

T.C.  
Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Acil Tıp Anabilim Dalı

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ  
HASTANESİ ACİL TIP KLİNİĞİNE  
ELEKTRİK VE YILDIRIM ÇARPMASINA  
MARUZ KALMA ŞİKAYETİ İLE BAŞVURAN  
HASTALARIN 10 (ON) YILLIK  
RETROSPEKTİF ANALİZİ**

Sibel GÜÇLÜ

UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN  
Prof. Dr. Zeynep ÇAKIR

ERZURUM-2017

T.C.  
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞINA

TIPTA UZMANLIK TEZ SAVUNMA TUTANAĞI

Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Acil Tıp Anabilim Dalı Tıpta uzmanlık öğrencisi araştırma görevlisi **Dr. Sibel GÜÇLÜ** “Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Acil Tıp Kliniğine Elektrik ve Yıldırım Çarpmasına Maruz Kalma Şikayeti ile Başvuran Hastaların 10 (On) Yıllık Retrospektif Analizi” konulu tezini incelemek üzere oluşturulan Değerlendirme tez jürisine üye olarak seçildiğimiz ilgi yazınızla bildirilmesi üzerine **jüri** üyeleri, **05 Temmuz 2017** tarihinde toplanmış ve ilgili öğrenci tez savunmasına alınmıştır.

Tıpta ve Diş Hekimliğinde Uzmanlık Eğitimi Yönetmeliğinin **19. maddesi gereğince** yapılan tez savunmasının tamamlanması sonucunda adı geçeninin tezi **jüri üyelerince oy birliği / oy** çokluğu ile kabul edilmiştir.

Bilgilerinizi ve gereğini arz ederiz.

**Prof. Dr. Zeynep ÇAKIR**  
Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Acil Tıp Anabilim Dalı Başkanı  
**JÜRI BAŞKANI**  
**05.07.2017**

**Doç. Dr. Atıf BAYRAMOĞLU**  
Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Acil Tıp Anabilim Dalı Öğretim Üyesi  
**JÜRI ÜYESİ**  
**05.07.2017**

**Yrd.Doç. Dr. Özlem BİLİR**  
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Tıp  
Fakültesi Acil Tıp Anabilim Dalı Öğretim Üyesi  
**JÜRI ÜYESİ**  
**05.07.2017**

## İÇİNDEKİLER

|                                                              |            |
|--------------------------------------------------------------|------------|
| <b>TABLolar LİSTESİ.....</b>                                 | <b>III</b> |
| <b>ŞEKİLLER LİSTESİ.....</b>                                 | <b>IV</b>  |
| <b>KISALTMALAR LİSTESİ.....</b>                              | <b>V</b>   |
| <b>TEŞEKKÜR .....</b>                                        | <b>VI</b>  |
| <b>ÖZET.....</b>                                             | <b>VII</b> |
| <b>ABSTRACT .....</b>                                        | <b>IX</b>  |
| <b>1. GİRİŞ .....</b>                                        | <b>1</b>   |
| <b>2. GENEL BİLGİLER.....</b>                                | <b>2</b>   |
| 2.1. Epidemiyoloji.....                                      | 2          |
| 2.2. Elektrik Oluşumu .....                                  | 4          |
| 2.3. Yaralanmanın Mekanizması.....                           | 5          |
| 2.4. Hasarın Sınıflandırılması .....                         | 7          |
| 2.5. Organlarla İlgili Hadiseler .....                       | 8          |
| 2.5.1. Kardiyak Etkilenme .....                              | 8          |
| 2.5.2. Renal Etkilenme .....                                 | 9          |
| 2.5.3. Nörolojik Etkilenme.....                              | 9          |
| 2.5.4. Deri Etkilenimi.....                                  | 10         |
| 2.5.6. Vasküler Sistem Etkilenimi.....                       | 12         |
| 2.5.7. Diğer Organlar .....                                  | 13         |
| 2.6. Fizik Muayene.....                                      | 13         |
| 2.7. Tedavi ve Yönetim.....                                  | 14         |
| 2.7.1. Kardiyopulmoner Resüsitasyon (KPR).....               | 14         |
| 2.7.2. Travma Resüsitasyonu ve Nörolojik Değerlendirme ..... | 14         |
| 2.7.3. Kardiyak Yaralanma .....                              | 14         |
| 2.7.4. Sıvı Resüsitasyonu .....                              | 15         |
| 2.7.5. Myoglobinüri .....                                    | 16         |
| 2.7.6. Cilt Yaraları.....                                    | 16         |
| 2.7.7. Gastrointestinal Hasar .....                          | 17         |
| 2.7.8. Diğer Problemler.....                                 | 17         |
| 2.8. Tanısal Çalışmalar.....                                 | 17         |

|                                                            |           |
|------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.9. Yönetim.....                                          | 18        |
| <b>3. GEREÇ VE YÖNTEM.....</b>                             | <b>19</b> |
| 3.1. Araştırmanın Türü ve Etik Yönü.....                   | 19        |
| 3.2. Araştırmanın Yapıldığı Yer ve Zaman.....              | 19        |
| 3.3. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi .....                | 19        |
| 3.4. Verilerin Toplanması .....                            | 20        |
| 3.5. Verilerin Analizi.....                                | 21        |
| <b>4. BULGULAR.....</b>                                    | <b>22</b> |
| 4.1. Hastaların Genel Özellikleri.....                     | 22        |
| 4.2. Demografik Özelliklerin Değerlendirilmesi .....       | 22        |
| 4.3. Hastaların Klinik Özellikleri .....                   | 24        |
| 4.4. Elektriksel Akımın Türüne Göre Değerlendirmeler ..... | 26        |
| 4.5. Laboratuvar Özelliklerinin Değerlendirilmesi .....    | 30        |
| <b>5. TARTIŞMA .....</b>                                   | <b>32</b> |
| <b>6. SONUÇ.....</b>                                       | <b>39</b> |
| <b>7. KAYNAKLAR .....</b>                                  | <b>41</b> |
| <b>EKLER.....</b>                                          | <b>50</b> |
| <b>EK 1. ETİK KURUL KARARI .....</b>                       | <b>50</b> |

## TABLÖLAR LİSTESİ

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablo 1.</b> Elektrik Akımının Şiddetine Göre Patofizyolojik Etkilenim .....          | 5  |
| <b>Tablo 2.</b> Yıldırım çarpmaları, yüksek ve düşük voltaj akım karşılaştırmaları ..... | 7  |
| <b>Tablo 3.</b> Hasta Özellikleri* .....                                                 | 22 |
| <b>Tablo 4.</b> Olayın Oluş Şekline Göre Dağılım .....                                   | 23 |
| <b>Tablo 5.</b> Olayın Oluş Saati ile İlgili Dağılım .....                               | 23 |
| <b>Tablo 6.</b> Hastaların Klinik Seyir Değerlendirilmesi.....                           | 25 |
| <b>Tablo 7.</b> Olayın Oluş Şekli ve Hastaların Klinik Durumları .....                   | 27 |
| <b>Tablo 8.</b> Hastaların Klinik Durum Kıyaslamaları* .....                             | 29 |
| <b>Tablo 9.</b> Grupların Meslekleri ile GKS-Yatış Süreleri Karşılaştırması .....        | 30 |
| <b>Tablo 10.</b> Olayın Oluş Şekli ve Laboratuvar Değerleri Karşılaştırılması .....      | 31 |

## ŞEKİLLER LİSTESİ

|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| Şekil 1. Lichtenberg Figürleri .....         | 12 |
| Şekil 2. Olayın Olduğu Aya Göre Dağılım..... | 24 |
| Şekil 3. Yanık ve Künt Travma Varlığı .....  | 25 |



## KISALTMALAR LİSTESİ

|         |                                            |
|---------|--------------------------------------------|
| AA      | : Alternatif Akım                          |
| ABD     | : Amerika Birleşik Devletleri              |
| ALT     | : Alanin Transaminaz                       |
| AST     | : Aspartat Transaminaz                     |
| BUN     | : Blood Urea Nitrogen                      |
| CDC     | : Centers for Disease Control              |
| CK      | : Creatinin Kinaz                          |
| CK-MB   | : Creatinin Kinaz- Muscle Brain            |
| DA      | : Direkt Akım                              |
| EKG     | : Elektrokardiyografi                      |
| GKS     | : Glaskow Koma Skalası                     |
| Hz      | : Hertz                                    |
| I       | : Akım                                     |
| KPR     | : Kardiyopulmoner Resüsitasyon             |
| Kre     | : Kreatinin                                |
| mA      | : Miliamper                                |
| mg/dL   | : Miligram/Desilitre                       |
| ng/dL   | : Nanogram/Desilitre                       |
| R       | : Direnç                                   |
| SPSS    | : Statistical Packages for Social Sciences |
| SSS     | : Santral Sinir Sistemi                    |
| Tr-I    | : Troponin I                               |
| U/L     | : Ünite/Litre                              |
| V       | : Voltaj                                   |
| VF      | : Ventriküler Fibrilasyon                  |
| WBC     | : White Blood Cell                         |
| $\mu$ L | : Mikrolitre                               |

## TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca bilgi, birikim ve tecrübesinden ilham aldığım, uzmanlık için ne kadar doğru bir seçim yaptığımı dik duruşu ve hoşgörüsüyle bana her gün kanıtlayan, kıymetli vaktini ihtiyacım olduğunda benimle paylaşan, her koşulda yanımda olduğunu hissettiğim, kliniğinde çalışmaktan sonsuz onur ve gurur duyduğum sevgili tez hocam Prof. Dr. Zeynep ÇAKIR’a,

Hem akademik hem sosyal olarak deneyimlerine ve bilgisine güvendiğim, sabırlı ve soğukkanlı olmanın mesleğimizde ne kadar kıymetli olduğunu bana belleten, olaylara bakış açısıyla yol gösterip kişisel anlamda da büyük katkılar sağlayan, her daim yanımda desteğini hissettiğim değerli hocam Doç. Dr. Atıf BAYRAMOĞLU’na,

Her konuda olduğu gibi tezimin tamamlanmasında bana destek veren, klinik gözlemleri ve paylaşımlarıyla her zaman daha iyiye yönlendirmeye çalışan, özverili çalışması ile hepimize örnek olan, değerli kıdemlim Yrd. Doç. Dr. Abdullah Osman KOÇAK’a,

Tezimin istatistik analizi aşamasında yardımlarını esirgemeyen Kamber Kaşeli’ye,

Asistanlığım süresince birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum, hiçbir zaman katkılarını unutmayacağım tüm hocalarıma ve arkadaşlarıma,

Geniş ailem olarak adlettiğim, hüznümüzün ve sevincimizin ortak olduğu, büyük toplulukların bir arada çalışmasının ne kadar zor ama birlik ve beraberlik içerisindeyken ne kadar kolay olabileceğini gösterdiğimiz, acil servisimizdeki asistan arkadaşlarıma, tüm hemşire, triyaj ve personelimize,

Bugünlere gelmemde gecesini gündüzüne katarak, maddi manevi hiçbir fedakarlıktan kaçınmayan, yorulduğumda güç veren, her türlü sıkıntıma anlayış gösteren, desteklerini her zaman hissettiğim biricik annem Yüksel GÜÇLÜ ve İlhami GÜÇLÜ’ye,

Uzakta olsalar da, tez yazımda verdikleri destekle yüzümü güldüren sevgili kardeşlerim Pelin GÜÇLÜ ve Muhammet Murat GÜÇLÜ’ye tüm kalbimle teşekkür ediyorum.

**Arş. Gör. Dr. Sibel GÜÇLÜ**



## ÖZET

### **Atatürk Üniversite Tıp Fakültesi Hastanesi Acil Tıp Kliniğine Elektrik ve Yıldırım Çarpmasına Maruz Kalma Şikayeti ile Başvuran Hastaların 10 (on) Yıllık Retrospektif Analizi**

Elektrik yaralanmaları birçok sistemin hasarlanmasına sebep olan, mortalite ve morbiditesi yüksek olabilen, sıklığı az ama yıkıcı özellikteki yaralanmalardır. Elektrik akımının kaynağı doğal olabildiği gibi, insan üretimi olan bir maddeden de oluşabilir. Doğada elektrik akımı yıldırım çarpmaları şeklindedir ve yüksek oranda mortaldır.

Elektrik yaralanmalarına maruziyet, özellikle çalışma çağındaki bireylerde oluşmaktadır. Dokuda meydana gelen hasar, akımın miktarına, maruz kalma şekline, dokunun direncine ve temasın süresine bağlı olup, kardiyovasküler sistem, solunum sistemi, sinir sistemi, gastrointestinal sistem, kas-iskelet sistemi ve deri hasarlanması gibi çeşitli sistemlerin etkilenimi söz konusudur.

**Amaç:** Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Acil Tıp Kliniğine elektrik ve yıldırım çarpması nedeniyle başvuran hastaların demografik özelliklerini ve laboratuvar verilerini analiz etmektir.

**Bulgular ve Sonuç:** Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Acil Tıp Kliniğine 01.01.2006 ile 06.11.2016 arasında elektrik ve yıldırım çarpması nedeniyle başvuran ve tanı alan 320 hasta çalışmaya dahil edilmiştir.

Çalışmadaki hastaların %16,9'u kadın, %83,1' i erkekti. Ortalama yaş  $24,01 \pm 14,59$  idi. Hastaların %48,4'ü kırsalda, %51,6'sı kent merkezinde ikamet etmekteydi. Olayın oluş şekline bakıldığında %46,6 hasta düşük gerilim, %45,6 hasta yüksek gerilim ve %7,8 hasta ise yıldırıma maruz kalma nedeni ile hastaneye başvurmuştur. Akıma en fazla ağustos ayında maruz kalındığı, hastaların %76,2'sinde vücudunda yanık, %27,5'inde ise künt travma olduğu, başvuran tüm hastalara da EKG çekildiği görülmüştür. Hastanede yatış süresinin  $10,12 \pm 18,82$  gün

olduğu görülmüştür. Olayın oluş şekline göre kıyaslandığında hastaların başvuru GKS'leri, hastaneye başvuru şekli, acilde yapılan konsültasyon sayıları, künt travma varlığı, yatış süreleri arasında anlamlı farklılık çıkmıştır. ( $p<0,001$ ) CK, myoglobin ortalama değerleri laboratuvar üst sınır değerlerinden yüksek çıkmıştır. CK-MB ve Troponin I değerlerinin de tüm gruplarda karşılaştırılmasında anlamlı farklılık bulunmuştur.

**Anahtar Sözcükler:** Acil servis, elektrik, yıldırım, laboratuvar değerleri



## ABSTRACT

### **A Ten-Year Retrospective Analysis of Electrocuted and Thunderstruck Patients Admitted to the Emergency Medicine Clinic of Ataturk University School of Medicine Hospital**

Electrical injury is a rare but destructive type of injury that might have a high mortality and morbidity rate and causes damage to many systems of the body. The origin of the electrical current may be natural, or a man-made material. Electrical current in the nature is in the form of lightning and its mortality rate is quite high.

Electrical injury is seen especially among working individuals. Damage in the tissue depends on the current, type of exposure, resistance of the tissue and duration of contact and it affects various systems such as cardiovascular system, nervous system, gastrointestinal system, musculoskeletal system and skin.

**Aim:** To analyze demographics and laboratory data of the patients admitted to the Emergency Medicine Clinic of Ataturk University School of Medicine Hospital with the complaint of exposure to electrical current and lightning strike.

**Findings and Result :** 320 patients who were admitted to the Emergency Medicine Clinic of Ataturk University School of Medicine Hospital with the complaint of exposure to electrical current and lightning strike, and were diagnosed to have electrical injury between January 1<sup>st</sup>, 2006 to November 6<sup>th</sup>, 2016 were included in the study

16.9% of the patients were female and 83.1% were male. Mean age was  $24.01 \pm 14.59$  years. Among the patients 48.4% lived in rural area and 51.6% lived in the and city. When we look at the type of the injuries, 46.6%, 45.6% and 7.8% of the patients suffered low voltage, high voltage and lightning, respectively. Exposure to electrical current was the most frequent in August; 76.2% of the patients had burns in the body; 27.5% had blunt trauma and ECG of all patients were obtained. Duration of hospitalization was found to be  $10.12 \pm 18.82$  days. Presenting GCS, type of

admittance, number of consultations in the emergency department, presence of blunt trauma and duration of hospitalization were significantly different in different types of events ( $p<0.001$ ). Mean CK and myoglobin levels were higher than the upper limits of the laboratory. CK-MB and Troponin I values were also significantly different among all the groups.

