



T.C.

DİCLE ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

ACİL TIP ANABİLİM DALI

**ACİL SERVİSE ELEKTRİK ÇARPMASI SEBEBİYLE BAŞVURAN
HASTALARDA GİRİŞ-ÇIKIŞ YARALARININ
ELEKTROKARDİYOGRFİDEKİ AKS SAPMASINA VE
PROGNOZ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ**

Dr. Aziz Zilan

UZMANLIK TEZİ

DIYARBAKIR – 2022



T.C.

DİCLE ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

ACİL TIP ANABİLİM DALI

**ACİL SERVİSE ELEKTRİK ÇARPMASI SEBEBİYLE BAŞVURAN
HASTALARDA GİRİŞ-ÇIKIŞ YARALARININ
ELEKTROKARDİYOGRFİDEKİ AKS SAPMASINA VE
PROGNOZ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ**

Dr. Aziz Zilan

UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI

Dr Öğretim Üyesi Abdullah Şen

DİYARBAKIR – 2022

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca birlikte çalışmaktan her zaman büyük mutluluk ve onur duyduğum; çalışma disiplini ve hoşgörülerini ile kendime örnek aldığım her zaman her konuda desteklerini benden esirgemeyen başta Acil Tıp Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Cahfer GÜLOĞLU'na, Asistanlık süresince bir abi gibi yanımda duran bu çalışmada benden emeğini, desteğini ve sabrını esirgemeyen tez danışmanım Dr. Öğrt. Üyesi Abdullah ŞEN'e , uzmanlık eğitimim süresince medikal ve paramedikal her türlü desteğini hissettiğim ve bu meslekte örnek aldığım saygıdeğer hocam Prof. Dr. Murat ORAK'a ve Dr. Öğrt. Üyesi Mahmut YAMAN'a, uzmanlık eğitimime katkı sağlayan hocalarım Sayın Prof. Dr. Mehmet ÜSTÜNDAĞ'a, Sayın Prof. Dr. Recep DURSUN'a, Sayın Doç. Dr. Hasan Mansur DURGUN'a, Sayın Doç Dr. Mustafa İÇER'e Sayın Doç. Dr. Ercan GÜNDÜZ'e, teşekkür ederim. Sekreterimiz Tahsin ZENGİN'e ve Songül Ablamıza teşekkür ederim.

Tezimin fikir babası olan fakülte otomasyon sorumlusu Bilgi İşlem Uzman Cengiz BARDAKÇI abime ayrıca teşekkürü borç bilirim.

Eğitimim boyunca acı tatlı günleri beraber geçirdiğimiz Dr. Haydar SEZGİN'e, hastanede birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum asistan arkadaşlarıma, acil servis ve yoğun bakımlardaki tüm hemşire ve personel arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Hep yanımda olan, desteğini hiçbir zaman üzerimden esirgemeyen, her durumda bana güler yüzü ile sabreden, beni yetiştiren ailem Uz.Dr. Nilüfer DÖNMEZDİL, Doç. Dr. Süleyman DÖNMEZDİL , Saadet AKAT , Fırat AKAT ve dualarını üzerimden esirgemeyen anneme ve babama hayatımın her dönemi için teşekkür ederim

Varlıkları ile hayatımı anlamlı kılan dünyamı güzelleştiren canlarım Mustafa Doruk , Masal Dicle ve yoğun çalışma tempoma rağmen sürekli yanımda olan, varlığıyla günümü aydınlatan, kıymetli eşim Seval'e sonsuz teşekkürler.

Dr. Aziz ZİLAN

ÖZET

Amaç: Bu çalışmamızda 2018-2020 yılları arasında Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi acil servisine elektrik çarpması sebebiyle başvuran hastalarda giriş-çıkış yaralarının elektrokardiyografideki aks sapmasına ve prognoz üzerindeki etkisinin araştırılması amaçlandı.

Materyal-Metod: Çalışmamız Ocak 2018 – Aralık 2020 tarihleri arasında Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi acil servisine başvuran elektrik çarpmaları olgularından oluşmaktadır. Hastaların deskriptif ve diğer özellikleri analiz için detaylandırılarak not edildi. Hastalar aks sapmasına göre gruplandırılarak analizler yapıldı.

