâyeti ile voltaj türü arasındaki ilişki**

Şikâyet	Düşük voltaj		Yüksek voltaj		p
	n	%	n	%	
Yok	45	42,5	4	22,2	<b>&lt;0,001</b>
Yanık	18	17	9	50	
Bilinç kaybı	4	3,8	0	0,0	
Yanık+Travma	8	7,5	2	11,1	
Ağrı+Hissizlik	18	17	0	0,0	
Kardiyak Arrest	1	0,9	3	16,7	
Asistoli+Travma	3	2,8	0	0,0	
Travma	9	8,5	0	0,0	

Düşük voltaja maruz kalan hastalar arasında herhangi bir şikâyeti olmayanların oranı, yüksek voltaja maruz kalanlara kıyasla daha yüksekti.

Yüksek voltaja maruz kalan grupta yanık şikâyetinin diğer gruba göre anlamlı olarak daha yüksek olduğu görüldü (Tablo 13).

Voltaj seviyesi ile EKG bulguları arasındaki ilişki değerlendirildiğinde; düşük voltaj hastalarının 91 (%85,8)'i, yüksek voltaja maruz kalan hastaların ise 13 (%72,2)'ünde normal sinüs ritmi saptandı. Ayrıca ölümcül bir ritim olan VF, düşük voltaja maruz kalan hastaların 1'inde görülürken yüksek voltaja maruz kalanların 3'ünde görüldü. İstatiksel olarak voltaj türleri ile EKG bulguları arasında anlamlı bir ilişki saptanmadı (Tablo 14).

**Tablo 14. Voltaj türü ile EKG bulguları arasındaki ilişki**

EKG	Düşük voltaj		Yüksek voltaj		p
	n	%	n	%	
Normal sinüs ritmi	91	85,8	13	72,2	0,167
Sinüs taşikardisi	4	3,8	1	5,6	
VES	1	0,9	0	0,0	
AF	1	0,9	0	0,0	
ST-T değişikliği	6	5,7	1	5,6	
VF	1	0,9	3	16,7	
Sağ dal bloğu	2	1,9	0	0,0	

Voltaj seviyesi ve acilden sonlanım karşılaştırıldığında anlamlı fark saptandı ( $p < 0,001$ ). Voltaj seviyesi düşük olan vakaların acilden taburcu olarak sonlanma oranı daha fazlaydı. Voltaj seviyesi yüksek olanların ise servis ve yoğun bakıma yatış, eks ya da sevk olarak sonlanma oranları daha fazlaydı (Tablo15).

Voltaj seviyesi ve hastaneden sonlanım karşılaştırıldığında da anlamlı fark saptandı ( $p = 0,019$ ). Voltaj seviyesi düşük olan vakaların hastaneden taburcu olarak sonlanma oranı daha fazlaydı. Voltaj seviyesi yüksek olanların ise eks ya da sevk olarak sonlanma oranının daha fazla olduğu saptandı (Tablo 15).

**Tablo 15. Voltaj türüne göre hastaların acil servis ve hastane sonlanımları**

	Sonlanım	Düşük voltaj		Yüksek voltaj		p
		n	%	n	%	
<b>Acilden sonlanım</b>	Taburcu	56	52,8	1	5,6	<b>&lt;0,001</b>
	Servise yatış	25	23,6	8	44,4	
	Yoğun bakıma yatış	10	9,4	4	22,2	
	Tedavi reddi	12	11,3	1	5,6	
	Sevk	2	1,9	2	11,1	
	Eks	1	0,9	2	11,1	
<b>Hastaneden sonlanım</b>	Taburcu	101	95,3	13	72,2	<b>0,019</b>
	Eks	3	2,8	3	16,7	
	Sevk	2	1,9	2	11,1	

Çalışmamızda 29 vakada komplikasyon gelişti. Bu hastaların 16'sında yanık mevcut olup, yanığı olanların 3 tanesinde yüksekten düşmeye bağlı komplikasyonlar da gelişti. Yanıklar genellikle 3. derece olup, bu hastalar çeşitli operasyonlar geçirdi. EY sonucu komplikasyon gelişen hastaların 8'i yüksekten düşmeye bağlı travma geçirdi. Hastaların 3'ünde akciğer kontüzyonu gelişirken birinde hemo-pnömotoraks gelişti. Bir hastada omuz çıkığıyla beraber humerus boyun fraktürü saptandı. Bir hastada temporal fraktürle beraber pnömosefali gelişirken diğer bir hastada da kalça fraktürü ve vertebrada transvers proçes fraktürü saptandı.