**Key Words:** Emergency, electric, lightning, laboratory values



## 1. GİRİŞ

Elektrik enerjisinin günlük hayatta kullanım oranı oldukça yüksektir. Elektrik enerjisine maruz kalan bireylerde ölümle sonuçlanabilen kazalar da hala fazla sayıda görülebilmektedir. Bu kazalar ev ve iş yerlerinde oluşabileceği gibi, açık alanlarda da gerçekleşebilmektedir. Elektrik akımı nedeniyle ciltte giriş- çıkış yaraları, kemiklerde ve çeşitli organlarda yaralanmalar görülebilmektedir. Bu yaralanmalar değişik derecelerde olabilmektedir. Bu değişikliklerin derecesini ise akımın süresi, türü, şiddeti, gerilimi, vücutta izlediği yol ve dokuların direnci belirlemektedir. Birçok sistemi etkilemesi nedeniyle yüksek mortalite ve morbidite yapma potansiyeline sahiptir. Elektrik akımının dokularda etkisi doğrudan olabildiği gibi, termal enerji ve künt mekanik travma ile dokularda tahribata sebep olabilmektedir.

Elektrik akımına maruz kalan hastalarda ölümlerin en önemli sebebi kardiyak hadiselerdir. Düşük elektrik akımı ile ventriküler fibrilasyon, yüksek elektrik akımı ile asistoli gelişmesi olasıdır. Kardiyak durumlar dışında böbrekler, kas- iskelet sistemi, nörolojik sistem ve cilt gibi birçok sistemde ciddi problemler oluşabilmektedir. Etkili ve gerekli müdahalelerin hızlı bir şekilde yapılmaması durumunda bu sistemlere ait patolojiler kalıcı hale gelebilmektedir.

Bölgemizde 3. düzey sağlık kuruluşu olan hastanemizde elektrik ve yıldırım akımına maruz kalan hastaların başvurusu dikkate alınarak demografik özelliklerinin ve acil servise girişinden başlanıp hastanede kaldığı süre boyunca alınan tetkiklerin özelliklerini değerlendirerek tüm bu sürecin araştırılmasını planladık.

## 2. GENEL BİLGİLER

Elektrik akımına bağılı yaralanmalar nispeten yaygındır. Genelde önlenabilir olup kazalar sebebiyle oluşur. Elektrik akımı doğrudan etki, elektrik enerjisinin termal enerjiye dönüşmesi, künt mekanik travma, dokularda tahrip olma ve organ işlev bozukluklarına neden olabilir. Elektrik akımına maruz kalan hastalarda travmaya yönelik detaylı bir fizik muayene dikkatle yapılmalıdır. Fasyotomi, cilt greftleme gibi çok sayıda cerrahi müdahale gerekebilir ve uzun süreli destekleyici bakıma ihtiyaç duyabilir.

### 2.1. Epidemiyoloji

ABD’de elektrik ve yıldırım çarpmalarına maruz kalanların yaklaşık %4’ünde yanık oluştuğı, yanığı olan 3000 kadar hastanın da ileri düzey yanık merkezlerine başvurduğu görülmüştür [1-4]. Ciddi elektrik yaralanmalarının %40 kadarı mortal seyreder ve her yıl yaklaşık 1000 kadar ölüme neden olur [4-6].

Elektrik yaralanmalarının sebepleri yaşa göre farklılık göstermektedir. Elektrik yaralanmaları yetişkinlerde iş kazalarına, çocuklarda ise kazalara bağılı oluşmaktadır. Altı yaşın altındaki çocuklarda elektrik prizleri ve açıktaki elektrik kablolarına temas ile [7, 8], altı yaşından daha büyük çocuklarda ise elektrik direkleri ve ağaçlara tırmanmakla yüksek gerilime maruz kalma ile elektrik yaralanmalarının sayısı artmaktadır [8, 9].

Elektrik yaralanmaları ergenlik çağında düşüş eğilimindeyken çalışma ortamına giriş sürecinde iş kazaları nedeniyle tekrar artış gösterir. İnşaat ve elektrik sektöründe çalışan işçilerinin elektriksel akıma maruziyeti tüm elektrik yaralanmalarının yaklaşık üçte ikisini oluşturur. ABD’de elektrik yaralanmaları mesleksi ölümle açısından ikinci sırada yer almaktadır. Çocuklarda erkek hastaların kadın hastalara oranı 2:1 iken yetişkinlerde erkeklerin maruziyeti %90’lara varmaktadır [1, 5, 6, 10, 11].

Yıldırım çarpmaları, elektrik yaralanmalarının küçük bir kısmını oluşturmaktadır. ABD’de yılda 300 kişi yıldırım çarpmalarına maruz kalır ve yaklaşık 100’ü ölümlle sonuçlanır [3, 12-14]. Tüm dünyada ise yılda 800-1000 kişiyi etkilemektedir [15]. Yıldırım çarpması olan hastaların %74’ünde kalıcı sakatlıklar oluşabilir, %30’unda ise ölümler görülebilir [4, 12, 16]. Yıldırım çarpmasına bağlı ölümlerin üçte ikisi yaralanmayı seyreden ilk saatte solunum yetmezliği ve ölümcül aritmiler nedeniyle olur [17, 18].

Yıldırım çarpmalarına maruziyet, mevsimsel hatta gün içinde bile değişiklik gösterebilir. Tüm vakaların %90’ından fazlası ilkbahar ve yaz aylarında, neredeyse %70’i de öğleden sonra ve akşamüstü görülür [17, 19].

Yıldırım yaralanmalarında ölümlerin yarısından fazlası dinlenme amacıyla dışarda vakit geçirenlerde olurken, %25 kadarında dışarda çalışırken olur [17, 19].

Mortalite oranının en yüksek olduğu grubun genç erkekler olduğu tespit edilmiştir. Hastalık Kontrol Merkezi (HKM)’nin verilerine bakıldığında 1980-1996 yılları arasında yıldırım çarpması nedeniyle 1318 kişinin öldüğü anlaşılmaktadır. Ölen kişilere bakıldığında %85’inin erkek ve %68’inin 15-44 yaş arasında olduğu, yıldırım çarpması nedeniyle Arizona, Missisipi, New Mexico, Arkansas’ın mortalite insidansı en yüksek iken (10milyonda 9-10), en fazla sayıda ölümlerin Florida ve Teksas’ta görüldüğü bildirilmektedir [17].

Elektrikli silahlar, güvenlik görevlileri tarafından kullanılan, bilinen geleneksel silahlara göre ölüm oranları daha az olan cihazlardır [20]. Bu cihazlar yaygın olarak ceza ya da işkence amaçlı kullanılmaktadır [20]. Taser ve stun gun adlı bu elektrikli silahlar, yüksek voltajlı, düşük amperli doğru akımlı patlamalar yapmaktadırlar [21].

Elektrikli silahlarla ilgili klinik araştırmalar gözden geçirildiğinde bu cihazlara 15 saniyeden daha az maruz kalındığında tehlikeli laboratuvar anormallikleri, fizyolojik değişiklikler, kardiyak iskemi oluşumu veya aritmi oluştuğuna dair hiçbir kanıt bulunamamıştır [22]. Küçük yaş grubuna karşı (n:100,

medyan yaş:16) elektrikli silah kullanımı ile ilgili bir araştırmada da önemli bir yaralanma olmadığı bildirilmiştir [23].

Elektrikli silah yaralanmasında nadir olsa da ölümcül aritmiler bildirilmiştir [24, 25]. Taser cihazına maruziyeti takiben 5-25 dakika içerisinde tıbbi müdahale yapılan 218 kişiden üçünde kardiyak arrest geliştiği raporlanmıştır [24]. Bu cihazlara maruziyette oluşan sersemlik sonucu kişiler düşüp yaralanabilecekleri için dikkatle muayene edilmelidirler. Elektrikli silahlarla kutanöz yanıklar, rabdomiyoliz, cilt kesileri, testis torsiyonu, oküler yaralanma ve gebelerde düşük gibi çeşitli patolojiler oluşabilmektedir [21, 26].

## 2.2. Elektrik Oluşumu

Elektrik, yüksek konsantrasyon noktalarından daha düşük konsantrasyon noktalarına elektronların akışı olarak tanımlanır. Elektrik akımı ise iki nokta arasında saniyede akan elektronların hacmidir. Amper olarak ölçülür. Alternatif akımda (AA) elektronların akış yönü dönüşümlü olarak değişir. Evlerdeki standart akım AA'dır. Saniyede 60 devir yapar. Doğru akımda (DA) elektronların akış yönü sabit kalır. DA akım yıldırımlarda, otomobillerdeki elektrik sistemlerinde, bataryalarda ve demiryolu hatlarında bulunur.

Voltaj (V), elektronları diğer noktaya gitmeye zorlayan potansiyel farktır. Elektrik kaynağı tarafından voltaj büyüklüğü belirlenir. Direnç (R), akımın engellenmesi olarak açıklanır. Akım (I), gerilim (V) ve direnç (R) arasındaki ilişki Ohm Kanunu ile açıklanmaktadır:

$$I = V/R$$

Yani akım voltajla doğru, dirençle ters orantılıdır.



### 2.3. Yaralanmanın Mekanizması

Elektriğe bağlı yaralanmalar üç mekanizma ile oluşur:

- Elektrik akımının dokulara direkt etkisi
- Elektrik enerjisinin termal etkiye dönüşmesi (yüzeyel ve derin yanıklara sebep olur)
- Kunt mekanik yaralanma (yıldırım çarpmaları, kas kasılmaları, elektrik çarpması sonucu düşme nedeniyle)

Elektrik hasarının tür ve derecesi voltaj, akım şiddeti, akıma direnç, kaynakla temas ettiği süre, akışın izlediği yol ve akımın tipi ile değişmektedir [27]. Bunlar arasında en önemli belirleyici etken ise vücuttan geçen akımın miktarıdır. Klinik olarak, 120 V taşıyan 1 miliamper (mA) akımla temas çoğu kişi tarafından algılanmaz. 3 mA hafif karıncalanmaya, 10-12 mA ise ağrıya sebep olmaktadır. 100 mA direkt olarak kalbe yönlendirilerek ventriküler fibrilasyona sebep olabilir [28-30]. (Tablo 1)

**Tablo 1.** Elektrik Akımının Şiddetine Göre Patofizyolojik Etkilenim

| Akım Yoğunluğu | Etki                                                          |
|----------------|---------------------------------------------------------------|
| 1 mA           | Hafif karıncalanma, neredeyse algılanmama                     |
| 3-5 mA         | Herhangi bir çocuk için farkında olacak şekilde akım          |
| 6-9 mA         | Herhangi bir yetişkin için farkında olacak şekilde akım       |
| 16 mA          | Bir kişinin fazla etkilenmeden farkında olacağı maksimum akım |
| 16-20 mA       | İskelet kaslarında tetani                                     |
| 20-50 mA       | Solunum kaslarında paralizi, solunum arresti                  |
| 50-100 mA      | Ventriküler fibrilasyon için eşik değer                       |
| >2 A           | Asistoli                                                      |
| 15-30 A        | Evlerde sigortaların atmasını sağlayan akım                   |
| 240 A          | Evlerde kullanılan maksimum akım (ABD’de)                     |

Joule Yasası'nda da öngörüldüğü gibi; çoğu elektrik akımına maruziyette oluşan doku hasarı, öncelikli olarak akımın oluşturduğu termal enerjiye dayanmaktadır.

$$I_s = \text{akım (I)} \times \text{gerilim (V)} \times \text{temas süresi (t)}$$

$$I_s = I \times (I \times R) \times t$$

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

Direnç, temas alanının, nemin varlığının ve uygulanan basıncın bir fonksiyonudur. Yüksek dirençli dokular akımı iletmekten çok pıhtılaşmaya ve ısınmaya meyillidirler. Sinirler ve kan damarlarının direnci en düşükken, kemik, deri ve yağ dokusunun direnci en yüksektir. Önemli bir elektriksel hasarda, tüm organ sistemleri içerisinde en büyük etkilenim ciltte oluşur. Kuru cildin direnci ortalama 100.000 ohm dirence sahipken, nemlendirildiği zaman direnci 2500 ohm'a kadar düşmektedir [9]. Bu nedenle, bazı durumlarda düşük dirençli dokulara düşük voltaj uygulamaları, yüksek dirence sahip dokulara yüksek voltaj uygulamaktan daha fazla akım oluşturur ve daha zararlı olabilir.

DA akım, kurbanı kaynaktan fırlatacak şekilde tek bir kas kasılmasına yol açar. Bu durumda akıma maruz kalma süresi kısalmış fakat travma oluşma ihtimali daha fazla olur. DA akımın aksine AA akımda tekrarlayan kas kasılmaları oluşur. Maruziyet alanı sıklıkla eldedir. Kurban aslında akım kaynağını eliyle kavramış olabilir. Böylelikle temas süresini uzatmış olur ve oluşan doku hasarını artırabilir. Çünkü kolun fleksiyon kuvveti ekstansiyon kuvvetinden daha fazladır.

Yaralanma için gerekli olan AA akım miktarı, akımın frekansı ile orantılıdır. Frekans, saniyedeki devir ya da hertz (Hz) ile ifade edilir. İskelet kası 15-150 Hz arasındaki frekanslarda tetanik olabilir. 10 Hz frekansta 20 mA'lık akım algılanamayabileceği gibi bazı düşük frekanslı benzer akımlar solunum arresti ya da ventriküler fibrilasyonlara sebep olabilir [9, 31].

## 2.4. Hasarın Sınıflandırılması

Voltaj, kesin olarak bilinen tek değişken olduğu için yaralanmalar da bunun üzerinden sınıflandırılmaktadır. Yüksek voltaj (>1000 V) ve düşük voltaj (<1000 V) şeklinde ayrılır. (tablo 2) Yüksek gerilim hatlarındaki voltaj 100.000 V'dan yüksekken evlere gelen voltaj 110 V (Kuzey Amerika) ve 220 V (Asya ve Avrupa) seviyesindedir. Yıldırım çarpması ise atmosfer ve yer arasındaki potansiyel farka bağlı olduğu için on milyon voltun üzerindedir [9].

**Tablo 2.** Yıldırım çarpmaları, yüksek ve düşük voltaj akım karşılaştırmaları

|                   | Yıldırım çarpmaları          | Yüksek voltaj                                              | Düşük voltaj                         |
|-------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Voltaj (V)        | $>30 \times 10^6$            | >1000                                                      | <600                                 |
| Akım (A)          | >200000                      | <1000                                                      | <240                                 |
| Süre              | Anlık                        | Kısa süreli                                                | Uzun süreli                          |
| Akım tipi         | DA                           | DA/AA                                                      | Sıklıkla AA                          |
| Kardiyak arrest   | Asistoli                     | Ventriküler fibrilasyon                                    | Ventriküler fibrilasyon              |
| Solunum arresti   | Direkt SSS hasarı            | Solunum kaslarının tetanik kasılması ya da indirekt travma | Solunum kaslarının tetanik kasılması |
| Kas kontraksiyonu | Tek                          | Tek (DA), tetanik (AA)                                     | Tetanik                              |
| Yanık             | Nadir, yüzeysel              | Yaygın, derin                                              | Genellikle yüzeysel                  |
| Rabdomiyoliz      | Nadir                        | Çok sık                                                    | Sık                                  |
| Künt travma       | Patlama etkisi (şok dalgası) | Düşme (kas kasılması)                                      | Düşme (nadir)                        |
| Mortalite         | Çok yüksek                   | Orta                                                       | Düşük                                |

Klinik olarak elektriksel yaralanmalar dört şekilde sınıflandırılır [2]:

- 1- Klasik yaralanmada vücut bir döngünün parçası şeklindedir. Giriş ve çıkış yaraları bulunmaktadır. Bu yaralar genellikle akımın izlediği yolu

göstermede yardımcı olmamaktadır. Cilt bulguları içteki termal hasarın derecesini olduğundan az gösterir.

- 2- Parlama yanıkları, akım döngüsüne vücut katılmayıp cilt girdiğinde oluşur.
- 3- Alevlenmeye bağlı hasar, elektrik kaynağının olduğu yerde giysilerin yanması ile oluşur.
- 4- Yıldırım yaralanmaları, saniyenin 1/1000'i ile 1/10'i kadar süren DA akım maruziyeti ile oluşur. Çoğu zaman on milyon voltu aşan gerilime sahiptir [4, 9, 32]. Yıldırım parlamasındaki en yüksek sıcaklık, milisaniyede 30000 kelvin sıcaklığa (güneşten beş kat daha sıcak) kadar yükselir. Çevre ısısının hızla yükselmesiyle 20 atmosfere kadar şok dalgası meydana getirir [9, 32, 33]. Bu şok dalgası tüm vücuttan geçebilir ve mekanik travma oluşturabilir.