Bulgular: Çalışmamıza 44'ü (%20) kadın, 182'si (%80) erkek olmak üzere toplam 226 hasta dahil edildi. Hastaların yaş ortalaması 28.5 yıl idi (range: 0-93). Sırasıyla hastaların %22'sinde (n=50) grade 0, %10'unda (n=23) grade 1, %52'sinde (n=119) grade 2 ve %15'inde (n=24) grade 3 yanık mevcuttu. Hastaların %74.3'ünün yanık yüzdesi %10 ve altında saptandı (median= 3). Elektrik çarpmalarının giriş yeri değerlendirildiğinde; %46'sında sağ elde, %42'sinden sol elde, %3'ünde sağ ayakta, %2'sinde ise sol ayakta giriş tespit edildi. Extremitte dışı çıkış tespit edilenler ise %6 idi. Çıkış yeri ise; %13'ünde sağ elde, %13'ünde sol elde, %20'sinde sağ ayakta, %22'sinde ise sol ayakta çıkış tespit edildi. Extremitte dışı çıkış tespit edilenler ise %20 idi. Hastaların %75'inde aks sapması yoktu. %8,4'ünde (n=19) sağ aks sapması saptanırken %16,4'ünde (n=37) sol aks sapması saptandı. Aks sapması olan hastalar içinde insidans analizi yapıldığında; hastaların %34'ünde sağ, %66'sında sol aks sapması saptandı. Hastaların hastanede yatış durumları incelendiğinde; hastaların %60'ının (n=136) hastanede en az bir gün yatışlı kaldığı saptandı. Ortalama yatış günü sayısı $20,7 \pm 11,8$ (range 0-164), median 2 gün olarak kaydedildi. Hastaların %27'sine (n=61) cerrahi yapılırken %73'ü (n=165) konservatif izlendi.

Sonuç: Elektrik çarpmaları hayati tehdit eden ciddi kardiyak ritim bozukluğu yapan bir travma şeklidir. Elektrik çarpmaları olan hastalar en yakın acil servis birimine acilen yetiştirilmeli ve bu merkezlerde hastalara kardiyak patoloji ve yanık açısından yakın monitorizasyon sağlanmalıdır.

Anahtar kelimeler: Elektrik çarpması, elektrik yanıkları, aks sapması, EKG.

ABSTRACT

Objective: In this study, it was aimed to investigate the effect of entry-exit wounds on electrocardiographic axis deviation and prognosis in patients who applied to the Dicle University Medical Faculty emergency department due to electric shock between 2018-2020.

Material-Method: Our study consists of electric shock cases who applied to the Dicle University Medical Faculty Hospital emergency department between January 2018 and December 2020. Descriptive and other characteristics of the patients were noted in detail for analysis. Analyzes were performed by grouping the patients according to axis deviation.

Results: A total of 226 patients, 44 (20%) female and 182 (80%) male, were included in our study. The mean age of the patients was 28.5 years (range: 0-93). Respectively, 22% (n=50) grade 0, 10% (n=23) grade 1, 52% (n=119) grade 2 and 15% (n=24) grade 3 burns was available. The burn rate was 10% or less in 74.3% of the patients (median= 3). Considering the entry point of electric shocks; Entry was detected in the right hand in 46%, in the left hand in 42%, in the right foot in 3%, and in the left foot in 2%. Those with extra-extremity outlets were 6%. The place of exit is; Dislocation was detected in the right hand in 13%, in the left hand in 13%, in the right foot in 20%, and in the left foot in 22%. Those with extra-extremity outlets were 20%. There was no axis deviation in 75% of the patients. Right axis deviation was detected in 8.4% (n=19), while left axis deviation was found in 16.4% (n=37). When the incidence analysis is performed in patients with axis deviation; right axis deviation was detected in 34% and left axis deviation in 66% of the patients. When the hospitalization status of the patients is examined; 60% of the patients (n=136) were hospitalized for at least one day. The mean number of hospitalization days was recorded as 20.7 ± 11.8 (range 0-164), with a median of 2 days. Surgery was performed in 27% (n=61) of the patients, while 73% (n=165) were followed conservatively.

Conclusion: Electric shocks are a life-threatening form of trauma that causes severe cardiac arrhythmia. Patients with electrical shocks should be urgently brought to the nearest emergency department and close monitoring should be provided in terms of cardiac pathology and burns in these centers.

Keywords: Electric shock, electrical burns, axis deviation, ECG.



İçindekiler

TEŞEKKÜR.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
TABLolar DİZİNİ.....	x
1.GİRİŞ.....	1
1.1 Giriş ve Amaç.....	1
2. LİTERATÜR TARAMASI VE GENEL BİLGİLER.....	3
2.1 Elektrik Yaralanmaları	3
2.1.1 Etiyoloji	3
2.1.2 Epidemiyoloji	4
2.1.3 Patofizyoloji	4
2.1.3.1 Akım.....	4
2.1.3.2 Direnç.....	5
2.1.3.3 Ohm Yasası ve Akım Türü.....	5
2.1.3.4 Kas Tetanisi.....	6
2.1.3.5 Alan Gücü.....	7
2.1.4 Yanık Hasarı Gelişimi ve Fiziksel Bulgular.....	8
2.1.5 Elektrik Yaralanmalarının Acil Serviste Değerlendirilmesi.....	11
2.1.6 Tedavi ve Hasta Yönetimi.....	13
2.1.7 Ayırıcı Tanılar	15