Kardiyak komplikasyon gerçekleşen yedi hastadan dördü VF'ye bağlı öldüğü saptandı. Nörolojik komplikasyon gelişen dört olguda sırasıyla iskemik serebrovasküler hastalık (SVH), servikal ödemin eşlik ettiği quadriparezi, epileptik nöbet ve sol hemiparezi geliştiği görüldü.

## 5. TARTIŞMA

Elektrik çarpmasına bağlı yaralanmalar elektriğin hayatımızda sıkça kullanılması ve gerekli önlemlerin yeterince alınmamasına bağlı olarak karşımıza çıkmaktadır. Gündelik hayatta ve iş yerlerinde elektrikle çalışan aletlerin artması, yeterli eğitim ve kontrol önlemlerinin eksikliği nedeniyle elektrik çarpmasına bağlı yaralanmalar ciddi düzeyde mortalite ve morbiditeye sebep olmaktadır. Elektrik çarpması elektrik akımının insan vücudundan geçerek elektrik yükünü toprağa ileterek deşarj olmasıdır. Çarpılma esnasında elektrik akımı insan vücudunun sinir sistemini bozarak vücutta kasılma, kramp, deride yanmalar, kalpte ve beyinde hasar meydana getirebilir. Elektrik çarpmasından kaynaklanan yaralanma derecesi, insan vücudundan geçen gerilimin büyüklüğü, akımın şiddeti, çarpılma esnasında akımın insan üzerinden geçme süresi ve bulunduğu ortamda vücudun kuru ve ıslak olması gibi birçok faktöre bağlı değişiklik göstermektedir<sup>19</sup>.

EY halen önemli halk sağlığı sorunlarından birisidir. EY insidansı ergenlik yıllarında azalır ve yetişkinler iş hayatına girdikçe tekrar artar<sup>6</sup>. Yaş ile ilgili olarak çevresel elektrik yaralanmalarının bimodal bir dağılımı vardır<sup>4</sup>. Yetişkinler arasında, kazazedelerin yüzde 90'ından fazlası erkeklerdir<sup>7</sup>. Avustralya'da yapılan bir çalışmada erkek-kadın oranı 3:1 ve her iki cinste de en sık 20-30 yaş arasında görülmüştür<sup>59</sup>. İran'da Ghavami ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada en sık etkilenen yaş grubu 21-30 yaş grubu (n = 263, %38,6), bunu 31-40 yaş grubu (n = 142, %20,8) ve 11-20 yaş grubu (n= 122, %17,9) izledi. Aynı çalışmada elektriksel yanık yaralanması, erkekleri kadınlardan daha fazla etkilemiştir (erkek / kadın oranı: 2,9)<sup>60</sup>. Cander ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, 33 EY olgusunun %93,4'ünün erkek olduğu, yaş ortalamaları ise 24 ± 16 (2- 75) yıl olarak tespit edilmiştir<sup>61</sup>. Bizim çalışmamızda da literatür ile uyumlu olarak vakaların %83,1'ini erkekler oluşturmaktaydı ve yaş ortalamaları 31,5 ± 11,2 (Min-Maks: 18-65) yıl olarak hesaplandı. Ayrıca çalışmamızda daha çok genç hastaların etkilendiği görüldü.

Voltaj seviyesi, yaralanma derecesinde genellikle kesinlik ile bilinen tek değişken olduğundan, elektriksel yaralanmalar genellikle yüksek voltaj veya düşük voltaj olarak sınıflandırılır. Düşük voltajlı elektrik yaralanmaları termal yanıklara benzer; hasar zonları yüzeyden derine ve çevreye doğru ilerler<sup>62</sup>.

Yüksek voltajlı elektrik yaralanmaları ise termal yanıklardan farklı fizyopatolojik mekanizmayla oluşmakta ve spesifik bir hastalıktan öte bir sendrom özelliği taşımaktadır. Oluşan hasarın başlıca özelliği nekrozun en fazla kemikleri çevreleyen derin dokularda olması ve başlangıçta sağlam görünen dokuların ilerleyen günlerde nekrotik hale gelmesidir<sup>63</sup>. Rai ve arkadaşları, yaptıkları bir çalışmada, EY olgularının %37'sinin düşük voltaja, %63'ünün de yüksek voltaja maruz kaldıklarını bulmuşlardır<sup>13</sup>. Benzer olarak Karadaş ve arkadaşlarının çalışmasında ise olguların %45,5'inin düşük voltaj ile %54,5'inin de yüksek voltaj elektrik ile yaralandığı saptanmıştır<sup>64</sup>. Bizim çalışmamızda ise bu çalışmalardan farklı olarak düşük voltaja maruz kalan 106 (%85,5) hasta, yüksek voltaja maruz kalan 18 (%14,5) hasta tespit edildi. Bu da gösteriyor ki çalışmamızdaki olguların büyük çoğunluğu düşük voltajlı yaralanmalara maruz kalmıştır.