Doku direncinin, akıma maruz kalan doku hacminin ve yüzey alanının çeşitliliği nedeniyle akımın seyrini tahmin etmek ve iç organlarda oluşan hasarın ne derecede olduğunu çıkarmak oldukça zordur. Yüzeyel bulgular doku hasar ve nekrozunu olduğundan daha az gösterdiği için tedavi yönetimine rehberlik etmesi açısından dikkatli bir klinik değerlendirme yapılmalıdır.

## **2.5. Organlarla İlgili Hadiseler**

Elektrik yaralanmaları hafif yüzeyel cilt yanıklarından, şiddetli organ etkilenimlerine hatta ölüme kadar çok çeşitli durumlara sebep olabilmektedir.

### **2.5.1. Kardiyak Etkilenme**

Elektrik hasarını takiben oluşan aritmiler yaklaşık olarak %15 oranındadır. Bu aritmilerin çoğu beningdir ve hastaneye başvuruların ilk birkaç saatinde görülür [34, 35]. Elektriğe bağlı kardiyak yaralanmalar sahada, DA akımın sebep olduğu asistoli ve AA akımın sebep olduğu ventriküler fibrilasyon ile karşımıza çıkar [36]. Ventriküler fibrilasyon en sık rastlanan ölümcül aritmidir. Elektriksel akımın yönü bir elden diğerine doğru olan hastaların yaklaşık %60'ında ventriküler fibrilasyon görülmektedir [3, 37].

Elektriksel yaralanmalarda asistol döneminden sonra sinüs ritmine spontan geri dönüşler görülmüştür. Ancak solunumsal paralizi daha uzun sürdüğü için hipoksiden dolayı ventriküler fibrilasyona da dönüş olabilir. Elektriksel yaralanmalar sonucu atriyal disritmiler, 1. ve 2. derece kalp blokları ve dal blokları da bildirilmiştir [3, 35]. İletim bozukluklarının yanı sıra ST segmenti ve T dalgası değişiklikleri gözlemlenebilmekle birlikte genelde özel bir muameleye gerek duyulmadan çözülür.

Miyokardiyal hasar nadir görülmektedir. Buna rağmen yıldırım çarpmasında şok dalgasının neden olduğu ısı hasarı veya miyokardiyal kontüzyon ile miyokardiyal hasar gerçekleşebilir. En sık görülen patolojik kardiyak bulgu kardiyak kontüzyon iken, miyokart infarktüsü nadir görülmektedir [38]. Diğer nadir kardiyak durumlar arasında koagülasyon nekrozunun sebep olduğu miyokardiyal rüptür ve koroner spazmlar vardır [33, 39-43].

### **2.5.2. Renal Etkilenme**

Rabdomiyoliz, masif doku nekrozu sebebiyle oluşabilirken ve pigment bağımlı akut böbrek hasarı nedeniyle komplike hale gelebilir. Ayrıca sıvının ekstrasvasküler alana çıkışı ile hipovolemi, prerenal azotemi ve akut tübüler nekroza neden olabilmektedir.

### **2.5.3. Nörolojik Etkilenme**

Elektrik akımı, vücutta dokular arasında direnci en düşük olan yolu tercih ettiğinden sinirlerin yaralanma yatkınlığı diğer dokulara göre oldukça yüksektir [44]. Elektrik çarpması sonrası hem santral sinir sisteminde hem de periferik sinir sisteminde hasar oluşabilmektedir. Bilinç kaybı, hafıza bozuklukları, güçsüzlük, felç, solunum depresyonu, otonomik disfonksiyon gibi belirtiler verebilir [45-47]. Bu defisitlerde motor bulgular ile duyuşal bozukluklar uyumsuz olabilmektedir. Hasta dolaşmaya yeltenmezse alt ekstremitte zayıflığı başlangıçta gözden kaçabilmektedir. Periferik sinir hasarları ise elektrik kaynağına en sık temas eden bölge olması nedeniyle ellerde daha fazla oranda görülmektedir [48]. Yıldırıma maruz kalan vakaların hemen hemen tamamında amnezi ve mental durum değişiklikleri de

görülebilmektedir [49]. Yüksek voltaja maruziyetten kaynaklanan nörolojik hasarın klinik bulguları hemen görülebileceği gibi, günler ve hatta aylar sonra da ortaya çıkabilir [50].

Keraunoparalizisi, yıldırım çarpmalarına bağlı olarak gelişen soğuk, soluk, nabızsız ve duyu defisitlerinin olduğu ekstremiteler (alt ekstremitelerde daha yaygın) şeklinde kendini gösteren geçici paralizidir. Bu bulgular katekolamin salınımı ve vasküler spazma sekonder olarak gelişmektedir [44]. Sıklıkla saatler içinde düzelmesine rağmen kalıcı hasar da oluşabilmektedir [47, 51].

Yıldırıma maruz kalan hastalarda otonomik disfonksiyon nedeniyle pupiller sabit, dilate veya anizokorik olabilir. Bu nedenle sabit, dilate veya anizokorik pupilleri olan hastalarda resüsitasyonu bırakma kararında pupil muayenesi etkin olmamalıdır [9]. Hipoksik ensefalopati, intraserebral hemoraji, serebral infarktüs ve spinal kemik kırıkları da yıldırım çarpmalarının komplikasyonlarındandır [52, 53].

#### **2.5.4. Deri Etkilenimi**

Elektriksel yaralanmalar sonrasında yüzeysel, kısmi veya tam kat termal yanıklar oluşabilir. Cilt yüzeyinde  $\text{mm}^2$ 'ye 20 saniyelik 20-35 mA'lık maruziyet ile cilt sıcaklığı  $50^\circ\text{C}$ 'ye ulaştığı tahmin edilir. Bu nedenle şişlik ve su toplanmalarına sebep olduğu düşünülür [54]. Aynı sürede  $\text{mm}^2$ 'ye 75 mA akım ise cilt sıcaklığını  $90^\circ\text{C}$ 'ye yükselterek daha ciddi yanıklara ve kömürleşmelere sebep olabilir [55].

- Yüzeysel yanık: Cildin sadece üst katmanını etkiler. Cilt kuru, kırmızı ve ağrılıdır. Lezyona basıldığında rengi solmaktadır.
- Kısmi yanık: Cildin üst iki tabakasını etkiler. Cilt kırmızıdır. Kabarcıklar oluşabilir.
- Tam kat yanık: Cildin tüm katmanları etkilenir. Ağrı hissedilmez. Cilt beyaz, gri ya da siyah renkte olabilir.

Ölümle sonuçlanan 220 elektriksel yaralanma olgusunda yapılan postmortem bir çalışmada düşük voltaja maruz kalanların %57'sinde, yüksek voltaja maruz kalanların %96'sında elektriksel yanıklar görülmüştür [31]. Yanıklar en çok elektriğe temas yerinde ve yaralanma anında zeminle temas eden kısımda görülür. Özellikle düşük voltajlı maruziyetlerde eksternal yaralanmanın derecesi, dahili yaralanmanın derecesini belirlemez. Küçük yüzeysel yanıklara masif kas koagülasyonu ve nekrozu ile birlikte iç organ hasarı da eşlik edebilir. Yıldırım çarpmasından dolayı baş ya da bacak bölgesinden yanan hastalar diğer yıldırım çarpmalarından daha fazla ölüm riski taşımaktadırlar (muhtemel olarak vücuttan doğrudan geçen akım fazla olduğu için).

Oral yanıklar, küçük çocuklarda uzatma kablolarını emme ya da çiğneme suretiyle oluşmaktadır. Eskar dokuları yaralanmadan birkaç gün sonra ayrıştığında labial arterlerin kanaması ile gecikmiş kanamalar oluşabilir. Bu yaralanmalar özellikle oral bileşke yerinde olursa kozmetik problemler doğurabilir.

Derin yanıklar, yıldırım mağdurlarında genelde beklenen bir durum değildir [47]. Yüzeysel yanıkların insidansı, yıldırıma maruz kalan bireylerde daha yüksektir. Yıldırım çarpması olan bir dizi hastada, %89 olan yanık insidansının sadece %5'inin derin yanık olduğu görülmüştür [56]. Derin yanık insidansının düşük olmasının sebebi olarak temas süresinin kısalığı ve ani parlama etkisi (akım cilt yüzeyinde dolaşır ve zemine boşalır) gösterilebilir. Bu durum yıldırım yaralanmalarında patognomonik bir işaret olan, tüy şeklinde dallanma gösterip hızlıca solan cilt lezyonlarına yani Lichtenberg Figürleri'ne sebep olur [57]. (Şekil 1)



Şekil 1. Lichtenberg Figürleri

#### 2.5.5. Kas-İskelet Sistemi Etkilenimi

Kemik dokular içerisinde en yüksek dirence sahiptir. Bu nedenle elektrik akımına maruz kaldığında en yüksek miktarda ısıyı da kemik üretir. En büyük termal hasar alanları genelde uzun kemikleri çevreleyen derin dokularda olur. Osteonekroz, kemik matriksinin destrüksiyonu ve periostal yanıklarla sonuçlanabilir [9].

Yanıklar dışında görülen diğer yaralanmalardan kemik kırıkları ise düşmeler, patlamalar ve tetanik kasılmalar sebebiyle oluşur [58]. Mental durum değişkenliğinde ve ciddi düzeyde elektriksel yaralanması olan durumlarda herhangi bir patolojiyi atlamamak için servikal görüntülemeler gerekebilir. Ciddi derin doku elektriksel hasarlanmalarında termal hasarlanmaya sekonder doku nekrozu, ödem, rabdomiyoliz veya akut kompartman sendromu oluşabilir.

#### 2.5.6. Vasküler Sistem Etkilenimi

Damarların elektriğe bağlı koagülasyonu ya da akut kompartman sendromuna bağlı vasküler yaralanmalar gözlemlenebilir. Bu patolojiler yıldırımdan ziyade elektrik yaralanmalarında daha sık görülür. Buna sebep olarak da yıldırım yaralanmalarında elektrik akımına maruz kalma süresinin daha az olması gösterilebilir [15]. Damarlarda koagülasyon ve nekroz gelişmesi ile geç dönem arteriyel tromboz, anevrizma ve rüptür görülebilir [37, 59-61].



Akciğer, mide ve bağırsaklar gibi diğer iç organlarda nadiren hasarlanma olur. Hasar oluştuğunda perforasyon, fistül oluşumu, sepsis ve ölüm şeklinde komplike bir durum oluşturabilir [62, 63].

#### **2.5.7. Diğer Organlar**

Katarakt, hifema, vitröz hemorajisi ve optik sinir yaralanması bilhassa yıldırım çarpmalarından sonra ortaya çıkabilir [9, 47]. Ek olarak yıldırıma maruz kalan bireylerin %50-80'inde timpan membran rüptürü oluşur [38, 64, 65]. Sensorinöral işitme kaybı, tinnitus, vertigo ve fasiyal sinir yaralanmaları da bildirilmiştir [64, 66].

#### **2.6. Fizik Muayene**

Elektriksel akıma maruz kalan, tıbbi tedavi için başvuran hastalar travma da dahil pek çok açıdan değerlendirilmelidir. Özellikle en sık etkilenen organ ve sistemler dikkatle incelenmeli, seri muayeneler yapılmalıdır. Değerlendirmenin içeriği:

- Havayolu, solunum ve dolaşım değerlendirmesi
- Kardiyovasküler değerlendirme: ritim, nabız
- Deri: yanık, bül ve diğer lezyonların varlığı
- Nörolojik değerlendirme: mental durum, duyu ve motor fonksiyon
- Göz: görme keskinliği
- Kulak, burun, boğaz: timpan membran bütünlüğü, işitmenin değerlendirilmesi
- Kas- iskelet sistemi değerlendirilmesi: her türlü yaralanma için muayene ve palpasyon

## **2.7. Tedavi ve Yönetim**

### **2.7.1. Kardiyopulmoner Resüsitasyon (KPR)**

Hastaların çoğu genç, yaşam beklentisi yüksek bireyler olduğu ve asistolda olan hastalarda bile iyi sonuçlar alındığı için, ilk ritim ne olursa olsun uzamış KPR yapılmalıdır [3, 67]. Bundan dolayı klasik triyaj önceliklerinin aksine öncelikle hayat belirtisi olmayan hastalara müdahalede bulunulmalıdır [3, 47, 56, 65]. Elektrik akımına maruz kalan bireylerde de her aritmi, uygun protokolle yönetilmektedir [47].

Hastaların kardiyak aktivitesinde problem olmayabilir ancak solunum kaslarında paralizisi olabilir. Solunum sisteminin yeniden aktive edilmesi, oluşacak kardiyak ve nörolojik disfonksiyonu ve ölümü engelleyecektir.

Yıldırım yaralanmalarında ağır beyin hasarına spesifik bulgular (sabit ve dilate pupiller gibi) görülebilir ancak hastanın nörolojik durumunu birebir yansıtmayacağından KPR uzatılabilir.

### **2.7.2. Travma Resüsitasyonu ve Nörolojik Değerlendirme**

Ciddi elektrik yanığı ve yıldırım çarpmasına maruz kalan hastanın önemli bir travma yaşadığı kabul edilir. Hızlıca havayolu ve kardiyopulmoner değerlendirme yaparak en uygun travma müdahalesi yapılmalıdır. Beraberinde duman inhalasyonu ve havayolu yanıkları bulunabilir. Tetanoz profilaksisi, servikal immobilizasyon sağlanmalıdır. Mental değişimleri de içeren her türlü nörolojik defisit ve komada, kraniyal ve spinal görüntülemeler vakit kaybetmeden yapılmalıdır. İlk resüsitasyon tamamlanınca dikkatli bir sekonder değerlendirme yapılmalıdır.

### **2.7.3. Kardiyak Yaralanma**

Yüksek voltaj (>1000 V) yaralanmalı bireyler kurtarılmaları halinde elektrokardiyografi (EKG) ile değerlendirilmelidir. Özellikle acilde ya da olay alanında ilk çekilen EKG’de anormallik varsa ya da bilinç kaybı varsa, aritmi ve

otonomik disfonksiyon insidansı yüksek olduğu için kardiyak ve hemodinamik monitörizasyon muhakkak yapılmalıdır [47]. Birçok hastada gözlem yeterliyken, tekrarlayan aritmi, hipotansiyon gibi hastanın stabil olmadığı durumlarda daha yoğun izlem gerekebilmektedir.

Serum CK-MB ve EKG değişimleri elektriksel travmada miyokardiyal hasarın zayıf göstergeleridir [33, 39-43, 47]. EKG ve troponin-I değerinin elektrik çarpması sonrası oluşan miyokart hasarını gösteren çalışmalar mevcuttur [68]. Fakat troponin değerinin tanı ve prognozu göstermede değeri incelenmemiştir. Elektriksel maruziyete sekonder oluşan miyokart hasarını bir kardiyolog ile beraber değerlendirmek en iyi yöntem olacaktır.

#### **2.7.4. Sıvı Resüsitasyonu**

Ciddi elektrik akımı maruziyeti sonrası oluşan yumuşak doku yaralanmalarında, özellikle kas nekrozu varsa agresif intravenöz sıvı desteği sağlamak gerekir [69]. Termal yanığı olan hastalara yıldırım yaralanmalarından daha fazla sıvı desteği gerekmekte olup, Parkland ve benzeri formüllere göre sıvı desteği sağlanabilir [9]. Elektrik yaralanmalarında ise cilt yüzeyindeki yanıklar hasarın derecesini önemli ölçüde hafife alacağından bu formüller kullanılmamalıdır.

Sıvı replasman yönetimi, hem pigmentlerinden kaynaklanan akut böbrek yetmezliğinde olduğu gibidir. Ciddi yumuşak doku travması olan hastalarda, crush yaralanmalarda olduğu gibi sıvı desteği sağlanır. Hiperpotasemi olasılığı düşünülerek potasyumlu sıvıların verilmesinden kaçınılmalıdır.