2.1.8 Prognoz	16
2.1.9 Komplikasyonlar	16
2.1.9.1 Kardiyak komplikasyonlar	17
2.2 Elektrik Yanıkları	23
2.2.1 Etiyoloji.....	23
2.2.2 Epidemiyoloji.....	23
2.2.3 Patofizyoloji.....	24
2.2.3.1 Voltaj ve Amperaj.....	24
2.2.4 Tedavi ve Hasta Yönetimi	25
2.3 Yanık Sınıflaması	26
2.3.1 Klinik Önemi.....	30
2.4 Yanık Resüsitasyonu ve Yönetimi	30
2.4.1 Majör Yanıklar İçin Resüsitasyon	32
2.4.2 Komplikasyonlar.....	34
3. MATERYAL METOD	
3.1 Çalışma Dizaynı.....	37
3.2 Dahil Edilme Kriterleri.....	37
3.3 Dışlama Kriterleri.....	37
3.4 Çalışma Hedefleri.....	37
3.5 Çalışmanın Sınırlılıkları.....	37
3.6 İstatistiksel Analiz.....	38
4. BULGULAR.....	39
4.1 Deskriptif bulgular.....	39

4.2 Karşılaştırmalı tablolar.....	44
4.3 Korelasyon Analizleri.....	48
4.4 Regresyon analizleri ve Aks sapması risk faktör analizi.....	50
5. TARTIŞMA.....	52
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	60
7. KAYNAKLAR.....	62
8. ÖZGEÇMİŞ.....	73



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1: Elektrik Yaralanmalarına Örnekler

Şekil 2.2: Elektrik Akım Yaralanmaları

Şekil 2.3: ACLS Algoritması

Şekil 2.4: ATLS Algoritması

Şekil 2.5: (a) komplet AV blok. (b) 2. Derece Mobitz tip 1 AV blok. (c) 1. Derece AV blok. (d) normal sinüs ritmi.

Şekil 2.6: Elektriksel Aks

Şekil 2.7: Yanık Dereceleri Diyagramı

Şekil 2.8: Elektrik Yanık Dereceleri Görseli

Şekil 2.9: Yanık Derecesi ile Sınıflandırılmış Yanık Derinliği

Şekil 2.10: Amerika Yanık Derneğinin Sınıflamasına Göre Yanık Derinliği-1

Şekil 2.11: Amerika Yanık Derneğinin Sınıflamasına Göre Yanık Derinliği-2

Şekil 2.12: Amerika Yanık Derneğinin Sınıflamasına Göre Yanık Derinliği-3

Şekil 2.13: Yetişkinler İçin Yanık Yüzdesi Hesaplama

Şekil 2.14: Bebeklerde Yanık Yüzdesi Hesaplama

Şekil 4.1: Hastaların cinsiyetlerine göre dağılımı

Şekil 4.2: Yaş frekans dağılımı

Şekil 4.3: Yanık yüzdesi frekans dağılımı

Şekil 4.4: Elektrik giriş-çıkış yerine göre değerlendirilmesi

Şekil 4.5: Aks sapması grafiksel gösterimi

Şekil 4.6: Tedavi

Şekil 4.7: Yanık yüzdesi – hastanın yatışlı kaldığı gün sayısı korelasyon grafiği

Şekil 4.8: Yanık yüzdesi ile CK arasındaki korelasyon grafiği



TABLULAR LİSTESİ

Tablo 4.1: Yanık derecesi

Tablo 4.2: Hastaların başvuru anındaki vital bulguları

Tablo 4.3: Hastaların laboratuvar değerleri

Tablo 4.4: Elektrik giriş-çıkış yerine göre değerlendirilmesi

Tablo 4.5: Aks sapması durumu

Tablo 4.6: Aksın sapma durumuna göre hasta özelliklerinin karşılaştırılması

Tablo 4.7: Aksın sapma yönüne göre hasta özelliklerinin karşılaştırılması

Tablo 4.8: Yanık yüzdesi ile vital bulgular arasındaki korelasyon tablosu

Tablo 4.9: Yanık yüzdesi ile laboratuvar bulguları arasındaki korelasyon tablosu

Tablo 4.10: Binary lojistik regresyon analizi (Aks sapması risk faktör analizi)

Tablo 4.11: Binary lojistik regresyon analizi (Aks sapması yön risk faktör analizi)



1. GİRİŞ

1.1 Giriş ve Amaç

Yanık merkezlerinde bakılan en yıkıcı ve güçten düşürücü yaralanmalardan biri olan elektrik yaralanmaları, bildirilen tüm nedenlerin %4'ünü oluşturmaktadır. Yanık cerrahları, elektrik yaralanmalarının benzersiz olduğunu akıllarında tutmalıdırlar, çünkü bunlar harici yanıklara neden olabileceği gibi, aynı zamanda kemiği ısıtan ve kemiğe tutunurken kasları yakan akımdan kaynaklanan diğer yanıklara da neden olabilir (1).