İnşaat ve elektrik işçileri tüm elektrik yaralanmalarının yaklaşık üçte ikisini oluşturur<sup>16</sup>. EY, ABD'de işgücüyle ilişkili ölümlerin ikinci önde gelen nedenidir<sup>17</sup>. Elektrik akımı yaralanmaları erkeklerde iş kazası niteliğinde daha sık görülürken, kadınlarda ise ev kazaları daha ön plandadır<sup>65</sup>. Cander ve ark. çalışmalarında inceledikleri hastalardan 17 (%51) hastanın ev kazası, 16 (%49) hastanın ise iş kazası nedeni ile elektrik akımına maruz kaldığı tespit edilmiştir<sup>61</sup>. Oğuztürk ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada ise yüksek voltajlı elektrikle yaralanan hastaların tamamının inşaat veya yüksek gerilim hatlarında çalıştığı saptanmıştır<sup>66</sup>. Bizim çalışmamızda da literatür ile uyumlu olarak vakaların %40,3'ü iş kazası olarak rapor edildi ve olguların tamamı erkekti. Ayrıca yüksek voltaja maruz kalan 18 (%14,5) hastanın tamamı aynı zamanda iş kazasıydı. İş kazası olanların temas süreleri de daha uzun olduğu saptandı.

Kardiyak asistoli ve VF, EY'nin kardiyak etlilerinden en ciddi olanlarıdır. Bununla birlikte, çok daha iyi bir prognozu olan birçok başka disritmiler de vardır. En sık görülenler arasında sinüs taşikardisi ve spesifik olmayan ST ve T dalga değişiklikleri bulunur. Çeşitli kalp blokları, his-demet blokları ve QT aralığının uzaması gibi iletim bozuklukları da yaygındır. Arrowsmith ve ark. çalışmalarında, olguların %3'ünde EKG anormalliği olduğunu bildirmişlerdir. Vural ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, elektrik yaralanmasında hastaların EKG'lerin %50,9'u normal, geriye kalan hastalardaki sinüs taşikardisi, AF, VES

ve sağ dal bloğu saptamışlardır. Akkaş ve ark. EY nedeniyle acil servise getirilen 102 hastanın yedisinde asistoli ve birinde VF bildirmişlerdir<sup>67</sup>. Bizim çalışmamızda hastaların %83,9'unda EKG normal iken geri kalan hastalarda sinüs taşikardisi, ST ve T dalga değişiklikleri, AF ve VES saptandı. Ayrıca hastaların %3,2'sinde ölümcül bir ritim olan VF görüldü.

Elektrik yaralanmalarında doku nekrozu; dramatik bir biçimde hızlı ilerleyerek, geniş bir alanı etkileyebilir. Akıma maruz kalınan süre arttıkça oluşan hasar daha büyük boyutlara ulaşmaktadır<sup>68</sup>. Çizgili kaslardaki sinirlerin elektriksel olarak veya kasların direkt uyarılması ile kaslarda yırtılma, ödem, rabdomiyoliz ve miyonekroz oluşmakta kaslarda kompartman sendromu gelişebilmektedir. Bunun sonucunda, CK, CK-MB ve laktat dehidrogenaz (LDH) gibi laboratuvar parametreleri yükselmekte ve bu parametreler doku hasarının takibinde kullanılmaktadır<sup>64</sup>. Kopp ve arkadaşları tarafından yapılan, retrospektif bir çalışmada, EY sebebiyle takip edilen hastalarda, serum CK seviyelerinin yüksek olduğu grupta mortalite ve morbiditenin daha yüksek olduğu saptanmıştır<sup>69</sup>. Yapılan bazı çalışmalarda yine miyogloblin ve CK'nın hastanın doku hasarı ve prognozunu izleminde takip edilebileceği yönünde öneriler sunulmaktadır. Yüksek voltajlı yaralanmalarda yanık derecesi daha yüksek saptanmış olup CK, CK-MB ve miyogloblin değerlerinin de daha yüksek olduğu görüldü.

Elektrik yaralanmaları yanık, ortopedik sorunlar, kardiyak problemler gibi farklı sistemleri etkileyen birçok komplikasyona neden olmaktadır. Yanıklar, elektrik kazalarıyla ilgili en yaygın yaralanmalardır<sup>12</sup>. Akut komplikasyonlar arasında künt travmaya bağlı kırıklar ve yanıklardan kaynaklanan kompartman sendromu da bulunur<sup>42</sup>. Çalışmamızda hastaların %76,6'sında herhangi bir komplikasyon gelişmediği, %23,4'ünde ise komplikasyon geliştiği görüldü. Literatüre paralel şekilde çalışmamızda en sık görülen komplikasyon yanığı (%55,2). Bunu ortopedik sorunlar ve kardiyak disritmiler takip ediyordu.