Elektrik yaralanmalarından sonra büyük sıvı kaçakları meydana gelebilir. Bu vakaların yönetiminde hacim durumu ve elektrolitler yakından takip edilmelidir. Bunun için kalp hızı, kan basıncı ve idrar çıkış miktarı klinisyeni yönlendirmektedir. Daha ciddi yaralanması olan hastalarda santral venöz basınç takibi yararlı olabilir. İdrar çıkış miktarı yetişkinler için 100 mL/saat, küçük çocuklarda 1,5-2 mL/kg/saat olacak şekilde hedeflenmelidir. Başta potasyum olmak üzere serum elektrolit

konsantrasyonları, klinik ve renal durumlarına bağı olarak her 2-4 saatte bir ölçülmelidir.

Künt travmalarda akut gelişen hipotansiyon, toraks ya da batin içi kanama ihtimalini düşündürmelidir. Kısıtlanmış yüzey yanıkları ve agresif sıvı replasmanının birlikteliğı, karın içi basıncı artırarak abdominal kompartman sendromuna sebep olabilir. Yıldırım yaralanmalarının bir komplikasyonu olarak serebral tuz miktarında azalma raporlanmıştır [70].

#### **2.7.5. Myoglobinüri**

Akut kompartman sendromu, rabdomiyoliz ve akut renal yetmezlik açısından hastalar yakın takibe alınmalıdır. Ana hedef, pigmentlerin idrar yoluyla atılımı tamamlanana kadar, intratübüler formasyonun bozulmasını minimize ederek yeterli idrar çıkışını korumaktır [4, 9]. Bereberinde, oligüri veya anürisi olup akut renal yetmezlik gelişen hastalarda aşırı miktarda sıvı vermekten kaçınarak dikkatli olmak gerekmektedir.

Ciddi elektriksel yaralanmalarda yaşamayan kas dokularını belirlemede teknesyum-99 ile radyonüklid görüntüleme kullanılmıştır. Bununla birlikte, bu görüntülemelerin tedavi kararlarında ve mortalite üzerinde etkisi net değildir [71-73]. Kalıcı olan miyoglobinüri ise bazı vakalarda ekstremitte kaybına bile sebep olabilir.

#### **2.7.6. Cilt Yaraları**

Genellikle alev ve diğer termal yanık yaraları benzer tarzda tedavi edilir. Yanıklı hastalar yanık ünitesine aktarılarak ilgili alanda fasyotomi, eskarotomi, cilt rekonstriksiyonu veya ilgili ekstremitede amputasyon gerektirecek tedaviler yapılabilir.

Hafif bir cilt yaralanması varsa yanmayı azaltmak için serin bir su veya ıslak bir bez ile yanma soğutulmalıdır. Bu bölgeye buz konulmamalıdır ve yanık alanı

temiz bir bandajla sarılmalıdır. Enfeksiyon için antibiyotikli kremler, analjezi için ağrı kesici ilaçların reçetelenmesi düşünülmelidir.

Yüzeyel olmayan yanıklarda topikal antibiyoterapiler profilaktik olarak başlanabilir. Profilaktik intravenöz antibiyotik kullanımı tartışmalıdır. Bazı vakalarda clostridyuma bağlı miyonekrozun önlenmesi açısından penisilin başlanması önerilmiştir [37].

### **2.7.7. Gastrointestinal Hasar**

Gastrointestinal yaralanma nadirdir. Eğer karında ağrı, hassasiyet, kalıcı ileus tablosu varsa zaman kaybetmeden görüntüleme yapılmalı ve cerrahi konsültasyon istenmelidir [9]. Batın içi organlardaki hasar muhtemel damarsal yapılardan kaynaklanır ve laparotomi gerekebilir.

Diğer yanıklara oranla elektrik yanıkları olan hastalarda gastrik ülser (Curling ülseri) gelişme ihtimali daha fazladır [4, 9, 74]. Bu nedenle şiddetli yanıkları olan, oral alımı olmayan hastalara profilaktik tedavi başlamak uygun bir tutum olacaktır.

### **2.7.8. Diğer Problemler**

Hasta stabil hale geldikten sonra dikkatle yapılan otolojik ve odyometrik incelemelerde geç müdahaleye uygun olan durumlar açığa çıkarılır [4, 9, 56]. Katarakt genellikle yaralanmadan sonra birkaç gün ile iki yıl içinde gelişebilir [74, 75]. Kataraktın geç gelişme potansiyeli nedeniyle, özellikle yıldırım yaralanmalarından hemen sonra ve periyodik oftalmolojik değerlendirme yapılmalıdır [9]. Posttravmatik stres bozukluğu ve davranış bozukluğu gelişen hastalar için psikiyatri konsültasyonu gerekebilir [52, 76].

## **2.8. Tanısal Çalışmalar**

Hangi çalışmaların yapılacağı büyük oranda vakaya göre klinik durumla belirlenmelidir. Genel anlamda yapılacak çalışmalar şunlardır:

- EKG
- Serum elektrolitleri
- Kreatin fosfokinaz (kas hasarı tespiti için)
- Serum troponin
- Temel kan sayımı
- Böbrek fonksiyon çalışmaları (kreatinin ve BUN)
- Radyografik incelemeler

Düşük voltaja maruz kalan asemptomatik hastalar ve fizik muayenesinde özellik saptanmayan hastalar için genelde tanı testleri gerekmemektedir.

## **2.9. Yönetim**

Yaralanma mekanizmaları ve tedavinin ilkelerini bilmek hasta bakımını iyileştirmektedir. Ağır yaralı hastalar yoğun bakım şartlarında takip edilmelidirler. Önemli elektrik yanıkları olan hastalar, durumları stabillendiğinde yanık merkezlerine transfer edilmelidirler.

Yüksek voltaja maruz kalan bir hastada yaralanma yokmuş gibi gözükse de tedbiren 12-24 saatlik kardiyak takip yapmak gerekebilir. Ayrıca aktif göğüs ağrısı varlığı, kardiyak hastalık varlığı, düşük voltajlı akıma maruz kalan hastada aritmi varlığı ya da bilinç kaybı gelişmiş olması kardiyak monitörizasyon için ek endikasyonlardır.

Düşük voltaja maruz kalan, normal muayene bulgularına sahip olan asemptomatik hastalarda ek tanı testleri gerekmez ve güvenle taburcu edilebilirler [9]. Küçük boyutlarda deri yanıkları olan, normal idrar tahlili ve EKG'si olan hastalar, komorbidite ve yaraların durumuna göre birkaç saat takip edilip taburcu edilebilirler. Gebeler için genelde obstetrik konsültasyon gerekebilir. Plasenta dekolmanı, elektrik akımına bağlı olabileceği gibi travma ile de oluşabilir.

### **3. GEREÇ VE YÖNTEM**

#### **3.1. Araştırmanın Türü ve Etik Yönü**

Çalışmamız, Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Acil Tıp Kliniğinde retrospektif olarak yapılmıştır. Etik kurul onayı alınıp çalışma yürütülmüştür. (Etik kurul toplantı sayısı:7, karar no:24, tarih: 08.12.2016) Çalışma protokolü Helsinki Bildirgesi'ne uygun olarak yürütülmüştür.

Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Acil Tıp Kliniğine elektrik akımına ve yıldırım çarpmasına maruz kalma şikayeti ile başvuran hastalar, hastane bilgi sistemi ile tespit edilip çalışmaya dahil edilmiştir. Hastaların hastaneye başvurusu, taburculuğu ve yatış durumları incelenmiştir. Bununla birlikte hastaların kan parametreleri, demografik verileri hastane bilgi sistemi üzerinden kayıt altına alınmıştır.

#### **3.2. Araştırmanın Yapıldığı Yer ve Zaman**

Bizim çalışmamızda, Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Acil Tıp Kliniğine 01.01.2006 ve 06.11.2016 tarihleri arasında elektrik ve yıldırım çarpmasına maruz kalma nedeniyle başvuran 320 vaka taranarak geriye dönük incelendi. Dahil etme ve dışlama kriterleri dikkate alınarak hastalar çalışmaya dahil edildi.

#### **3.3. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi**

Elektrik çarpmaları sıklıkla ev ya da sanayi ortamında oluşan kazalardan ötürü meydana gelmektedir. Yıldırım çarpmalarında ise büyük oranda hayatı tehdit eden durum oluşmaktadır. Çalışmamıza elektrik ve yıldırım çarpması ile acil servise başvuran hastalar alınıp, hastaların progresleri, çeşitli demografik özellikleri ve laboratuvar tetkiklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Dahil edilme kriterleri belirlenmiş olup, hastalar bu kriterlere göre çalışmaya dahil edilmiştir.

Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri:

- Acil servise elektrik çarpmasına maruz kalma ile başvuran
- Acil servise yıldırım çarpmasına maruz kalma ile başvuran
- Tüm yaş grupları
- Dosyalarına ulaşılan
- Belirlenen verileri eksiksiz olan
- Pozitif hikayesi olan ancak herhangi bir semptom ve bulgusu olmayan
- Pozitif hikayesi olup herhangi bir semptom ve bulgusu olan (yanık, künt travma)

Çalışmadan dışlama kriterleri:

- Dosyalarına ulaşamayan
- Belirlenen verileri eksik olan hastalar

Acil servise elektrik ve yıldırım çarpmasına maruz kalma ile başvuran hastalarda, asemptomatik olan hastaların taburculuğu yapılmıştır. Yanık, ritm bozukluğu, künt travması olan hastaların ise yoğun bakım ünitelerine, yanık ünitesine, plastik cerrahi kliniğine veya kardiyoloji kliniğine yatış işlemi yapıldığı belirlenmiştir. Atatürk Üniversitesi Acil Tıp Kliniği'ne 01.01.2006-06.11.2016 tarihleri arasında elektrik ve yıldırım çarpmasına maruz kalma tanısı ile 355 hastanın başvurduğu tespit edilmiştir. Bu hastaların 35' ine, tanı kodunun yanlış girildiği belirlendiğinden veya klinik bilgilerine ulaşamadığından çalışma dışı bırakılmıştır. Dahil edilme kriterlerine bakılarak çalışmamıza 320 hasta dahil edilmiş olup 295 hasta elektrik çarpması, 25 hasta yıldırım çarpması olarak kabul edilmiştir.

### **3.4. Verilerin Toplanması**

Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Acil Tıp Kliniğine belirtilen tarih aralığında elektrik akımına ve yıldırım çarpmasına maruz kalma şikayeti ile başvuran hastalar belirlenerek çalışmaya alındı. Çalışmamız için belirlediğimiz tarih aralığında acil servisten taburculuğu yapılan hastalar için acil servis dosyaları, yatan hastalar için ise acil servis ve yattığı klinikteki dosyalar taranmıştır. Dahil edilme kriterlerine göre hasta dosyaları incelenmiş olup gerekli bilgiler kaydedilmiştir.



Hastaların demografik verileri (yaş, cinsiyet, meslek, ikamet adresi, olayın oluş yeri, olayın oluş saati, olayın olduğu ay) , elektrokardiyografik (EKG) bulguları, akımın özelliği (ev tipi, sanayi tipi, alternatif akım, direkt akım), akıma bağlı oluşan belirti ve bulgular (yanık, travma) hasta dosyaları incelenerek kayıt edildi. Hastane bilgi sistemi üzerinden acil serviste bakılan biyokimyasal laboratuvar parametreleri (AST, ALT, CK, CK-MB, troponin I, myoglobinüri, kreatinin, BUN ) ve hematolojik parametresi (WBC) kayıt altına alınmıştır. Ek olarak acil servisten yapılan konsültasyonlar, yattığı klinikler, yatış süreleri, görüntüleme (düz grafi, bilgisayarlı tomografi) yapıp yapılmadığı da kaydedilmiştir.

### **3.5. Verilerin Analizi**

Araştırmadan elde edilen veriler The Statistical Packages For Social Sciences (SPSS.20) paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Veriler ortalama, standart sapma, medyan, minimum, maksimum, yüzde ve sayı olarak sunuldu. Sürekli değişkenlerin normal dağılımına Shapiro Wilk testi ve Kolmogorov-Smirnov testi ile bakıldı. İki bağımsız grup arasındaki kıyaslamalarda normal dağılım şartı sağlandığı durumda Independent Samples t testi, sağlanmadığı durumda Mann Whitney u testi kullanıldı. İki'den fazla grup ile sürekli değişkenlerin kıyaslanmasında normal dağılım şartı sağlandığı durumda ANOVA testi, sağlanmadığı durumda Kruskal Wallis testi kullanıldı. ANOVA testi sonrası post-hoc testler varyanslar homojen olduğunda Tukey testi ile varyanslar homojen olmadığı durumda Tamhane's T2 testi kullanılarak yapıldı. Kruskal Wallis testi sonrası post-hoc testler Kruskal Wallis testi sonrası post-hoc testleri kullanılarak yapıldı. Kategorik değişkenler arasındaki kıyaslama ise Ki-kare testi ve Fisher's Exact test ile yapıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi  $p < 0,05$  olarak alındı.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Hastaların Genel Özellikleri

Çalışmamızda Atatürk Üniversitesi Acil Tıp Kliniği'ne 01.01.2006-06.11.2016 tarihleri arasında elektrik ve yıldırım çarpmasına maruz kalma tanısı ile 355 hastanın başvurduğu saptanmıştır. Bu 35 hastanın 15' ine tanı kodu yanlış girildiği belirlendiğinden ve 20 hastanın da klinik bilgilerine ulaşılamadığından çalışma dışı bırakılmıştır. Geriye kalan 320 hasta çalışmaya dahil edilmiştir.

### 4.2. Demografik Özelliklerin Değerlendirilmesi

Çalışmaya dahil edilen 320 hastanın %16,9'u (n:54) kadın, %83,1 (n:266) erkek idi. Elektrik akımına maruz kalan hastaların %48,4'ü (n:155) kırsalda ikamet etmekteyken, %51,6 (n:165) hasta kent merkezinde ikamet etmekteydi. Olayın olduğu alanın incelenmesinde %48,1 (n:154) hastada olay yeri açık alan iken, %51,9 (n:166) hasta olaya kapalı alanda maruz kalmıştır. Hastaların demografik ve diğer özellikleri Tablo 1'de gösterilmiştir (Tablo 1).

**Tablo 3.** Hasta Özellikleri\*

| Demografik Özellikler | Düşük Gerilim N  | Yüksek Gerilim N | Yıldırım N      | P                |
|-----------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|
| <b>Yaş</b>            | 149, 21,37±15,66 | 146, 25,76±12,65 | 25, 29,52±16,03 | <b>0,005</b>     |
| <b>Cinsiyet</b>       |                  |                  |                 |                  |
| -Kadın                | 46 (14,3)        | 6 (1,9)          | 2 (0,6)         | <b>&lt;0,001</b> |
| -Erkek                | 103 (32,2)       | 140 (43,8)       | 23 (7,2)        |                  |
| <b>İkamet</b>         |                  |                  |                 |                  |
| -Kırsal               | 15 (4,7)         | 119 (37,2)       | 21 (6,6)        | <b>&lt;0,001</b> |
| -Kent merkezi         | 134 (41,9)       | 27 (8,4)         | 4 (1,2)         |                  |
| <b>Meslek</b>         |                  |                  |                 |                  |
| -Açık Alan işçisi     | 5 (2,8)          | 125 (70,2)       | 25 (14,1)       | <b>&lt;0,001</b> |
| -Kapalı Alan işçisi   | 5 (2,8)          | 18 (10,1)        | 0 (0)           |                  |
| <b>Olay Yeri</b>      |                  |                  |                 |                  |
| -Açık Alan            | 5 (1,6)          | 124 (38,7)       | 25 (7,8)        | <b>&lt;0,001</b> |
| -Kapalı Alan          | 144 (45)         | 22 (6,9)         | 0 (0)           |                  |

\*Verilerde: Ortalama ± Standart Sapma / (%)

Olayın oluş şekline bakıldığında %46,6 (n:149) hastanın düşük gerilim, %45,6 (n:146) hastanın yüksek gerilim ve %7,8 (n:25) hastanın ise yıldırıma maruz kalma ile hastaneye başvurduğu görülmüştür (Tablo 2).