Elektrik yaralanmaları yetişkinlerde çocuklara göre daha sık meydana gelir çünkü çoğu mesleki maruziyetten kaynaklanır (1-4). 1000 V'tan büyük olarak tanımlanan yüksek voltajlı elektrik yaralanmaları olan hastalar, tetaniye bağlı olarak yüksek omurga kırığı yaralanması riski altındadır ve vertebral yaralanma ekarte edilene kadar tam immobilizasyon gerektirir. Ayrıca yüksek voltaj yaralanması olan hastalar kardiyak hasar açısından değerlendirilmelidir (2). Akım akışından kaynaklanan doğrudan kas yaralanması, daha agresif sıvı resüsitasyonu gerektiren miyoglobiniyuriye neden olabilir. Gros miyoglobiniyurili hastalar sıklıkla etkilenen uzuvların fasyotomisini gerektirir ve ciddi bir elektrik yaralanması sıklıkla yoğun bakım ünitesinde izleme gerektirir (2-4). Kemik en yüksek iletkenliğe sahiptir ve elektrik iskelet boyunca akar ve kemiğe bitişik önemli kas nekrozuna neden olur. Kompartman sendromu açısından hangi ekstremitelerin yakından izlenmesi gerektiğini değerlendirirken giriş ve çıkış yarası değerlendirilmelidir (1-4).

Elektrik maruziyeti cilt ve kas-iskelet sistemi dışında diğer organ sistemlerinde de önemli yaralanmalara neden olabilir. Kardiyak açıdan, aritmiler olay yerinde (herhangi bir voltaj) veya hastanede (yüksek voltaj ≥ 1000) yaygındır. Olay yerinde kalp yaralanmasından şüpheleniliyorsa veya yüksek voltajlı bir yaralanma meydana gelmişse kalp ritmi en az 24 saat sürekli olarak izlenmelidir. Ventriküler fibrilasyon ve asistol en yaygın olanlarıdır ve İleri Kardiyak Yaşam Desteği derhal başlatılmalıdır. Koroner arter spazmı ve miyokardiyal yaralanma ve enfarktüs de tarif edilmiştir (1-5). Bununla birlikte, başvuru sırasında normal bir kalp ritmi, aritminin olası olmadığı anlamına gelir ve bu nedenle, 24 saatlik izleme gerekli değildir. Ek olarak, katı organlarda yaralanma, akut bağırsak perforasyonu ve miyoglobiniyuri sonrası safra

taşları tanımlanmıştır. Katarakt ayrıca elektriksel yaralanmanın uzun vadeli bir olumsuz etkisidir ve bir oftalmolojik değerlendirme ve takip gerektirir (4,5).

Elektrik yaralanmalarında hastayı debridman ve greftleme için ameliyathaneye alırken hekim seri debridmanlar yapmalı ve dokunun kendini tamamen dışa vurmasına izin vermelidir. Bu yaralanmalar genellikle zamanla ilerleyici kas nekrozu ile gelişir, bu nedenle erken greftleme (ilk hafta içinde) genellikle yanık yarasını tamamen kapatmaz. Bu yaralanmaların ezilme yaralanmaları ile benzerlikleri vardır ve bu nedenle debridman için ameliyathaneye birden fazla ziyaret başarısızlık olarak görülmemelidir (3-5).

Biz bu çalışmamızda 2018-2020 yılları arasında Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi Acil Servisine elektrik çarpması nedeniyle başvuran hastalarda giriş-çıkış yaralarının elektrokardiyografideki aks sapmasına ve prognoz üzerine etkisinin retrospektif analizini yapmayı amaçladık.

2. LİTERATÜR TARAMASI VE GENEL BİLGİLER

2.1 Elektrik Yaralanmaları

Nispeten yaygın bir mekanik travma şekli olan elektrik yaralanmaları, yıldırım, düşük voltaj veya yüksek voltaj yaralanmasının bir sonucu olarak ortaya çıkabilir ve genellikle yüksek morbidite ve mortalite ile ilişkilidir. Hemen hemen tüm elektrik yaralanmaları kazara meydana gelir ve sıklıkla önlenemez. Elektrik yaralanmalarıyla ilişkili hasar, birden fazla doku veya organın işlev bozukluğuna ve hatta ölüme neden olabilir (1–4).