Cancio ve ark. yaptıkları bir çalışmada, EY ile takip edilen vakaların %25'inde yüksekten düşmeye bağlı çeşitli komplikasyonlar geliştiğini bildirmişlerdir. Eşlik eden bu komplikasyonlar, hastaların tedavisini zorlaştırmaktadır<sup>70</sup>. Kaya ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada, elektrik çarpması nedeniyle acil servise başvuran 152 hastanın 48 (%31,5)'inin yüksekten düştüğü, bunlardan 8 (%5,2)'inin de yaşamını yitirdiği bildirilmiş olup

yüksekten düşme ile mortalite arasında ilişki bulunmuştur<sup>71</sup>. Blumenthal yaptığı çalışmada elektrik akımı ile yaralanan 35 olgunun 6 (%17,1)'sında uzun kemik kırığı, 5 (%14,2)'inde uzuv amputasyonu oluştuğunu bildirmiştir<sup>72</sup>. Çalışmamızda EY sonucu yüksekten düşen %22 hastanın 8'inde travmaya bağlı komplikasyon gelişti. EY sonrası yüksekten düşmeye bağlı komplikasyon gelişen hastaların 3'ünde akciğer kontüzyonu gelişirken birinde hemopnömotoraks gelişti. Bir hastada omuz çıkığıyla beraber humerus boyun fraktürü saptandı. Bir hastada temporal fraktürle beraber pnömosefali gelişirken diğer bir hastada da kalça fraktürü ve vertebrada transvers proçes fraktürü saptandı. Bu hastaların tamamı iş kazasıydı ve çoğu inşaat işçisiydi. Bu da bize iş güvenliğinin artırılmasının ve eğitimsiz işçi çalıştırılmamasının gerektiğini göstermektedir.

Elektrik yaralanmaları kalbi iki yolla etkiler. Birinci yol elektriğin direkt miyokardiyal nekroza neden olması, ikinci yol ise kardiyak aritmilere neden olmasıdır. Miyokardiyal hasar, akım tipi ve voltaja bağlıdır. Yüksek voltaj ile daha yaygın olmaya eğilimlidir<sup>73</sup>. Asistoli ve ventriküler fibrilasyon, elektrik yaralanmalarının kesinlikle en tehlikeli kardiyak komplikasyonudur. Çalışmamızda kardiyak komplikasyon gerçekleşen yedi hastadan dördü VF'ye bağlı öldüğü saptandı.

EY'den sonra santral ve periferik sinir sistemlerinde hasar meydana gelebilir. Hastalar klinik olarak bilinç kaybı, halsizlik veya paralizi, solunum depresyonu, otonomik disfonksiyon ve hafıza kaybı gibi şikâyetlerle karşımıza çıkabilirler<sup>34-36</sup>. Çalışmamızda, nörolojik komplikasyon gelişen dört olguda sırasıyla iskemik SVH, servikal ödemin eşlik ettiği quadriparezi, epileptik nöbet ve sol hemiparezi geliştiği görüldü.

Elektrik yaralanmalarında ölüm, çoğunlukla solunum dolaşım durması nedeniyle oluşurken, olguların yüksekten düşmesi sonucunda genel vücut travmasına bağlı olarak veya vücutta oluşan yanık alanları sebebiyle ya da gelişen komplikasyonlar nedeniyle görülebilmektedir<sup>65</sup>. EY ile ilgili yapılmış çalışmalarda değişik ölüm oranları bildirilmektedir. Edlich ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada elektrik yaralanmalarına bağlı ölüm oranı %3 ile %15 arasında bildirilmiştir<sup>74</sup>. Cheng ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada EY'ye bağlı mortalite oranı %6 olarak bildirilmiştir<sup>75</sup>. Bizim çalışmamızda da literatür ile uyumlu olarak ölüm oranı %4,8 olarak saptandı.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamız, 5 yıllık sürede EY tanısı alan 124 hastanın dahil edilerek verilerinin karşılaştırıldığı retrospektif bir çalışmadır. Elde ettiğimiz verilere göre;