**Tablo 4.** Olayın Oluş Şekline Göre Dağılım

|                   |                | N   | %     |
|-------------------|----------------|-----|-------|
| Olayın Oluş Şekli | Düşük Gerilim  | 149 | 46,6  |
|                   | Yüksek Gerilim | 146 | 45,6  |
|                   | Yıldırım       | 25  | 7,8   |
|                   | Toplam         | 320 | 100,0 |

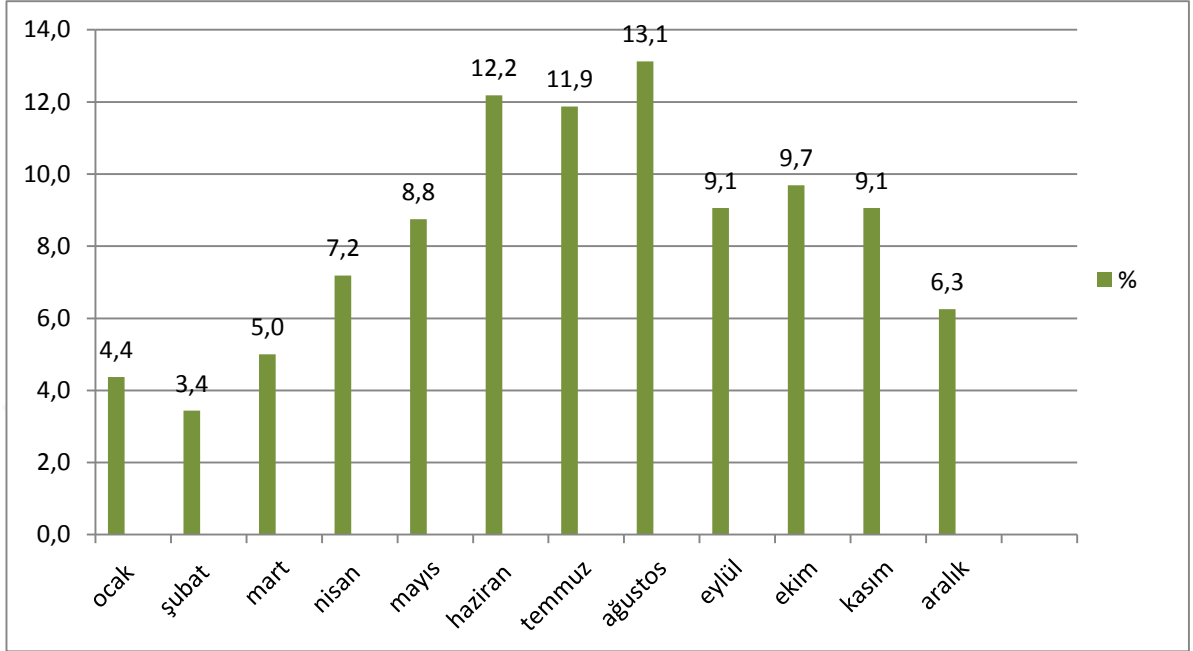
Elektriksel akıma %31,8'lik oranla en sık 08:00-11:59 saatleri arasında maruz kalınırken, en az sıklıkta % 0,9'luk oranla 00:00-03:59 saatlerinde maruz kalındığı saptanmıştır (Tablo 3). Yıldırım çarpmalarının %32'sinin (n:8) akıma maruz kaldığı en sık saat 12:00-15:59 olduğu görülmüştür. Yüksek gerilime maruz kalan hastaların %49,3'ü (n:72) ve düşük gerilime maruz kalan hastaların %29,5'i (n:44) en sık 08:00-11:59 saatlerinde elektriksel akıma maruz kalmıştır

**Tablo 5.** Olayın Oluş Saati ile İlgili Dağılım

|            |             | N   | %     |
|------------|-------------|-----|-------|
| Oluş Saati | 00:00-03:59 | 3   | 0,9   |
|            | 04:00-07:59 | 21  | 6,6   |
|            | 08:00-11:59 | 122 | 38,1  |
|            | 12:00-15:59 | 76  | 23,8  |
|            | 16:00-19:59 | 66  | 20,6  |
|            | 20:00-23:59 | 32  | 10,0  |
|            | Toplam      | 320 | 100,0 |

Elektrik ve yıldırım çarpmasına maruz kalan hastaların bu elektriksel aktivitelere maruz kaldığı aylara bakıldığında, maruziyetin en sık ağustos ayında %13,1 (n:42) olduğu görülürken, haziran %12,2 (n:39) ve temmuz %11,9 (n:38)

ayının ağustos ayını takip ettiği görülmektedir. En az sıklıkta ise şubat ayı %3,4 (n:11) bulunmaktadır (Şekil 2).

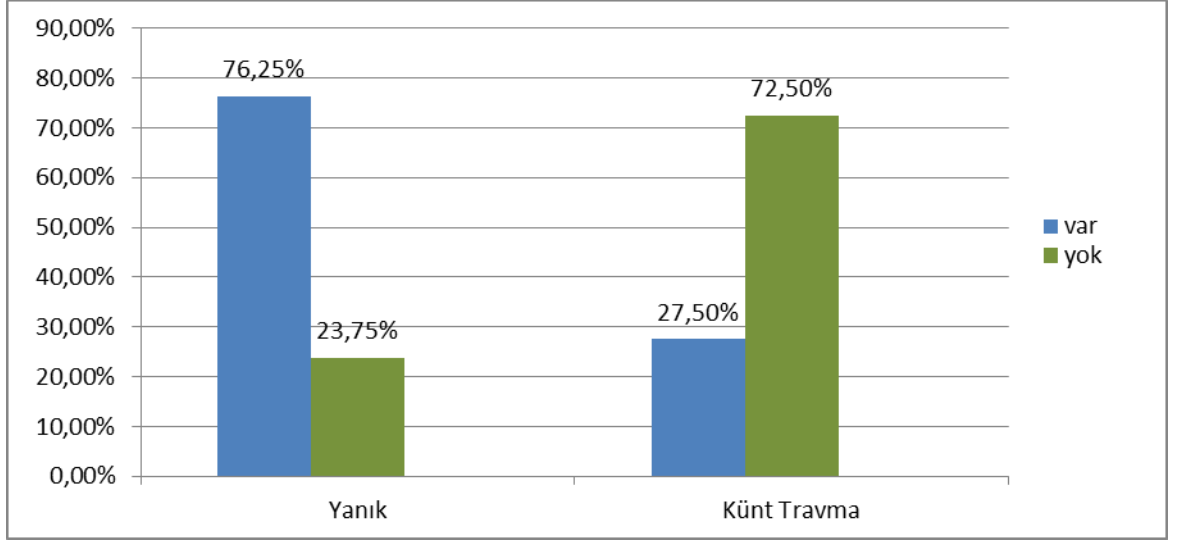


Şekil 2. Olayın Olduğu Aya Göre Dağılım

### 4.3. Hastaların Klinik Özellikleri

Tüm hastaların %76,2'sinde (n:244) vücudunun herhangi bir bölgesinde değişik derecelerde yanık bulunduğu, %23,8'inde (n:76) ise yanık olmadığı görüldü.(Grafik 2) %27,5 (n:88) hastada da sadece elektrik akımına maruz kalmadığı bununla birlikte hastanın künt bir travmaya da uğradığı görülmüştür (Şekil 3).

Hastaların hastaneye başvuru şekli incelendiğinde %71,9 (n:230) hastanın 112 aracılığı ile, %28,1 (n:90) hastanın ise ayaktan kendi imkanları ile hastaneye başvurduğu görülmüştür. Çalışmaya dahil edilen 320 hastanın tamamına EKG çekilmiş olup, %99,1'ine (n:317) görüntüleme yapılmış olduğuna hastane kayıtlarından ulaşılmıştır.



**Şekil 3.** Yanık ve Künt Travma Varlığı

Hastaların 148'inin (%46,3) ilk bakım ve tedavileri yapılarak taburculuk verilmiş; hospitalize edilen 172 (%53,7) hastanın 120'si yanık tedavi ünitesinde, 13'ü acil servis yoğun bakımında, 7'si anestezi yoğun bakım ünitesinde, 7'si ortopedi servisinde, 5'i beyin cerrahi servisinde, 3'ü plastik cerrahi servisinde, 2'si göğüs cerrahisi servisinde, 4'ü genel cerrahi servisinde, 11'i çocuk kliniğinde takip edilmiştir. Yatışı yapılan 21 hasta entübe edilmiş, 299 hastada ise entübasyona gerek duyulmamıştır.

Elektriksel akımın türüne bakılmaksızın yapılan değerlendirmelerde ortalama yaşın  $24,01 \pm 14,59$ , hastanede yatış süresinin ise ortalama olarak  $10,12 \pm 18,82$  olduğu görülmüştür (Tablo 4).

**Tablo 6.** Hastaların Klinik Seyir Değerlendirilmesi

|                                    | N   | Ortalama          | Medyan (Min-Max)   |
|------------------------------------|-----|-------------------|--------------------|
| Başvuru GKS                        | 318 | $14,17 \pm 2,73$  | 15,00 (3,00-15,00) |
| Yatış Süresi (gün)                 | 320 | $10,12 \pm 18,82$ | 1,00 (0,00-120,00) |
| Acilde Yapılan Konsültasyon Sayısı | 320 | $1,75 \pm 1,50$   | 2,00 (0,00-6,00)   |

#### 4.4. Elektriksel Akımın Türüne Göre Değerlendirmeler

Elektriksel akıma maruz kalan hastaların hastaneye başvurdıkları anda bakılan GKS değerlerinde tüm gruplar arasında yani düşük gerilim-yüksek gerilim, düşük gerilim-yıldırım, yüksek gerilim-yıldırım grupları arasında anlamlı fark bulundu ( $p:<0,001$ ). Acil serviste yapılan konsültasyon sayısı da yine tüm gruplar için yapılan değerlendirmelerde anlamlı fark bulundu ( $p:<0,001$ ). Olayın oluş şekline göre gruplandırılan hastaların hastanede yatış süreleri arasında ise anlamlı bir farklılık bulunamadı ( $p:0,224$ ) (Tablo 5).



**Tablo 7.** Olayın Oluş Şekli ve Hastaların Klinik Durumları

|                                       | Olayın Oluş Şekli |            |                     |                |             |                     |          |             |                     | P      |
|---------------------------------------|-------------------|------------|---------------------|----------------|-------------|---------------------|----------|-------------|---------------------|--------|
|                                       | Düşük Gerilim     |            |                     | Yüksek Gerilim |             |                     | Yıldırım |             |                     |        |
|                                       | N                 | Ortalama   | Medyan<br>(Min-Max) | N              | Ortalama    | Medyan<br>(Min-Max) | N        | Ortalama    | Medyan<br>(Min-Max) |        |
| Başvuru GKS                           | 147               | 15,00±0,00 | 15(15-15)           | 146            | 14,45±2,16  | 15(3-15)            | 25       | 7,68±4,64   | 8(3-15)             | <0,001 |
| Yatış Süresi                          | 149               | 0,46±1,18  | 0(0-6)              | 146            | 18,40±23,49 | 8(0-120)            | 25       | 19,28±16,84 | 18(1-59)            | 0,224  |
| Acilde Yapılan<br>Konsültasyon Sayısı | 149               | 1,03±0,87  | 1(0-3)              | 146            | 2,19±1,62   | 2(0-6)              | 25       | 3,44±1,50   | 4(0-5)              | <0,001 |
| İş Kazası                             | 149               | 1,01±0,69  | 1(0-9)              | 145            | 0,34±0,47   | 0(0-1)              | 25       | 0,36±0,49   | 0(0-1)              | 0,830  |

Elektriksel akımının oluş şekli ile hastaların cinsiyeti birlikte değerlendirildiğinde 54 kadın hastanın %85,2'si (n:46) düşük gerilime maruz kalırken; 266 erkek hastanın %38,7'si (n:103) düşük gerilim, %52,6'sı (n:140) yüksek gerilim ve %8,6'sı (n:23) yıldırıma maruz kalmıştır. Her iki cinsiyetin karşılaştırmasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmüştür ( $p<0,001$ ).

Düşük gerilime maruz kalanların %90,5'inin (n:134) kent merkezinde, yüksek gerilime maruz kalanların %81,5'inin (n:119) ve yıldırıma maruz kalanların %84'ünün (n:21) kırsalda ikamet ettiği görülmüştür. Olayın oluş şekli ile ikamet adresi arasında anlamlı fark bulunmuştur ( $p<0,001$ ).

Künt travma varlığı açısından bakıldığında da kent merkezinde ikamet eden 165 hastanın %91,5'inde (n:151) künt travma tespit edilmemiştir ve ikamet adresleri farklı olan gruplar arasında künt travma varlığı açısından anlamlı fark görülmüştür ( $p<0,001$ ).

Yine ikamet adresleri farklı olan gruplara bakıldığında kırsalda ikamet eden hastaların 23'ü (%14,8) taburcu edilirken, 132'si (%85,2) hastaneye yatırılmıştır. Kent merkezinde ikamet edip elektriksel akıma maruziyetle başvuran 165 kişinin ise taburculuk oranı %75,8'dir.

Açık alanda gerçekleşen tüm elektriksel akıma maruziyetlerin %80,5'ini (n:124) yüksek gerilimli akım, %16,2'sini (n:25) yıldırım ve %3,2'sini (n:5) düşük gerilimli akım oluşturmaktadır. Kapalı alanda gerçekleşen maruziyetlerin %86,7'si (n:144) düşük gerilimle, %13,3'ü (n:22) yüksek gerilimle gerçekleşmiştir. Olayın oluş şekli ile olayın olduğu yer arasında yapılan istatistiksel değerlendirmede anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p<0,001$ ).

Mesleksel maruziyet açısından olayın oluş şekli değerlendirildiğinde de istatistiksel olarak anlamlı farklılık görüldü. ( $p<0,001$ ) Tüm hastaların %55,6'sı (n:178) iş kazası olarak başvurmuştur. Açık alanda çalışan 155 hastanın %80,6'sı (n:125) yüksek gerilimli elektrik akımına maruz kalırken, %16,1'i (n:25) yıldırım çarpmasına maruz kalmıştır. Tüm hastaların %44,4'ü (n:142) ev kazası nedeniyle



başvurmuştur ve bu hastaların %97,9'u (n:139) düşük gerilimli elektrik akımı nedeniyle oluşmuştur.

Tüm elektrik yaralanmaları en sık %13,1 (n:42) ile ağustos ayında görülürken, yıldırım akımına maruziyetin, yılın en sık haziran ayında (yıldırıma maruz kalan hastaların %36'sı), ikinci sıklıkta mart ayında (yıldırıma maruz kalan hastaların %16'sı) gerçekleştiği görülmüştür.

Hospitalize edilen hastalar incelendiğinde yanık ünitesine yatan hastaların %78,3'ünde (n:94) yüksek gerilim nedeniyle yanık olduğu, anestezi yoğun bakıma yatan hastaların ise %71,4'ünün (n:5) yıldırıma maruz kalan hastalar olduğu belirlenmiştir. Yıldırıma maruz kalan hastaların da %68' inde (n:17) künt travma ve %88'inde (n:22) yanık olduğu belirlenmiştir. Entübe edilen 21 hastanın %76,2'sinin (n:16) yıldırıma maruz kalan, %23,8'inin (n:5) yüksek gerilime maruz kalan hastalar olduğu tespit edilmiştir. Düşük gerilim akıma maruz kalan hastaların ise hiçbirisi (n:147) entübe edilmemiştir.

Hastaların klinik durumları ile ilgili kıyaslamalar Tablo 6' da verilmiştir.

**Tablo 8.** Hastaların Klinik Durum Kıyaslamaları\*

|                                | Düşük Gerilim<br>N | Yüksek Gerilim<br>N | Yıldırım<br>N | P                |
|--------------------------------|--------------------|---------------------|---------------|------------------|
| <b>Hastaneye Başvuru Şekli</b> |                    |                     |               |                  |
| -112                           | 64 (20)            | 141 (44)            | 25 (7,8)      | <b>&lt;0,001</b> |
| -Ayaktan                       | 85 (26,6)          | 5 (1,6)             | 0             |                  |
| <b>Progres</b>                 |                    |                     |               |                  |
| -Taburcu                       | 120 (37,5)         | 30 (9,3)            | 2 (0,6)       | <b>&lt;0,001</b> |
| -Yatış                         | 29 (9,1)           | 116 (36,3)          | 23 (7,2)      |                  |
| <b>Künt Travma Varlığı</b>     |                    |                     |               |                  |
| -var                           | 7 (2,2)            | 64 (20)             | 17 (5,3)      | <b>&lt;0,001</b> |
| -yok                           | 142 (44,4)         | 82 (25,6)           | 8 (2,5)       |                  |
| <b>Yanık Varlığı</b>           |                    |                     |               |                  |
| -var                           | 75 (23,7)          | 144 (45,5)          | 22 (6,9)      | <b>&lt;0,001</b> |
| -yok                           | 71(22,4)           | 2 (0,6)             | 3 (0,9)       |                  |
| <b>Entübasyon</b>              |                    |                     |               |                  |
| -yapılmış                      | 0 (0)              | 5 (1,6)             | 16 (5)        | <b>&lt;0,001</b> |
| -yapılmamış                    | 147 (46,2)         | 141 (44,3)          | 9 (2,8)       |                  |

\*Verilerde (%)

Açık alanda çalışan hasta grubunda başvuru GKS' si ortalama  $13\pm4$  iken, kapalı alanda çalışan başvuru GKS'si  $15\pm0$  idi. İki hasta grubu arasında yapılan karşılaştırmalarda anlamlı farklılık tespit edilmiştir ( $p:0,006$ ) (Tablo 7). Çalışma alanı farklı olan meslek grupları ile hastaların yatış süreleri karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık belirlenmiştir ( $p:<0,001$ ). Açık alanda çalışan meslek grubunda ortalama yatış süresi  $20\pm23$  gün iken; kapalı alanda çalışan meslek grubunda ortalama yatış süresi  $2\pm4$  gündür (Tablo 7). Kent merkezi ve kırsalda yaşayan hasta gruplarının yatış süreleri kıyaslamaları da istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p:<0,001$ ).