Dört ana elektrik yaralanması türü vardır: flaş, alev, yıldırım ve gerçek. Bir ark parlamasının neden olduğu flaş yaralanmaları, ciltten hiçbir elektrik akımı geçmediği için tipik olarak yüzeysel yanıklarla ilişkilidir. Alev yaralanmaları, bir ark parlaması kişinin giysisini tutuşturduğunda meydana gelir ve bu durumlarda elektrik akımı deriyi geçebilir veya geçmeyebilir. Son derece kısa fakat çok yüksek voltajlı elektrik enerjisi içeren yıldırım yaralanmaları, kişinin tüm vücudundan geçen bir elektrik akımı ile ilişkilidir. Gerçek elektrik yaralanmaları, bir kişinin bir elektrik devresinin parçası olmasını içerir. Bu durumlarda genellikle bir giriş ve çıkış yeri bulunur (3).

2.1.1 Etiyoloji

Bir kişi evde küçük bir cihazdan, uzatma kablosundan veya duvar prizinden kaynaklanan ve çok nadiren önemli bir travma veya komplikasyonla ilişkilendirilen elektrik çarpması gibi bir elektrik yaralanması yaşayabilir. Çocuklar, bir elektrik kablosunu ısırarak veya çiğnemekle ilişkili bilinç kaybı veya tutuklama olmaksızın düşük voltaj yaralanması yaşayabilir. Yetişkinler, ev veya ofis aletleri veya devreleri üzerinde çalışırken benzer yaralanmalara maruz kalabilirler. Düşük voltajlı elektrik akımı, maruz kalma süresine (örneğin, uzun süreli kas tetanisi varsa), bireyin boyutuna ve temas eden kesit alanına bağlı olarak, yüksek voltaj akımına çok benzer şekilde ciddi yaralanmalara neden olabilir (5–8).

Mesleki bir ortamda karşılaşılan tüm elektrik çarpmalarının en az yarısı, elektrik hatlarıyla temas sonucu ve yaklaşık dörtte biri elektrikli makineler veya aletler sonucu meydana gelir.

2.1.2 Epidemiyoloji

Amerika Birleşik Devletleri'nde, elektrik yaralanmaları sonucu yılda yaklaşık 1000 ölüm meydana gelmektedir. Bunların yaklaşık 400'ü yüksek voltajlı elektrik yaralanmalarından kaynaklanır ve yıldırım 50 ila 300'e neden olur. Ayrıca her yıl ölümcül olmayan en az 30.000 şok olayı meydana gelmektedir. Her yıl, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki tüm yanık ünitesi kabullerinin yaklaşık %5'i elektrik yaralanmalarının bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır.

Tüm elektrik yaralanmalarının yaklaşık %20'si çocuklarda meydana gelir. İnsidans, küçük çocuklar ve ergenlerde en yüksektir. Yetişkinlerde, bu yaralanmalar çoğunlukla mesleki ortamlarda meydana gelir ve işyerine bağlı travmatik ölümlerin dördüncü önde gelen nedenidir, oysa çocuklarda elektrik yaralanmaları en sık evde meydana gelir (9).

2.1.3 Patofizyoloji

Elektronların iletken bir materyalden yüksek konsantrasyondan düşük konsantrasyona doğru potansiyel bir gradyan akışı elektrik üretir. Potansiyel gradyan veya yüksek ve düşük elektron konsantrasyonu arasındaki fark, voltajı temsil eder ve elektrik kaynağına bağlı olarak değişebilir. Elektrik yaralanmaları, 100 V ila 500 V arasında bir eşğin kullanılabilceği değere göre düşük voltaj ve yüksek voltaj yaralanmaları olarak ayrılabilir. Amerika Birleşik Devletleri'nde ev elektriği 110 V'a ayarlanmıştır, ancak bazı yüksek güçlü cihazlar 240 V'a kadar ayarlanabilir. Buna karşılık, endüstriyel ve yüksek gerilimli elektrik hatları 100.000 V'tan yüksek olarak ayarlanabilir (10).

2.1.3.1 Akım (I)

Potansiyel bir gradyandan aşağı akan enerji miktarını (elektron hacmi) tanımlar ve amper (A) olarak ölçülür. Bu, elektrik yaralanması sonucu etkilenen kişinin vücudundan akan enerji miktarını tanımlar. Kişilerde kas tetanisinin indüklenecği değeri, elektrik kaynağını serbest bırakırken dokunmaya tahammül edebilecekleri maksimum akımın miktarına göre değişir (11).