1. Hastaların %83,1'i erkek, %16,9'u kadındı ve yaş ortalamaları  $31,5 \pm 11,2$  yıl olarak bulundu.
2. Voltaj seviyesi ile cinsiyet arasında fark anlamlı bulundu ( $p=0,004$ ). Kadınların tamamının düşük voltajlı yaralanma ile başvurduğu görüldü.
3. Hastaların, %85,5'i düşük, %14,5'i yüksek voltaja maruz kaldıkları saptandı.
4. Elektriğe temas edilen süreye göre bakıldığında, 104 (%83,9) hastanın kısa süreli, 20 (%16,1) hastanın ise uzun süreli maruz kaldığı görüldü.
5. Elektrik yaralanmasına maruz kalan hastaların %59,7 meslekle ilişkisi olmadığı, %40,3 ise iş kazası neticesinde maruz kaldığı görüldü.
6. Hastaların başvuru şikâyetleri değerlendirildiğinde; hiç şikâyeti olmayan 49 (%39,5) hasta, izole yanık ile başvuran 27 (%21,8) hasta ve travmanın da eşlik ettiği yanık ile başvuran 10 (%8,1) hasta olduğu saptandı.
7. Hastaların %83,9'unda EKG normal iken geri kalan hastalarda sinüs taşikardisi, ST ve T dalga değişiklikleri, AF ve VES saptandı. Ayrıca hastaların %3,2'sinde ölümcül bir ritim olan VF görüldü.
8. Hastaların %76,6'sında herhangi bir komplikasyon gelişmediği, %23,4'ünde ise komplikasyon geliştiği görüldü. Voltaj seviyesi yüksek vakalarda komplikasyon oranı daha fazlaydı ( $p=0,001$ ).
9. En sık görülen komplikasyon yanıktı (%55,2). Bunu ortopedik sorunlar ve kardiyak disritmiler takip ediyordu.
10. Olguların %65,9'unda ciltte yanık izine rastlanılmazken, %14,6'sında 3. dereceden yanık, %9,8'inde 2. dereceden yanık saptandı.
11. Yüksek voltajlı yaralanmalarda yanık derecesi daha yüksek saptanmış olup CK, CK-MB ve miyogloblin değerlerinin de daha yüksek olduğu görüldü.
12. Yüksek voltaja maruz kalanlarda hastanede kalış süreleri anlamlı yüksek bulundu ( $p=0,001$ ).



13. Sonlanım açısından %46'sının acil servisten taburcu olduğu, %26,6'sının servislere ve %11,3'ünün yoğun bakıma yattığı, yalnızca üç hastanın öldüğü saptandı. Voltaj seviyesi düşük olan vakaların acilden taburcu olarak sonlanma oranı daha fazlaydı.
14. Hastane sonlanımı açısından değerlendirildiğinde hastaların %91,9'unun (n=114) taburcu olduğu ve %4,8'inin (n=11) öldüğü saptandı.

Sonuç olarak, acil servise elektrik yaralanmaları nedeniyle başvuran hastaların çoğunluğunun düşük voltaja maruz kaldıkları ve belirgin bir şekilde erkek cinsiyeti hâkimiyeti göze çarpmaktadır. Özellikle yüksek voltaj yaralanmalarının tamamının iş kazası sonucu olduğu ve komplikasyonlarının daha fazla olduğu görülmektedir. Bu sorunu çözmek için eğitim ve bir önleme programı geliştirilmesi faydalı olabilir.

## KAYNAKLAR

1. Rutan RL. Physiologic response to cutaneous burn injury. In: Carrougher GJ, editor. Burn care and therapy. St Louis: Mosby 1998; 1-33.
2. <https://www.uptodate.com/contents/environmental-and-weapon-related-electrical-injuries> Erişim Tarihi 25.05.2018.
3. Mındıkoğlu A. Cerrahi dersleri 1. In: Yanıklar ve tedavileri. İstanbul TıpYayınevi, İstanbul 1993, pp. 127-407.
4. Kalkan T, Demir M, Yazar S. A dynamic study of the thermal components in electrical injury mechanism for beter understanding and management of electric trauma : an animal model. Burns 2004; 4: 334-40.
5. Ata U. Yanıklar ve tedavileri In: Şahinoğlu A H (ed), Yoğun bakım sorunları ve tedavileri. Türkiye Klinikleri Yayınevi, Ankara 1992, pp. 771-86.
6. Kopp J, Loos B, Spilker G, et al. Correlation between serum creatine kinase levels and extent of muscle damage in electrical burns. Burns 2004;30:680-683.
7. Hussmann J, Kucan JO, Russell RC, et al. Electrical injuries-morbidity, outcome and treatment rationale. Burns 1995;21:530-5.
8. Carleton SC: Cardiac problems associated with electrical injury. Cardiol Clin 1995; 13: 263–266.
9. Güloğlu C, Orak M, Altuncu YA. Electrical injury and burns. Turkiye Klinikleri J Surg Med Sci 2007;3:84-8.
10. Türedi S, Gündüz A, Tatlı O, ve ark. KTÜ Farabi Hastanesi Acil Servisine Elektrik Yaralanmaları ile Başvuran Hastaların Değerlendirilmesi. Akademik Acil Tıp Dergisi 2007; 5:25-29.
11. Casini V: Overview of electrical hazards. In: Worker Deaths by Electrocution: A Summary of NIOSH Surveillance and Investigative Findings. Washington, DC, Department of Health and Human Services (NIOSH), May 1998, pp 5– 8. Publication No. 98-131.