**Tablo 9.** Grupların Meslekleri ile GKS-Yatış Süreleri Karşılaştırması

|              | Meslek              |          |           |                       |          |           |                  |
|--------------|---------------------|----------|-----------|-----------------------|----------|-----------|------------------|
|              | Açık Alanda Çalışan |          |           | Kapalı Alanda Çalışan |          |           |                  |
|              | N                   | Ortalama | Medyan    | N                     | Ortalama | Medyan    |                  |
| Başvuru GKS  | 155                 | 13±4     | 15(3-15)  | 23                    | 15±0     | 15(15-15) | <b>0,006</b>     |
| Yatış Süresi | 155                 | 20±23    | 10(0-120) | 23                    | 2±4      | 0(0-15)   | <b>&lt;0,001</b> |

#### 4.5. Laboratuvar Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Hastaların hastaneye başvurusu sırasında alınan kan testlerinin olayın oluş şekline göre değerlendirilmesinde, hastaların CK değerleri karşılaştırmasında tüm gruplarda CK ortalama değeri laboratuvar üst değerinden ( $0-1$  U/L) yüksek olmasına rağmen sadece düşük gerilim-yüksek gerilim ve düşük gerilim-yıldırım kazazede grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmüştür ( $p: 0,026$ ).

BUN, Kreatinin, WBC, ALT değerlerinde gruplar arasında anlamlı fark yokken, myoglobin ve AST değerleri düşük gerilim-yüksek gerilim ve düşük gerilim-yıldırım kazazede gruplarında istatistiksel anlamda farklılık göstermiştir (Tablo 8).

CK-MB ve Troponin I' nın tüm gruplardaki ortalama değerleri laboratuvar üst değerlerinden yüksek çıkmış olup, tüm grupların karşılaştırılmasında da aralarında anlamlı farklılık bulunmuştur (Tablo 8).

**Tablo 10.** Olayın Oluş Şekli ve Laboratuvar Değerleri Karşılaştırılması

|                                           | Olayın Oluş Şekli |               |                       |                |                 |                       |          |                 |                         |             |
|-------------------------------------------|-------------------|---------------|-----------------------|----------------|-----------------|-----------------------|----------|-----------------|-------------------------|-------------|
|                                           | Düşük Gerilim     |               |                       | Yüksek Gerilim |                 |                       | Yıldırım |                 |                         |             |
|                                           | N                 | Ortalama      | Medyan(Min-Max)       | N              | Ortalama        | Medyan(Min-Max)       | N        | Ortalama        | Medyan(Min-Max)         |             |
| <b>CK</b> (0-1 U/L)                       | 107               | 252,26±382,58 | 151,00(47,00-2696,00) | 124            | 1749,69±2534,07 | 951,50(17,00-17070,0) | 21       | 2013,14±1434,01 | 1523,00(113,00-5385,00) | <b>,026</b> |
| <b>CK-MB</b> (1-24 U/L)                   | 106               | 33,53±24,96   | 25,00(9,00-157,00)    | 126            | 180,64±373,59   | 56,50(0,00-2291,00)   | 21       | 373,38±590,17   | 170,00(27,00-2617,000)  | <b>,002</b> |
| <b>Tr-I</b> (0-0,04 ng/mL)                | 101               | 0,04±0,07     | 0,00(0,00-0,34)       | 93             | 0,46±1,62       | 0,06(0,00-12,07)      | 17       | 1,84±5,99       | 0,22(0,00-25,00)        | <b>,011</b> |
| <b>Kreatinin</b> (0,51-0,95 mg/dL)        | 107               | 0,67±0,29     | 0,70(0,11-1,40)       | 136            | 0,79±0,35       | 0,80(0,20-3,30)       | 21       | 0,81±0,27       | 0,90(0,16-1,30)         | ,366        |
| <b>BUN</b> (6-22 mg/dL)                   | 101               | 14,17±5,60    | 14,02(5,14-50,00)     | 132            | 14,79±6,08      | 14,00(4,21-58,88)     | 20       | 15,29±4,97      | 14,61(7,00-24,77)       | ,541        |
| <b>Myoglobin</b> (10-46 ng/mL)            | 105               | 63,12±120,98  | 27,00(5,00-1020,00)   | 111            | 1203,89±1289,84 | 724,00(17,00-4060,00) | 23       | 1998,30±1301,68 | 1890,00(32,00-4044,00)  | <b>,005</b> |
| <b>AST</b> (1-35 U/L)                     | 98                | 30,82±22,92   | 26,00(0,00-199,00)    | 130            | 174,84±284,84   | 53,50(0,00-134,00)    | 21       | 224,93±307,37   | 125,00(26,00-1450,00)   | <b>,016</b> |
| <b>ALT</b> (1-35 U/L)                     | 98                | 23,04±18,25   | 17,00(0,00-130,00)    | 131            | 88,87±118,13    | 42,00(8,00-746,00)    | 21       | 149,14±206,85   | 71,00(12,00-827,00)     | ,069        |
| <b>WBC</b> (4,3-10,3X10 <sup>3</sup> /μL) | 101               | 8,86±2,80     | 8,20(4,00-18,90)      | 96             | 14,15±8,78      | 12,08(4,70-78,00)     | 16       | 21,50±25,93     | 14,86(9,70-117,00)      | ,084        |

## 5. TARTIŞMA

Gündelik hayatta ev, iş yerleri ve sanayide giderek artan elektrik enerjisi kullanımı, oluşabilecek kazaları da sayıca artırmaktadır. Yetersiz önlem alınması sakatlık ve ölümleri artırmaktadır [77, 78]. Hala doğal bir afet olarak maruz kalınan yıldırım çarpmaları ile de kazazedelerde ciddi derecede morbidite ve mortaliteler olabilmektedir. Elektriksel travmalar her yaş grubundan bireyi etkilemektedir. Çoğu zaman bu travmaların mağdurları çocuklar, gençler ve çalışma çağındaki yetişkin bireylerdir [79].

Araştırmalara göre 40 volttan fazla olan gerilimler, insan vücudu üzerine olumsuz etkilere yol açmaktadırlar [80]. Ev, iş yerleri, sanayi ve yıldırımla oluşan kazalarda ise çok daha yüksek gerilimler söz konusudur [81, 82].

Elektrik akımına maruz kalma ile oluşacak hasarın ciddiyeti, akımın şekline, maruz kalınan gerilimin büyüklüğüne, vücudun akıma gösterdiği dirence, kaynakla temas edilen süreye, akımın vücutta izlediği yola bağlı olarak değişmektedir [83, 84]. Elektrik akımı ile oluşan hasar, akımın deride giriş ve çıkış bölgesinde oluşturduğu yanıklardan çok, akımın izlemiş olduğu yolda ısının etkisiyle oluşmaktadır. Elektrik akımı ciltte termal etki ile hasarlanma, hayati tehlikeye neden olan diğer etkileri ile de, kardiyak ve respiratuar bozukluklar sonucu ölümlere neden olabilir [79]. Organ rüptürleri, kemik kırıkları, kas kontraksiyonları ve paraliziler oluşturabilir [54, 85]. Multisistemik tutulum acil müdahaleye, çeşitli cerrahi tedavilere ve yoğun bakım desteği uygulamaya sebebiyet verecektir [79].

Elektriksel akımının hastalarda oluşturacağı klinik durum, tıbbi yardım gerektirmeyecek basit şikayetlerden, hayatı tehdit edecek durumlara kadar çok çeşitlilik göstermektedir [79]. Ek olarak, yıldırım yaralanmalarında akıma maruz kalma süresi kısa olduğundan, hastalarda resüsitasyon süresi uzatılarak daha fazla fayda sağlanabilir [14]. Ancak hayatta kalan bireylerde de uzun dönem sekeller dikkat çekmektedir [86]. Elektrik ve yıldırım yaralanmaları, çeşitli sistemik bozukluklara, derin doku ve organ yaralanmalarına, yanıklara sebep olabileceği için,

öncelik elektrik kazalarını önlenmeye ve gerekli tedbirlerin alınmasına yönelik olmalıdır.

Elektrik ve yıldırım çarpmalarının cinsiyet dağılımı incelendiğinde, Kasana ve arkadaşlarının çalışmasında erkek/kadın oranı %86,93/%13,07 olarak görülmüştür [87]. Kurt ve arkadaşlarının yapmış olduğu demografik başka bir çalışmayı incelediğimizde de kadınlar %10,6, erkekler %89,4'lük bir paya sahip olduğu izlenmektedir [88]. Saaig'in yapmış olduğu beş yıllık bir çalışmada 85 çocuktan %89,41'inin erkek, %10,58'inin kadın olduğu görüldü [89]. Tredget ve arkadaşlarının yapmış olduğu bir başka çalışmada elektrik yaralanması ile başvuran hastaların cinsiyet durumlarına bakıldığında %95,9 hastanın erkek [90], Cander ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada [48] erkek hastaların yüzdesi %76,4, Al ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada [91] ise erkek hastaların yüzdesi %93,4 şeklinde çıkmıştır. Elektrik ve yıldırım yaralanmasına maruz kalıp çalışmamıza dahil ettiğimiz hastaların %83,1'i erkek, %16,9'u kadın idi. Çalışmamızda hastaların büyük kısmının erkek cinsiyette olduğu saptanmış olup, bu durum hem ülkemizde hem de başka ülkelerde yapılmış olan araştırmalarla uyumludur. Bunun da sebebi olarak erkek cinsiyetteki bireylerin çalışma hayatında daha fazla yer alması, özellikle fiziksel güç gerektiren kaba işlerde daha çok çalışmaları olarak gösterilebilir.

Kırsalda bulunan yüksek gerilim hatlarının sayıca daha fazla olması, korunaksız kabloların çevrede dağınık bulunması, kabloların açık halde olması ve güvenlik önlemlerinin yeterli düzeyde olmaması gösterilebilir. Çalışmamızda yüksek gerilime maruz kalan hastaların ikamet adresleri değerlendirildiğinde %81,5'i kırsalda, %18,5'i kent merkezinde ikamet etmekteydi. Çalışmamızla uyumlu olarak literatürde baktığımız bir çalışmada, yüksek gerilime maruz kalan vakaların %68,75'i kırsal alanda, %31,25'i ise kentsel alanda ikamet etmekteydi [87]. Bizim çalışmamızda bu oranın yüksek olmasının nedeni olarak, hastanemizin kırsal bölgeden oldukça fazla sayıda hasta kabul ediyor olması gösterilebilir.

Çalışmamızda yıldırıma maruz kalan hastaların %84'ü kırsal alanda, %16 kent merkezinde ikamet eden bireylerden oluşmaktaydı. Pincus ve arkadaşlarının yıldırım çarpması ile ilgili yaptığı çalışmada inceledikleri vakaların %77,8'inin

kırsalda olduğu görülmüştür [92]. Biz de bu yüksekliğin geçerli sebebi olarak, kırsalda ikamet edip vaktinin çoğunu daha çok kırsalda geçiren bireylerin, kent merkezinde ikamet eden bir bireye göre yıldırıma daha fazla maruz kalmasını görmekteyiz. Bizim çalışmamızın aksine Patil ve arkadaşlarının çalışmasında değerlendirilen 84 hastadan 59'u kent merkezinde, 25'i kırsal alanda ikamet etmekte idi [93].

Çalışmamızda tüm hastalar incelendiğinde düşük gerilime maruz kalan %46,6 (n:149), yüksek gerilime maruz kalan %45,6 (n:146), yıldırıma maruz kalan %7,8 (n:25) şeklinde dağılım mevcuttur. Maghsoudi ve arkadaşlarının yaptığı bir araştırmada ise düşük gerilime %42 oranında, yüksek gerilime %54 oranında ve yıldırım çarpmalarına %4 oranında rastlanmıştır [94].

Ulaşabildiğimiz yayınlarda vakaların yüksek ve düşük voltaja maruz kalma oranları değişiklik göstermektedir. Durukan ve arkadaşları çalışmalarında, yüksek ve düşük voltaj maruziyetini eşit oranda bulurken [95], bazı yayınlarda düşük voltajlı elektrik yaralanması daha fazla sayıda bildirilmiştir [96]. Bunun yanında yüksek voltajlı elektrik yaralanmalarının da daha fazla olduğu yayınlar mevcuttur [97, 98].

Çalışmamızda tüm hastaların yaş ortalaması  $24,01 \pm 14,59$  olup, ortanca değeri 23,5 olarak belirlenmiştir. Bizim çalışmamızda olduğu gibi, literatüre bakıldığında tüm dünyada elektrik akımına bağlı yaralanmaların genç erişkin nüfusu etkilediği, yapılan çalışmalarda ortalama yaş değerinin 26-30 yaş olduğu görülmektedir [87, 97]. Kasana ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada 176 hastanın yaş ortalaması  $29,77 \pm 8,98$  yaş idi [87]. Kurt ve arkadaşlarının yapmış olduğu retrospektif çalışmada hastaların ortalama yaşı  $26,4 \pm 13,2$  yaş idi [88]. Tredget ve arkadaşları da elektrik yaralanması ile başvuran 74 hastada yaptıkları çalışmada yaş ortalamasını  $33,9 \pm 12,6$  (1-67) yaş olarak bulmuşlardır [90]. Çalışmamıza dahil ettiğimiz hastaların yaş ortalamasına baktığımızda, elektrik akımından etkilenen bireylerin çalışma çağındaki bireyler olduğunu, yani sıklıkla genç ve erişkin bireylerden oluştuğunu görmekteyiz.

Elektrik yaralanması nedeniyle çalışmamıza dahil ettiğimiz 320 hastanın tamamına, geç aritmi riski nedeniyle EKG çekildi. Pawlik ve arkadaşlarının yaptığı

retrospektif bir çalışmada ise 240 hastanın %97,5'ine EKG çekilmiş, %62.1 hastaya ise kardiyak monitörizasyon yapılmıştır [99].

Yaptığımız çalışmada hastanemize başvuran tüm hastaların %46,3'i taburcu edilmişken, düşük gerilime maruz kalan 149 hastanın %80,5'inin hastanede müşahade edilmesine gerek duyulmamış ve taburcu edilmiştir. Çalışmamızla uyumlu olarak, Zubair ve arkadaşlarının 127 hastada yaptığı bir çalışmada düşük voltajla yaralanan hastaların çoğunluğunun takibine gerek duyulmamıştır ve bu hastalar taburcu edilmiştir [100]. Düşük gerilime maruz kalan hastaların, klinik durumlarında ya da laboratuvar parametreleri takibinde herhangi bir problem olmamasının, taburculuk oranlarının yükselmesine aracılık ettiğini düşünmekteyiz.

Elektriksel akımın türüne bakılmaksızın çalışmamıza dahil ettiğimiz hastaların hastaneye yatış süreleri ortalama olarak  $10,12 \pm 18,82$  gündür. [Maghsoudi](#) ve arkadaşlarının yaptığı bir araştırmada ise ortalama hastanede kalış süresi  $13,9 \pm 14,6$  gün olarak kaydedilmiştir [94]. Çelik ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada da hastanede yatış süresi ortalama  $23,8 \pm 14,2$  gün olarak bulunmuştur [101]. Çalışmamıza aldığımız hastalara uygulanan tedavi yöntemleri, laboratuvar değerlerindeki anormallikler, yanık ve künt travma varlığı hastanede yatış sürelerini etkilemiştir.