2.1.3.2 Direnç (R)

Bir malzemenin ohm cinsinden ölçülen, içinden geçen elektriksel akış miktarını nasıl azalttığıнын bir ölçüsüdür. Vücutta direnç, mevcut su ve elektrolitlerin seviyesine bağlı olarak dokular arasında değişir. En yüksek elektrolit ve su konsantrasyonu (ve dolayısıyla en düşük direnç) kan damarlarında, nöronlarda ve kaslarda bulunur. Bu nedenle, bunlar vücuttaki mükemmel elektrik iletkenleridir. Kemik, yağ ve cilt, aksine, zayıf elektrik iletkenleridir (yüksek dirençli). Cilt direnci ayrıca artan kalınlık, kuruluk ve keratinizasyon ile artar. Derideki nemli mukoza zarları veya açıklıklar (örneğin, delikler, yırtılmalar veya sıyrıklar) aksine daha düşük bir dirence sahiptir (12).

En yüksek dirence sahip dokular, bir elektrik yaralanmasının bir sonucu olarak en yüksek düzeyde hasar görme eğilimindedir. Yüksek cilt direnci, cilt seviyesinde cilt yanıklarına neden olan daha büyük miktarda enerji kaybına neden olur ve böylece ortaya çıkan iç hasarın seviyesini azaltır. Öte yandan, düşük cilt direnci, daha fazla miktarda elektrik enerjisi iç dokulara aktarılırken, daha az belirgin cilt yaralanmasına veya hiç cilt yaralanmasına neden olmayabilir. Bu nedenle, ciltteki harici yanıkların kapsamı dahili olarak bulunacak hasarın seviyesini öngörmez ve harici yanıkların tamamen yokluğu dahili elektrik hasarının tamamen olmadığını tahmin etmez (13).

İç dokuların direnci, karşılaşılan hasarın seviyesini de belirler. Dikkate alınması gereken ek bir faktör, belirli bir dokunun kesit alanı tarafından belirlenen akım yoğunluğudur. Örneğin, elektrik enerjisi esas olarak kas, sinir, kan damarları gibi düşük dirençli dokulardan oluşan bir koldan aşağı doğru hareket ettiğinden, akım yoğunluğu nispeten düşük ve baştan sona sabittir. Bu, elektrik enerjisi eklemlere (örneğin dirsek, bilek, parmaklar) ulaşana kadar doğrudur, burada kesit alanının daha büyük bir kısmı daha yüksek dirençli dokulardan (örneğin kemikler, tendonlar) ve daha az dirençli dokulardan oluşur. Bu nedenle, eklemlerde, elektrik enerjisi daha az dirençli dokulara daha fazla odaklanır ve bu nedenle, bu tür dokular vücuttaki eklemlerde en fazla yaralanmaya eğilimlidir (14).

Vücuttaki elektriksel yaralanmanın diğer belirleyicileri, akımın kaynağı (yani giriş noktası) ve topraklamasıdır (yani çıkış noktası). En yaygın kaynak el, ardından kafa, en yaygın zemin ise genellikle ayaktır. Kafadan geçen herhangi bir akım, merkezi sinir sistemi (CNS) hasarına neden olabilir. Akım elden bacağı veya elden ele vücutta

dolaşırsa kalp en sık etkilenir ve bu potansiyel olarak ölümcül bir aritmi ile sonuçlanabilir (15).

2.1.3.3 Ohm Yasası ve Akım Türleri

Ohm yasası, akım, voltaj ve direnç arasındaki ilişkiyi, voltajın akımla doğru orantılı iken dirençle dolaylı olarak orantılı olduğu şekilde tanımlar. Bir kişinin yaşadığı elektriksel yaralanmanın derecesi, akımın tipini, akımın gücünü, maruz kalma süresinin uzunluğunu, vücut direncini ve elektrik alan kuvvetine ek olarak akımın vücutta izlediği yolu içeren Kouwenhoven faktörleri tarafından tahmin edilebilir (16).

Akım türü, alternatif akım (AC) ve doğru akım (DC) olarak ifade edilir. AC, ev elektrik prizlerinde bulunan akım (genellikle 50 Hz ila 60 Hz; düşük frekans), yönü ritmik olarak değiştirirken, çoğu pilde bulunan akım DC, sürekli olarak bir yönde akar. Çoğu kardiyoverter ve defibrilatör de DC kullanır (17).

AC veya DC ile ilişkili akım ve voltaj ne kadar yüksek olursa, elektrik hasarı o kadar büyük olur. Yüksek voltaj akımı (500 V ila 1000 V'tan büyük) düşük voltaj akımının (110 V ila 120 V) tetaniye neden olması daha olasıyken, tipik olarak derin yanıklara neden olur (18).