- 12.** O'Keefe KP, Semmans R. Lightning and Electrical Injuries. In: Walls RM (ed). Rosen's Emergency Medicine Concepts and Clinical Practice. 9 th ed. Philadelphia: Elsevier, 2018:1765-71.
- 13.** Rai J, Jeschke MG, Barrow RE, et al. Electrical injuries: a 30-year review. J Trauma 1999;46:933-936.
- 14.** Baker MD, Chiaviello C. Household electrical injuries in children. Epidemiology and identification of avoidable hazards. Am J Dis Child 1989; 143:59.
- 15.** Jain S, Bandi V. Electrical and lightning injuries. Crit Care Clin 1999; 15:319.
- 16.** Baxter CR, Waeckerle JF. Emergency treatment of burn injury. Ann Emerg Med 1988; 17:1305.
- 17.** Cawley JC, Homce GT. Occupational electrical injuries in the United States, 1992-1998, and recommendations for safety research. J Safety Res 2003; 34:241.
- 18.** <http://diyot.net/dogru-akim-alternatif-akim-nedir/>. Erişim Tarihi: 26.05.2018.
- 19.** <http://www.elektrikde.com/Elektrik-carpmasinda-elektrik-akiminin-insan-vucuduna-etkileri.html>. Erişim Tarihi: 30.05.2018.
- 20.** <http://diyot.net/elektrik-carpmasi/> Erişim Tarihi: 30.05.2018.
- 21.** Cooper MA: Emergent care of lightning and electrical injuries. Semin Neurol 1995; 15: 268 –278.
- 22.** Cabanes J. Physiologic effects of electric currents on living organisms, more particularly humans. In: Electric Shock Safety Criteria: Proceedings of the First International Symposium on Electric Shock Safety Criteria, Bridges JE, Ford CL, Sherman IA.
- 23.** Soar J: European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 8. Resuscitation 2010; 81:1400-43.
- 24.** Bernstein T: Electrical injury: Electrical engineer's perspective and an historical review. Ann NY Acad Sci 1994; 720:1-10.
- 25.** Fahmy SF, Brinsden MD, Smith J, et al. Lightning: The multisystem group injuries. J Trauma 1999; 46:937-940.
- 26.** Hettiaratchy S, Dziewulski P. ABC of burns: pathophysiology and types of burns. BMJ 2004; 328:1427-1429.
- 27.** ten Duis HJ. Acute electrical burns. Semin Neurol 1995; 15:381.

28. Price TG, Cooper MA. Electrical and lightning injuries. In: Marx JA, Hockberger RS, Walls RM, eds. Rosen's Emergency Medicine Concepts and Clinical Practice. Philadelphia, PA: Mosby-Elsevier, 2006:2267-78.
29. Arnaldo BD, Purdue GF, Kowalske K, et al. Electrical injuries: a 20-year review. *J Burn Care & Rehabil* 2004; 25:479-84.
30. Housinger TA, Green L, Shahangian S, et al. A prospective study of myocardial damage in electrical injuries. *J Trauma* 1985; 25:122-4.
31. Taussig HB: "Death" from lightning-and the possibility of living again. *Ann Intern Med* 1968; 68:1345-53.
32. Chandra NC, Siu CO, Munster AM: Clinical predictors of myocardial damage after high voltage electrical injury. *Crit Care Med* 1990; 18:293-7.
33. Hunt JL, McManus WF, Haney WP, et al. Vascular lesions in acute electric injuries. *J Trauma* 1974; 14:461– 473.
34. Ramati A, Pliskin NH, Keedy S, et al. Alteration in functional brain systems after electrical injury. *J Neurotrauma* 2009; 26:1815.
35. Cherington M. Spectrum of neurologic complications of lightning injuries. *NeuroRehabilitation* 2005; 20:3.
36. Davis C, Engeln A, Johnson E, et al. Wilderness medical society practice guidelines for the prevention and treatment of lightning injuries. *Wilderness Environ Med* 2012; 23:260.
37. Chudasama S. Does voltage predict return to work and neuropsychiatric sequelae following electrical burn injury. *Ann Plast Surg* 2010; 64:522-5.
38. ten Duis HJ, Klasen HJ, Reenalda PE. Keraunoparalysis, a 'specific' lightning injury. *Burns Incl Therm Inj* 1985; 12:54.
39. Pannucci CJ, et al: Temporal changes in DVT risk after electrical injury. *J Burn Care Res* 2011; 32:442-4.
40. Park KH. Alterations in arterial function after high-voltage electrical injury. *Crit Care* 2012; 16:R25.
41. Modayil PC. Inner ear damage following electric current and lightning injury: a literature review. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2014; 271:855-61.
42. <https://emedicine.medscape.com/article/770179-overview>. Erişim Tarihi: 09.06.2018.
43. Haberal M, Uçar N, Bayraktar U, et al. Visceral injuries, wound infection and sepsis following electrical injuries. *Burns*. 1996; 22:158.