Bizim çalışmamızda tüm hastaların %55,6'sı (n:178) iş kazası olarak başvurmuştur. Mohammadi ve arkadaşlarının çalışmasında elektrik akımına bağlı yaralanmaların % 59,3'ü [97] , bir başka çalışmada ise %74,3'ü [90] işyerinde gerçekleşmiştir. Hussmann ve arkadaşlarının retrospektif olarak planlayıp yapmış olduğu 129 elektrik yaralanmasının da %72,9'unun iş ile alakalı olduğu kaydedilmiştir [102]. Bizim çalışmamıza literatürde benzer olan diğer bir çalışma da Brandt ve arkadaşlarının elektrik yaralanmalarını retrospektif değerlendirdiği çalışmadır. Bu çalışmada 95 hastanın %81'i (n:77) meslek kazası olarak kayıtlara geçmiştir [103]. Elektriğin iş yerlerinde ve sahada yaygın kullanımı, çalışma çağındaki genç-yetişkinlerin elektrik akımına daha çok maruz kalmasına ve buna bağlı olarak iş kazalarının da sayıca fazla olmasına sebep olduğunu düşündürmektedir.

İş kazalarında olduğu gibi, olayın oluşmasını önlemek için gerekli bilgilendirme ve eğitim yapılması gereken bir diğer grup ise ev kazalarıdır. Çalışmamızda değerlendirdiğimiz 320 hastanın %44,4'ünün acil servise ev kazası nedeniyle başvurduğu görülmüştür. Özellikle çocuklarda elektrik prizlerine ve açık halde bulunan kablolarla dokunmak, ev aletlerinin dikkatsiz bir biçimde kullanımı ev kazalarının yüksek oranda görülmesine sebep olarak gösterilebilir. Literatürdeki çalışmalara bakıldığında, Vural ve arkadaşları 53 hastayı yaralandıkları alanlar açısından değerlendirdiğinde, yaralanmaların %26,4'ünün evde oluştuğunu bildirmiştir [104].

Yaptığımız değerlendirmelerde tüm elektrik yaralanmaları %13,1 oranı ile en sık ağustos ayında görülürken, literatür taramalarımızda Haberal'ın yapmış olduğu çalışmada mayıs ve haziran ayında elektrik yaralanmalarının pik yaptığı bildirilmiştir [105].

Ayrıca çalışmamızda yıldırım akımına maruziyetin yılın en sık haziran ayında (%36) olduğu tespit edilmiştir. Blumenthal'in yaptığı çalışmada da çalışmamızı destekleyici bir biçimde yıldırıma maruz kalmaların en fazla yaz aylarında olduğu gösterilmiştir [106]. Yine çalışmamızı destekleyecek olan bir başka çalışma da Pincus ve arkadaşlarının yıldırım çarpması ile ilgili yaptığı çalışmadır. İnceledikleri vakaların çoğunun yaz aylarında gerçekleşmiş olduğu görülmüştür [92]. Elektrik ve inşaat işçileri, çobanlar, çiftçiler gibi açık alanlarda çalışan meslek gruplarının, özellikle yaz aylarında çalışıyor olması, bu maruziyetin de yazın artmasına sebep olarak düşünülebilir. Ayrıca yaz aylarında, dinlenmek ya da eğlenmek için kapalı alanlardansa dışarda daha fazla vakit geçiriyor olmanın da bu aylardaki yüksek maruziyetle ilintili olduğu söylenebilir.

Yaptığımız çalışmanın veri incelemesinde hastaların %32'sinin (n:8) yıldırım çarpmalarına maruz kaldığı en sık saatlerin 12:00-15:59 olduğu görülmüştür. Kaynaklar incelendiğinde literatürde bizim çalışmamızı destekleyen çalışmalar bulunmuştur. Pincus ve arkadaşlarının yıldırım çarpması ile ilgili yaptığı çalışmada vakaların genelde öğleden sonraları oluştuğu gözlenmiş ve bildirilmiştir [92].



Blumenthal'ın yaptığı çalışmada ise vakaların en fazla öğleden sonra 15:00-18:00 arasında olduğu görülmüştür [106].

Çalışmamızda 239 hastadan myogloblin çalışılmış, tüm gruplarda ortalama değerler laboratuvar değerlerinin üzerinde çıkmıştır. Yapılan diğer çalışmalara bakıldığında Akahane ve arkadaşlarının olgu sunumunda yıldırım çarpmasını takiben myogloblinüri görülmüştür [107]. Cancio ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada da myogloblinüri değerlerinin klinik olarak daha sıkıntılı hastalarda yüksek olduğunu ve myogloblin yüksekliğinin hastada fasyotomi, amputasyona gidişati öngöreceği gösterilmiştir [108]. Ayrıca Gupta ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada myogloblinüri gelişen hastaların %75'inde böbrek yetmezliği görüldüğü belirtilmiştir [109].

Hussmann ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada elektrik akımı nedeni ile oluşan yanıkların yanık merkezlerine başvuru oranı, gelişmiş ülkelerde %3-5 oranındayken, gelişmekte olan ülkelerde %21-27 sıklığında görülmektedir [102].

Bizim çalışmamızda 320 hastanın 241'inde (%75,3) elektrik akımına bağlı yanıklar mevcuttu. Oğuztürk ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada ise 38 hastanın 11'inde (28,9%) yanık belirlendi [84]. Bir başka çalışmada da Pincus ve arkadaşları inceledikleri vakaların %53,7'sinde yanık tespit etmişlerdir [92]. Mohammadi ve arkadaşları çalışmalarında yanıkların %67,2'sinin yüksek voltajlı elektrik akımı nedeniyle oluştuğunu, ortalama yanık oranının %27,5 olduğunu bildirmişlerdir [97]. Çalışmamızdaki yanık oranının yüksekliğini, yüksek gerilime maruz kalan hastaların sayıca çokluğuna ve düşük gerilime maruz kalan hastaların da maruziyet sürelerinin uzunluğuna bağlamaktayız.

Çalışmamızda, en yüksek oranda (%37,5) hasta yatıran kliniğin yanık ünitesi olduğu görülmüştür. Yapılan bir çalışmada da gösterilmiştir ki tüm organlar arasında, ortopedik ve kardiyak problemlere göre deri en fazla oranda etkilenmektedir [48]. Derinin vücut yüzeyini kaplayan en büyük organ olması ve elektrik akımının her ne yolu izlerse izlesin bu organı geçmek zorunda olması, yanık oluşma oranının yüksek olmasına sebep olmaktadır.

Elektrik yaralanmalarına ek olarak künt travmalar, hastanın elektrik direğinden veya ağaca tırmanmışken akıma maruz kalıp düşmesiyle ya da hastanın yüksek gerilime kapıldığında akımın şiddeti ile savrulmasından kaynaklanabilir. Bizim  alışmamızda 320 hastanın 88'inde (%27,5) elektriksel akıma bağlı travmaya künt travma da eşlik ediyordu. Kaynaklar incelendiğinde literatürde benzer çalışmalara rastlanmıştır. Blumenthal'in yaptığı çalışmada vakaların %52'sine künt travma eşlik etmekteydi [106].

Çalışmamızda CK ve CK-MB değerleri laboratuvar üst sınır değerlerinden tüm gruplarda yüksek tespit edildi. Literatüre bakıldığında çalışmamızı destekler yönde çalışmalar mevcut idi. Chandra ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada 24 hastanın 13' ünde CK ve CK-MB izoenzimi yüksek bulunmuştur [110]. Ahrenholz ve arkadaşlarının yaptığı çalışmaya göre de CK ve CK-MB değerleri elektrik yaralanması olan hastalarda yüksek çıkmıştır [111]. Bir başka çalışmada CK ve CK-MB değerlerinin yüksek olduğu ve bu yükselmenin elektrik yanığı boyutları ile pozitif korelasyon gösterdiği kaydedilmiştir [112]. Yapılan başka çalışmalarda da CK değerlerinin artması ile hastanede yatış süresinin ve amputasyon riskinin arttığı gözlenmiştir [111, 113]. Zhang B ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada CK ve CK-MB değerlerinin hastanın prognozu ile ilişkili olup, doku hasarının takibinde kullanılabılır olduğu da bildirilmiştir [112].

## 6. SONUÇ

- Literatürle uyumlu olarak, elektrik yaralanmalarının erkeklerde görülme oranının daha yüksek olduğu çalışmamızda %83,1 oranla tespit edildi.
- Çalışmamızda hastaların yaş ortalamasının literatür ile uyumlu olduğu görülmüştür.
- Bizim çalışmamızda literatürle uyumlu olarak, düşük gerilime maruz kalan hastaların büyük kısmı taburcu edilmiştir.
- Çalışmamızda hastaların hastanede ortalama yatış sürelerinin literatürle uyumlu olduğu görüldü.
- Literatürle uyumlu olarak çalışmamızda hastaların ikamet yoğunluğunun kırsal alanda olduğu görüldü.
- Çalışmamızda CK, CK-MB, Myoglobin ortalama değerleri de literatür ile uyumlu olarak laboratuvar üst değerinden yüksek çıkmıştır.
- Atatürk Üniversitesi Acil Tıp Kliniğine başvuran hastalar değerlendirildiğinde literatürle uyumlu olarak, elektrik ve yıldırım çarpmalarının sıklıkla yaz aylarında görüldüğü, ayrıca yıldırım çarpmalarına da yine literatürle uyumlu olarak günün öğleden sonraki saatlerinde maruz kalındığı sonucuna ulaşılmıştır.
- Çalışmamızda açık alanda ve kapalı alanda çalışan bireylerin hastaneye başvuru GKS' si ve hastanede yatış süreleri arasında anlamlı farklılık gözlenmiştir.
- Bizim çalışmamızda düşük gerilime maruz kalanların çoğunlukla kent merkezinde, yüksek gerilim ve yıldırıma maruz kalanların ise çoğunlukla kırsalda ikamet ettiği görülmüştür. Kent merkezi ve kırsal alanda ikamet eden hastalar arasında da hastanede yatış süreleri arasında anlamlı farklılık görülmüştür.
- Çalışmamızda düşük gerilim, yüksek gerilim ve yıldırım çarpmasına maruz kalan gruplar arasında istatistiksel bir değerlendirme yapılmış, gruplar arasında hastaneye başvuru şekli, hastaneye yatışı, entübe edilme durumu, künt travma ve yanık varlığı açısından anlamlı farklılık bulunmuştur.

- Yaptığımız çalışmada düşük gerilim, yüksek gerilim ve yıldırım çarpmasına maruz kalan gruplar arasında acil serviste yapılan konsültasyon sayısı da istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.



## 7. KAYNAKLAR

1. Baxter, C.R. and J.F. Waeckerle, *Emergency treatment of burn injury*. Ann Emerg Med, 1988. **17**(12): p. 1305-15.
2. Cooper, M.A., *Electrical and lightning injuries*. Emerg Med Clin North Am, 1984. **2**(3): p. 489-501.
3. Spies, C. and R.G. Trohman, *Narrative review: Electrocution and life-threatening electrical injuries*. Ann Intern Med, 2006. **145**(7): p. 531-7.
4. Browne, B.J. and W.R. Gaasch, *Electrical injuries and lightning*. Emerg Med Clin North Am, 1992. **10**(2): p. 211-29.
5. Skoog, T., *Electrical injuries*. J Trauma, 1970. **10**(10): p. 816-30.
6. Cawley, J.C. and G.T. Homce, *Occupational electrical injuries in the United States, 1992-1998, and recommendations for safety research*. J Safety Res, 2003. **34**(3): p. 241-8.
7. Baker, M.D. and C. Chiaviello, *Household electrical injuries in children. Epidemiology and identification of avoidable hazards*. Am J Dis Child, 1989. **143**(1): p. 59-62.
8. Rabban, J.T., et al., *Mechanisms of pediatric electrical injury. New implications for product safety and injury prevention*. Arch Pediatr Adolesc Med, 1997. **151**(7): p. 696-700.
9. Jain, S. and V. Bandi, *Electrical and lightning injuries*. Crit Care Clin, 1999. **15**(2): p. 319-31.
10. Taylor, A.J., et al., *Occupational electrocutions in Jefferson County, Alabama*. Occup Med (Lond), 2002. **52**(2): p. 102-6.
11. Wick, R., et al., *Fatal electrocution in adults--a 30-year study*. Med Sci Law, 2006. **46**(2): p. 166-72.
12. Zafren, K., et al., *Lightning injuries: prevention and on-site treatment in mountains and remote areas. Official guidelines of the International Commission for Mountain Emergency Medicine and the Medical Commission of the International Mountaineering and Climbing Federation (ICAR and UIAA MEDCOM)*. Resuscitation, 2005. **65**(3): p. 369-72.

13. Centers for Disease, C. and Prevention, *Lightning-associated injuries and deaths among military personnel--United States, 1998-2001*. MMWR Morb Mortal Wkly Rep, 2002. **51**(38): p. 859-62.
14. O'Keefe Gatewood, M. and R.D. Zane, *Lightning injuries*. Emerg Med Clin North Am, 2004. **22**(2): p. 369-403.
15. Cooper, M.A., *Emergent care of lightning and electrical injuries*. Semin Neurol, 1995. **15**(3): p. 268-78.
16. Ritenour, A.E., et al., *Lightning injury: a review*. Burns, 2008. **34**(5): p. 585-94.
17. Centers for Disease, C. and Prevention, *Lightning-associated deaths--United States, 1980-1995*. MMWR Morb Mortal Wkly Rep, 1998. **47**(19): p. 391-4.
18. Duclos, P.J. and L.M. Sanderson, *An epidemiological description of lightning-related deaths in the United States*. Int J Epidemiol, 1990. **19**(3): p. 673-9.
19. Lopez, R.E. and R.L. Holle, *Demographics of lightning casualties*. Semin Neurol, 1995. **15**(3): p. 286-95.
20. Bleetman, A., R. Steyn, and C. Lee, *Introduction of the Taser into British policing. Implications for UK emergency departments: an overview of electronic weaponry*. Emerg Med J, 2004. **21**(2): p. 136-40.
21. Fish, R.M. and L.A. Geddes, *Effects of stun guns and tasers*. Lancet, 2001. **358**(9283): p. 687-8.
22. Vilke, G.M., W.P. Bozeman, and T.C. Chan, *Emergency department evaluation after conducted energy weapon use: review of the literature for the clinician*. J Emerg Med, 2011. **40**(5): p. 598-604.
23. Gardner, A.R., W.E. Hauda, 2nd, and W.P. Bozeman, *Conducted electrical weapon (TASER) use against minors: a shocking analysis*. Pediatr Emerg Care, 2012. **28**(9): p. 873-7.
24. Ordog, G.J., et al., *Electronic gun (Taser) injuries*. Ann Emerg Med, 1987. **16**(1): p. 73-8.
25. Kim, P.J. and W.H. Franklin, *Ventricular fibrillation after stun-gun discharge*. N Engl J Med, 2005. **353**(9): p. 958-9.
26. Mehl, L.E., *Electrical injury from Taser and miscarriage*. Acta Obstet Gynecol Scand, 1992. **71**(2): p. 118-23.

27. Lee, R.C., D. Zhang, and J. Hannig, *Biophysical injury mechanisms in electrical shock trauma*. Annu Rev Biomed Eng, 2000. **2**: p. 477-509.
28. Geddes, L.A. and L.E. Baker, *The specific resistance of biological material--a compendium of data for the biomedical engineer and physiologist*. Med Biol Eng, 1967. **5**(3): p. 271-93.
29. Dalziel, C., *The threshold of perception currents*. Trans Am Inst Electrical Engineering 1954. **73**:990.
30. Hawkes, G., *The sensory range of electrical stimulation of the skin*. Am J Psychol 1960. **73**:485.
31. Wright, R.K. and J.H. Davis, *The investigation of electrical deaths: a report of 220 fatalities*. J Forensic Sci, 1980. **25**(3): p. 514-21.
32. Krider, E.P. and M.A. Uman, *Cloud-to-ground lightning: mechanisms of damage and methods of protection*. Semin Neurol, 1995. **15**(3): p. 227-32.
33. Lichtenberg, R., et al., *Cardiovascular effects of lightning strikes*. J Am Coll Cardiol, 1993. **21**(2): p. 531-6.
34. Purdue, G.F. and J.L. Hunt, *Electrocardiographic monitoring after electrical injury: necessity or luxury*. J Trauma, 1986. **26**(2): p. 166-7.
35. Das, K.M., *Electrocardiographic changes following electric shock*. Indian J Pediatr, 1974. **41**(316): p. 192-4.
36. Lown, B., et al., *Comparison of alternating current with direct electroshock across the closed chest*. Am J Cardiol, 1962. **10**: p. 223-33.
37. DiVincenti, F.C., J.A. Moncrief, and B.A. Pruitt, Jr., *Electrical injuries: a review of 65 cases*. J Trauma, 1969. **9**(6): p. 497-507.
38. Wetli, C.V., *Keraunopathology. An analysis of 45 fatalities*. Am J Forensic Med Pathol, 1996. **17**(2): p. 89-98.
39. Ku, C.S., et al., *Myocardial damage associated with electrical injury*. Am Heart J, 1989. **118**(3): p. 621-4.
40. Xenopoulos, N., et al., *Myocardial injury in electrocution*. Am Heart J, 1991. **122**(5): p. 1481-4.
41. McBride, J.W., et al., *Is serum creatine kinase-MB in electrically injured patients predictive of myocardial injury?* JAMA, 1986. **255**(6): p. 764-8.