2.1.3.4 Kas Tetanisi

Kas tetanisi tipik olarak, çoğu ev tipi akımın bulunduğu bir aralık olan 40 Hz ila 110 Hz frekansında elektrik stimülasyonuna yanıt olarak ortaya çıkar. Elde bu kas kasılması meydana gelirse, fleksörlerin kasılması, etkilenen kişinin kaynağı kavramasına ve elektrik kaynağı ile temasın uzamasına neden olacaktır (19).

Çoğu insan, 1 miliamper (mA) akımda dokunmak için elektrik enerjisini algılayabilir. Bırakma akımı, kas kasılması indüklenmiş olsa bile, bir kişinin kaynağı serbest bırakmasına izin verecek olan akım miktarını (amper) ifade eder. Kişi başına tolere edilen amper miktarı (bırakma akımı) onun büyüklüğüne (yani kas kütlesi ve ağırlığına) bağlı olarak değişir. Örneğin, ortalama 70 kg'lık bir adam, DC için yaklaşık 75 mA ve AC için 15 mA'lık bir bırakma akımına sahip olacaktır. Çoğu çocuk, çoğu devre kesici tarafından üretilen akımdan çok daha düşük olan 3 mA ila 5 mA'lık bir serbest bırakma akımını tolere edebilir. Bir elektrik anahtarı, evde aşırı elektrik akımı bulunduğu anda elektrik akışını kesmek için tasarlanmıştır (20).

Esas olarak AC'nin vücut üzerindeki etkisini belirleyen frekanstır. Düşük frekanslı AC, tetaniye (uzun süreli kas kasılması) neden olma eğilimindedir, bu da etkilenen bir kişinin mevcut kaynağı serbest bırakmasını zorlaştırır, böylece maruz kalma süresini uzatır. Bu nedenle, düşük frekanslı AC genellikle yüksek frekanslı AC'den daha tehlikeli olabilir. Genel olarak, AC, aynı voltaj ve akıma sahip DC'den yaklaşık üç ila beş kat daha zararlıdır. Ayrıca DC, genellikle kişiyi elektrik kaynağından uzaklaştıran tek bir kasılma veya kasılmaya neden olur (21).

2.1.3.5 Alan Gücü

Son olarak, doku yaralanmasının seviyesi belirlenirken elektrik alan kuvveti dikkate alınmalıdır. Alan gücü, temas ettiği alanın boyutuna ek olarak, karşılaşılan voltaj miktarına göre belirlenir. Örneğin, daha büyük bir yüzey alanıyla temas eden çok yüksek bir voltaj, çok daha küçük bir yüzey alanıyla temas eden çok daha küçük bir voltaja eşit veya belki de ondan daha az bir alan kuvvetine sahip olabilir. Bu nedenle, düşük voltaj yaralanmaları (daha küçük bir alana yayılır) genellikle yüksek voltaj yaralanmaları ile aynı miktarda hasara neden olabilir (daha geniş bir alana yayılır) (22).

Düşük elektrik alan gücü, ciddi bir yaralanmaya neden olmayacak ani, rahatsız edici bir his (“şok”) ile ilişkilidir. Öte yandan, yüksek elektriksel alan gücü, protein pıhtılaşması, pıhtılaşma nekrozu, hemoliz, tromboz, kas veya tendon kopması veya dehidrasyona neden olma riskiyle birlikte, etkilenen dokularda elektrokimyasal veya termal hasara neden olma eğilimindedir. Elektriksel yaralanmanın kendisine ek olarak, yüksek elektriksel alan gücü yaralanması, potansiyel olarak kompartman sendromuna yol açan büyük doku ödeme (örn. Bu doku ödeminin bir sonucu olarak dehidrasyon (ilişkili hipovolemi ve hipotansiyon ile birlikte) de meydana gelebilir. Şiddetli kas yaralanması rabdomiyoliz, miyoglobinüri ve ilave elektrolit bozukluklarına yol açabilir. Toplamda, bu sekeller bireyleri çok yüksek bir akut böbrek hasarı riskine sokar (23).

2.1.4 Yanık Hasarı Gelişimi ve Fiziksel Bulgular

Elektrik yaralanması geçirmiş bir kişi çeşitli şikayetler veya sorunlarla gelebilir ve bunlar arasında kardiyak aritmi veya arrest, solunum durması, koma, künt travma

veya çeşitli yanıklar sayılabilir. Bazı hastalar, belirgin bir fiziksel hasar olmaksızın ara sıra hoş olmayan hislerden şikayet edebilirken, diğerleri büyük miktarda ağrı ve belirgin doku hasarı ile başvurabilir. Hastanın sunumundan bağımsız olarak, elektriksel yaralanmanın kaynağı (örneğin, yüksek ve düşük voltaj, AC'ye karşı DC), temasın uzunluğu ve meydana gelmiş olabilecek herhangi bir travma sonucu hakkında ayrıntıları belirlemek çok önemlidir (24).