44. Rijhwani A, Sunil I. Colonic fistula complicating electric burns-a case report. *J Pediatr Surg.* 2003; 38:1232.
45. Cherington M, Kurtzman R, Krider EP, et al. Mountain medical mystery: unwitnessed death of a healthy young man, caused by lightning. *Am J Forensic Med Pathol* 2001; 22:296-98.
46. Kidd M, Hultman CS, Van Aalst J, et al. The contemporary management of electrical injuries: resuscitation, reconstruction, rehabilitation. *Ann Plast Surg* 2007; 58:273-78.
47. Haberal MA. An eleven-year survey of electrical burn injuries. *J Burn Care Rehabil* 1995; 16:43-8.
48. Spies C, Trohman RG. Narrative review: Electrocution and life-threatening electrical injuries. *Ann Intern Med* 2006; 145:531-7.
49. Rosen CL, Adler JN, Rabban JT, et al. Early predictors of myoglobinuria and acute renal failure following electrical injury. *J Emerg Med* 1999; 17:783-9.
50. Ahrenholz DH, Schubert W, Solem LD. Creatine kinase as a prognostic indicator in electrical injury. *Surgery* 1998; 104:741-47.
51. Guinard JP, Chiolero R, Buchser E, et al. Myocardial injury after electrical burns: short and long term study. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 1987; 21:301-2.
52. McBride JW, Labrosse KR, McCoy HG, et al. Is serum creatine kinase-MB in electrically injured patients predictive of myocardial injury? *JAMA* 1986; 255:764-8.
53. Fish RM. Electric injury, part II: specific injuries. *J Emerg Med* 2000; 18:27-34.
54. Tompkins GS, Henderson RC, Peterson HD. Bilateral simultaneous fractures of the femoral neck: case report. *J Trauma* 1990; 30:1415-1416.
55. Bailey B, Gaudreault P, Thivierge RL. Cardiac monitoring of high-risk patients after an electrical injury: a prospective multicentre study. *Emerg Med J* 2007; 24:348-52.
56. Dollery W. Towards evidence based emergency medicine: best BETs from the Manchester Royal infirmary. Management of household electrical injury. *J Accid Emerg Med* 1998; 15:228.
57. Claudet I, Marechal C, Debuissou C, et al. [Risk of arrhythmia and domestic low-voltage electrical injury]. *Arch Pediatr* 2010; 17:343-9.