42. Kinney, T.J., *Myocardial infarction following electrical injury*. Ann Emerg Med, 1982. **11**(11): p. 622-5.
43. Kirchmer, J.T., Jr., D.L. Larson, and K.R. Tyson, *Cardiac rupture following electrical injury*. J Trauma, 1977. **17**(5): p. 389-91.
44. Rahmani, S.H., G. Faridaalae, and S. Jahangard, *Acute transient hemiparesis induced by lightning strike*. Am J Emerg Med, 2015. **33**(7): p. 984 e1-3.
45. Ramati, A., et al., *Alteration in functional brain systems after electrical injury*. J Neurotrauma, 2009. **26**(10): p. 1815-22.
46. Cherington, M., *Spectrum of neurologic complications of lightning injuries*. NeuroRehabilitation, 2005. **20**(1): p. 3-8.
47. Davis, C., et al., *Wilderness medical society practice guidelines for the prevention and treatment of lightning injuries*. Wilderness Environ Med, 2012. **23**(3): p. 260-9.
48. Cander B, D.A., Koyuncu F, *Elektrik yaralanmalarının demografik özellikleri ve yatış süresi üzerine etkili faktörler*. Akademik Acil Tıp Dergisi 2010. **2:72-4**.
49. Gül M , G.S., Koçak S, Okumuş M, *Yıldırım çarpması yaralanmaları*. Genel Tıp Derg, 2004. **14**(1):35-38.
50. Wesner, M.L. and J. Hickie, *Long-term sequelae of electrical injury*. Can Fam Physician, 2013. **59**(9): p. 935-9.
51. ten Duis, H.J., H.J. Klasen, and P.E. Reenalda, *Keraunoparalysis, a 'specific' lightning injury*. Burns Incl Therm Inj, 1985. **12**(1): p. 54-7.
52. Cherington, M., *Neurologic manifestations of lightning strikes*. Neurology, 2003. **60**(2): p. 182-5.
53. Caksen, H., et al., *Right thalamic hemorrhage resulting from high-voltage electrical injury: a case report*. Brain Dev, 2004. **26**(2): p. 134-6.
54. ten Duis, H.J., *Acute electrical burns*. Semin Neurol, 1995. **15**(4): p. 381-6.
55. J., C., *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*., Pergamon Press Tarrytown 1985. **7-24**.



56. Cooper, M.A., *Lightning injuries: prognostic signs for death*. Ann Emerg Med, 1980. **9**(3): p. 134-8.
57. Vega, L.A., et al., *Clinical picture: An unwanted tattoo*. Lancet, 2001. **358**(9294): p. 1681.
58. Sanford, A. and R.L. Gamelli, *Lightning and thermal injuries*. Handb Clin Neurol, 2014. **120**: p. 981-6.
59. Moncrief, J.A. and B.A. Pruitt, Jr., *Electric injury*. Postgrad Med, 1970. **48**(3): p. 189-94.
60. Hunt, J.L., et al., *Vascular lesions in acute electric injuries*. J Trauma, 1974. **14**(6): p. 461-73.
61. D'Attellis, N., V. Luong, and J.M. Grinda, *A shocking injury*. Lancet, 2004. **363**(9427): p. 2136.
62. Haberal, M., et al., *Visceral injuries, wound infection and sepsis following electrical injuries*. Burns, 1996. **22**(2): p. 158-61.
63. Rijhwani, A. and I. Sunil, *Colonic fistula complicating electric burns--a case report*. J Pediatr Surg, 2003. **38**(8): p. 1232-3.
64. Patten, B.M., *Lightning and electrical injuries*. Neurol Clin, 1992. **10**(4): p. 1047-58.
65. Gluncic, I., et al., *Ear injuries caused by lightning: report of 18 cases*. J Laryngol Otol, 2001. **115**(1): p. 4-8.
66. Liew, L. and G.A. Morrison, *Bilateral hearing loss following electrocution*. J Laryngol Otol, 2006. **120**(1): p. 65-6.
67. Schwarz, E.S., M. Barra, and M.M. Liao, *Successful resuscitation of a patient in asystole after a TASER injury using a hypothermia protocol*. Am J Emerg Med, 2009. **27**(4): p. 515 e1-2.
68. Celebi, A., et al., *Myocardial infarction after an electric shock: a rare complication*. Cardiol J, 2009. **16**(4): p. 362-4.
69. Lippestad, C., et al., *[Electric injuries. Physiopathology and principles of treatment]*. Tidsskr Nor Laegeforen, 1990. **110**(8): p. 948-52.
70. Emet, M., et al., *Lightning injury may cause abrupt cerebral salt wasting syndrome*. Am J Emerg Med, 2010. **28**(5): p. 640 e1-3.

71. Affleck, D.G., et al., *Assessment of tissue viability in complex extremity injuries: utility of the pyrophosphate nuclear scan*. J Trauma, 2001. **50**(2): p. 263-9.
72. Sayman, H.B., et al., *Prediction of muscle viability after electrical burn necrosis*. Clin Nucl Med, 1992. **17**(5): p. 395-6.
73. Hammond, J. and C.G. Ward, *The use of Technetium-99 pyrophosphate scanning in management of high voltage electrical injuries*. Am Surg, 1994. **60**(11): p. 886-8.
74. Apfelberg, D.B., F.W. Masters, and D.W. Robinson, *Pathophysiology and treatment of lightning injuries*. J Trauma, 1974. **14**(6): p. 453-60.
75. Strasser, E.J., R.M. Davis, and M.J. Menchey, *Lightning injuries*. J Trauma, 1977. **17**(4): p. 315-9.
76. Yarnell, P.R. and D.P. Lammertse, *Neurorehabilitation of lightning and electrical injuries*. Semin Neurol, 1995. **15**(4): p. 391-6.
77. Sokhal, A.K., et al., *Clinical spectrum of electrical burns - A prospective study from the developing world*. Burns, 2017. **43**(1): p. 182-189.
78. Acıkel C, E.F., Kale B, Celikoz B. , *Patient profile and primary treatment in high-voltage electrical injuries*. Cerrahpaşa J Med, 2002. **33**:104-9.
79. Adukauskienė, D., V. Vizgirdaitė, and S. Mazeikiene, *[Electrical injuries]*. Medicina (Kaunas), 2007. **43**(3): p. 259-66.
80. <http://www.gata.edu.tr/dahilibilimler/hidroklimatoloji/elektrik.htm> (erişim 14.11.2006)
81. Rai, J., et al., *Electrical injuries: a 30-year review*. J Trauma, 1999. **46**(5): p. 933-6.
82. Arnoldo, B.D., et al., *Electrical injuries: a 20-year review*. J Burn Care Rehabil, 2004. **25**(6): p. 479-84.
83. Yaşar MA, Y.D., Ödeş R, Bolat E, Göksu H, , *Yüksek Voltaj Elektrik Çarpmasına Bağlı Akciğer ve Karaciğer Parankim Yanığı*. Fırat Tıp Dergisi, 2006. **11**(2): 142-143.
84. Oğuztürk H, T.M., Ertan C, Akgün FS , Tekin YK *Elektrik Yaralanmaları: Demografik ve Klinik Özellikler - Özgün Araştırma*. Med Bull Haseki, 2010. **48**: 139-141.

85. Lederer, W. and G. Kroesen, *[Emergency treatment of injuries following lightning and electrical accidents]*. Anaesthesist, 2005. **54**(11): p. 1120-9.
86. Huss, F., et al., *[Lightning injuries--a mixture of electrical, thermal and multiple trauma]*. Lakartidningen, 2004. **101**(28-29): p. 2328-31.
87. Kasana, R.A., P.U. Baba, and A.H. Wani, *Pattern of high voltage electrical injuries in the Kashmir valley: a 10-year single centre experience*. Ann Burns Fire Disasters, 2016. **29**(4): p. 259-263.
88. Kurt, A., et al., *Electrical burns: Highlights from a 5-year retrospective analysis*. Ulus Travma Acil Cerrahi Derg, 2016. **22**(3): p. 278-82.
89. Saaiq, M., *Epidemiology and Outcome of Childhood Electrical Burn Injuries at Pakistan Institute of Medical Sciences Islamabad, Pakistan*. J Burn Care Res, 2016. **37**(2): p. e174-80.
90. Tredget, E.E., H.A. Shankowsky, and W.A. Tilley, *Electrical injuries in Canadian burn care. Identification of unsolved problems*. Ann N Y Acad Sci, 1999. **888**: p. 75-87.
91. Al B, A.M., Guloglu C ve ark. , *Elektrik carpması sonucu acil servise başvuran hastaların epidemiyolojik özellikleri*. . Ulusal Travma Dergisi, 2006. **12**:135-42.
92. Pincus, J.L., et al., *Lightning deaths: a retrospective review of New Mexico's cases, 1977-2009*. J Forensic Sci, 2015. **60**(1): p. 66-71.
93. Patil, S.B., et al., *Changing patterns in electrical burn injuries in a developing country: should prevention programs focus on the rural population?* J Burn Care Res, 2010. **31**(6): p. 931-4.
94. Maghsoudi, H., Y. Adyani, and N. Ahmadian, *Electrical and lightning injuries*. J Burn Care Res, 2007. **28**(2): p. 255-61.
95. Durukan P, Y.M., Alagöz G ve ark. , *Elektrik yaralanmaları: üç yıllık analiz*. Akademik Acil Tıp Dergisi, 2006. **5**:27-9.
96. Günay K, T.K., Şad O ve ark. , *Akut elektrik yanıkları: 6 yıllık deneyimlerimiz*. Ulus Trav Derg, 1995. **1**:97-101.
97. Mohammadi, A.A., et al., *A survey on 30 months electrical burns in Shiraz University of Medical Sciences Burn Hospital*. Burns, 2008. **34**(1): p. 111-3.

98. Türedi S, G.A., Tatlı Ö ve ark. , *KTÜ Farabi hastanesi acil servisine elektrik yaralanmaları ile başvuran hastaların değerlendirilmesi*. . Akademik Acil Tıp Dergisi, 2007. **4**:25-9.
99. Pawlik, A.M., et al., *Outcomes of electrical injuries in the emergency department: a 10-year retrospective study*. Eur J Emerg Med, 2016. **23**(6): p. 448-454.
100. Zubair, M. and G.E. Besner, *Pediatric electrical burns: management strategies*. Burns, 1997. **23**(5): p. 413-20.
101. Celik, A., O. Ergun, and G. Ozok, *Pediatric electrical injuries: a review of 38 consecutive patients*. J Pediatr Surg, 2004. **39**(8): p. 1233-7.
102. Hussmann, J., et al., *Electrical injuries--morbidity, outcome and treatment rationale*. Burns, 1995. **21**(7): p. 530-5.
103. Brandt, M.M., et al., *Burn centers should be involved in prevention of occupational electrical injuries*. J Burn Care Rehabil, 2002. **23**(2): p. 132-4.
104. Aslı Vural, T.S., Selahattin Vural, Ahmet Çınar Yastı, *Elektrik yaralanmalarında elektrokardiyografi bulgularının klinik gidişte önemi*. Ulus Travma Acil Cerrahi Derg, Mayıs 2015. **Cilt. 21, Sayı. 3**.
105. Haberal, M., *Electrical burns: a five-year experience--1985 Evans lecture*. J Trauma, 1986. **26**(2): p. 103-9.
106. Blumenthal, R., *Lightning fatalities on the South African Highveld: a retrospective descriptive study for the period 1997 to 2000*. Am J Forensic Med Pathol, 2005. **26**(1): p. 66-9.
107. Akahane, T. and R. Okishio, *Lightning injury: report of two cases*. Burns Incl Therm Inj, 1983. **10**(1): p. 45-8.
108. Cancio, L.C., et al., *One hundred ninety-five cases of high-voltage electric injury*. J Burn Care Rehabil, 2005. **26**(4): p. 331-40.
109. Gupta, K.L., et al., *Myoglobinuric acute renal failure following electrical injury*. Ren Fail, 1991. **13**(1): p. 23-5.
110. Chandra, N.C., C.O. Siu, and A.M. Munster, *Clinical predictors of myocardial damage after high voltage electrical injury*. Crit Care Med, 1990. **18**(3): p. 293-7.

111. Ahrenholz, D.H., W. Schubert, and L.D. Solem, *Creatine kinase as a prognostic indicator in electrical injury*. Surgery, 1988. **104**(4): p. 741-7.
112. Zhang, B., et al., *[Diagnostic value of serum creatine kinase MB in patients with cardiac damage after electric injuries]*. Zhonghua Wai Ke Za Zhi, 1998. **36**(8): p. 480-3.
113. Kopp, J., et al., *Correlation between serum creatinine kinase levels and extent of muscle damage in electrical burns*. Burns, 2004. **30**(7): p. 680-3.



## EKLER

### EK 1. ETİK KURUL KARARI



#### ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU



Bölümü : Dekanlık  
Servisi : Klinik Araştırmalar Etik Kurulu  
Sayı : B.30.2.ATA.0.01.00/34  
Konu : Etik Kurul Kararı

08.12.2016

Sayın: Arş.Gör.Dr.Sibel GÜÇLÜ  
Acil Tıp Anabilim Dalı  
Araştırma Görevlisi

Değerlendirilmek üzere Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'na başvuruda bulunduğunuz "Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Acil Tıp Kliniğine Elektrik ve Yıldırım Çarpmasına Maruz Kalma Şikayeti ile Başvuran Hastaların 10 (On) Yıllık Retrospektif Analizi" isimli bilimsel tez çalışmasına ait Kurul Kararı ekte sunulmuştur.

Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof.Dr.Mustafa GÜL  
Etik Kurul Başkan V.

Eki :  
1 Adet Etik Kurul Kararı



**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ TIP  
FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR  
ETİK KURULU**



**KARAR**

|                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ETİK KURUL BİLGİLERİ</b>                  | <b>ETİK KURULUN ADI</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu                                                               |
|                                              | <b>AÇIK ADRESİ:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı                                                                                     |
|                                              | <b>TELEFON</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | +90 442 234 65 11                                                                                                                |
|                                              | <b>FAKS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | +90 442 236 09 68                                                                                                                |
|                                              | <b>E-POSTA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | atatipetikkurul@gmail.com                                                                                                        |
| <b>SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Arş.Gör.Dr.Sibel GÜÇLÜ                                                                                                           |
| <b>ARAŞTIRMACININ AÇIK ADI</b>               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Kalp Yetmezlikli Hastalarda Vitamin D Replasmanının 6 Dakika Yürüme Testi Ve Ekokardiyografik Parametreler Üzerine Etkisi</b> |
| <b>KARAR BİLGİLERİ</b>                       | <b>Toplantı Sayısı: 7 Karar No: 24</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Tarih: 08.12.2016</b>                                                                                                         |
|                                              | Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve çalışmanın bütçesinin kendisi tarafından karşılanması koşulu ile yapılmasında bilimsel ve etik açıdan sakınca olmadığına oy birliği ile karar verildi.<br><br><b>Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelik</b> kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir.<br>Araştırmacıya çalışmalarında başarılar dileriz. |                                                                                                                                  |

**Prof.Dr.Mustafa GÜL**  
**Etik Kurul Başkan V.**

Doç.Dr.Hamidullah UYANIK  
Üye

Yrd.Doç.Dr.İlker İNCE  
Üye

Yrd.Doç.Dr.Zahide KOŞAN  
Üye

Uz.Dr. Sevilay AKALP ÖZMEN  
Üye

Op.Dr.Binali FIRINCI  
Üye

Arş.Gör.Dr.Kamil DURMUŞ  
Üye (Hukukçu)

Emrah MELETLİOĞLU  
Üye