- 58.** Chen EH, Sareen A. Do children require ECG evaluation and inpatient telemetry after household electrical exposures?. *Ann Emerg Med* 2007; 49:64-7.
- 59.** Sophie Pointer James Harrison: Electrical injury and death April 2007. AIHW National Injury Surveillance Unit, Research Centre for Injury Studies, Flinders University, South Australia.
- 60.** Ghavami Y.; Mobayen M. R. ; Vaghardoost R. Electrical Burn Injury: A Five-Year Survey of 682 Patients. *Trauma Mon* 2014; 19:e18748.
- 61.** Cander B, Dur A, Koyuncu F, ve ark. Elektrik Yaralanmalarının Demografik Özellikleri ve Yatış Süresi Üzerine Etkili Faktörler *Akademik Acil Tıp Dergisi* 2010; 2:72-4.
- 62.** Laberge LC, Ballard PA, Daniel RK. Experimental electrical burns low voltage. *Ann Plast Surg* 1984; 13:185-90.
- 63.** Shaw JM, Robson MC. Electrical injuries. *Total Burn Care*. Ed. DN Herndon. London, W.B. Saunders, 1996; 401-407.
- 64.** Karadaş S, Gönüllü H, Öncü MR, ve ark. Elektrik çarpmalarında voltaj farkının komplikasyonlar ve miyopati üzerine etkisi *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg* 2011; 17:349-53.
- 65.** Türkmen N, Eren B, Fedakar R, ve ark. Bursa ilinde elektrik akımı ile yaralanma sonucu ölümler. *Ulus Travma Acil Cerrahi Dergisi* 2008; 14:65-9.
- 66.** Oğuztürk H, Turtay MG, Ertan C, ve ark. Elektrik Yaralanmaları: Demografik ve klinik özellikler. *Haseki Tıp Bülteni* 2010; 48:139-41.
- 67.** Akkaş M, Hocagil H, Ay D, et al. Cardiac monitoring in patients with electrocution injury. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg* 2012; 18:301-5.
- 68.** Kılıç Ş, Sözüer EM, Deniz K, ve ark. Deneysel olarak elektrik yaralanması oluşturulan ratlarda serum prokalsitonin ve kreatin kinaz düzeylerinin doku histopatolojisi ile ilişkisi. *Erciyes Tıp Dergisi (Erciyes Medical Journal)* 2007; 29:018-024.
- 69.** Alto H, Takala A, Repo H, et al. Laboratory markers of systemic inflammation as predictors of bloodstream infection in acutely ill patients admitted to hospital in medical emergency. *Eur J Microbiol Infect Dis* 2004; 9: 699-704.
- 70.** Cancio LC, Jimenez-Reyna JF, Barillo DJ, et al. One hundred ninety-five cases of high-voltage electric injury. *J Burn Care Rehabil* 2005; 26:331-40.

- 71.** Kaya H, Gökdemir MT, Söğüt Ö, ve ark. Erişkinlerde yüksek gerilime bağlı elektrik yaralanmalarında mortaliteye etki eden faktörler. Düzce Tıp Dergisi 2013; 15:22-26.
- 72.** Blumenthal R. A retrospective descriptive study of electrocution deaths in Gauteng, South Africa: 2001-2004. Burns 2009; 35:888-94.
- 73.** Koumbourlis AC. Electrical injuries. Crit Care Med 2002; 30:424-30.
- 74.** Edlich RF, Farinholt HM, Winters KL, et al. Modern concepts of treatment and prevention of electrical burns. J Long Term Eff Med Implants 2005; 15:511-532.
- 75.** Cheng PT, Lee CE, Yang JY. Electrical injury-clinical report of 67 cases. Changeng Yi Xue Za Zhi 1994; 17:220-5.



## KISALTMALAR DİZİNİ

- ABD** : Amerikan Birleşik Devletleri  
**AC** : Alternating Current (Alternatif Akım)  
**AF** : Atriyal Fibrilasyon  
**BT** : Bilgisayarlı Tomografi  
**CK** : Creatin Kinase (Kreatin Kinaz)  
**DC** : Direct Current (Doğru Akım)  
**Eks** : Eksitus  
**EY** : Elektrik Yaralanmaları  
**GIS** : Gastrointestinal Sistem  
**Hz** : Hertz (Frekans birimi)  
**I** : Akım  
**KPR** : Kardiyo-Pulmoner Resüsitasyon  
**mA** : Mili Amper  
**R** : Rezistans (Direnç)  
**V** : Volt  
**VF** : Ventriküler Fibrilasyon



## TABLolar DİZİNİ

<b>Tablolar</b>	<b>Sayfa No</b>
Tablo 1 (Alternatif Akım ve Doğru Akımın Karşılaştırılması) .....	11
Tablo 2 (Elektrik akımının etkileri) .....	12
Tablo 3 (Elektrik Yaralanmasını Etkileyen Faktörler).....	13
Tablo 4 (Vücut Dokularının Direnci) .....	14
Tablo 5 (Yıldırım çarpması, Yüksek voltajlı ve Düşük voltajlı elektrik yaralanmalarının karşılaştırılması) .....	16
Tablo 6 (Elektrik Yaralanmasına Bağlı Yanık Tipleri) .....	17
Tablo 7 (Hastaların Demografik Özellikleri) .....	28
Tablo 8 (Hastaların EKG bulguları) .....	29
Tablo 9 (Hastaların başvuru şikâyetleri) .....	29
Tablo 10 (Hastaların acil servis ve hastane sonlanımları) .....	30
Tablo 11 (Laboratuvar parametreleri için voltaj türüne göre farklılıklar).....	30
Tablo 12 (Bazı değişkenlerin voltaj seviyesine göre farklılıkları) .....	31
Tablo 13 (Hastaların başvuru şikâyeti ile voltaj türü arasındaki ilişki).....	32
Tablo 14 (Voltaj türü ile EKG bulguları arasındaki ilişki).....	33
Tablo 15 (Voltaj türüne göre hastaların acil servis ve hastane sonlanımları) ...	34