Düşük voltajlı AC yaralanması geçirmiş hastalar, yalnızca yüzeysel yanıklar veya bunun aksine, uzun süreli temas veya kas tetanisi varsa birçok yıkıcı yaralanma ile başvurabilirler. Düşük voltajlı AC yaralanmaları potansiyel olarak kardiyak veya solunum durması, aritmiler (örn. ventriküler fibrilasyon) veya tanık olunmayan nöbetlerle sonuçlanabilir. Bu nedenle, elektrik çarpması, yakın zamanda bir arrest geçiren veya mevcut olan herhangi bir hasta için ayırıcı olarak düşünülmelidir. Ek olarak, tedaviyi uygun şekilde yönlendirmek için herhangi bir tanıktan veya acil sağlık hizmeti personelinden elektrik yaralanması hakkında mümkün olduğunca fazla bilgi almak önemlidir (25).

Yüksek voltajlı AC yaralanmalarının son derece yıkıcı termal yanıklarla sonuçlanması daha olasıdır. Yüksek voltajlı AC yaralanması geçirmiş bir hasta için bilinç kaybı veya arrest olması çok nadirdir. Bu koşullar altında sağlayıcı, yine tanıklardan veya ilgili tıbbi personelden yaralanma hakkında mümkün olduğunca fazla bilgi edinmeye çalışmalıdır. Mevcut şikayetler veya elektrik yaralanmasının boyutu ne olursa olsun, hasarın tam boyutunu değerlendirmek için tüm hastalara kapsamlı bir fizik muayene yapılmalıdır. Genel olarak, düşük voltajlı yaralanmalarda morbidite, yüksek voltajlı yaralanmalara göre daha yüksek olma eğilimindedir (26).

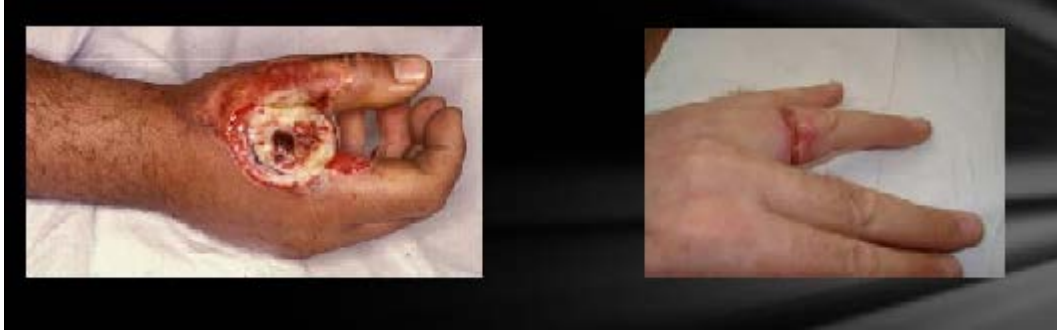
Örneğin ventriküler fibrilasyon, 50 mA ila 120 mA kadar düşük voltaja (yani çoğu evde erişilebilen en yüksek akımdan daha düşük) maruz kalındığında meydana gelebilir. Aritmiler ve diğer elektriksel anormalliklere ek olarak, elektrik yaralanmaları da doğrudan kardiyak miyositlere zarar verebilir. Bu nedenle, hastalar bu hasarın bir sonucu olarak da gecikmiş aritmiler yaşayabilir (örn. sinüs taşikardisi veya erken ventriküler kasılmalar). Bununla birlikte, uzun süreli kardiyak sekellerle sonuçlanan elektrik yaralanmaları nadirdir. Vücuttan geçen elektrik akımı yolu göğüs kafesini geçerse, göğüs duvarı kas felci ve buna eşlik eden solunum durması riski vardır.

Bununla birlikte, kardiyak miyositlerin aksine, akciğer dokusu zayıf bir elektrik iletkenidir ve bu nedenle nadiren doğrudan bir elektrik yaralanması yaşar (27).

Elektrik yaralanmasına bağlı cilt hasarı, genellikle ilişkili yaralanmaların en yıkıcısıdır (yalnızca kardiyak komplikasyonlara sekonder). Yanıklar, girişimsel cerrahi (örn. amputasyon veya fasyotomi) gerektirebilecek önemli iç yaralanmalara (örn., yüksek voltajlı elektrotermal yanıklarda olduğu gibi) rağmen önemsiz görünebilir. Yanıklar genellikle kaynak temas noktasında (giriş) ve zeminde (çıkış) en şiddetlidir ve kalan herhangi bir yaralanmanın ciddiyeti büyük ölçüde kaynak temasının yoğunluğuna ve süresine bağlıdır (28).

Ark Yanığı: Bir elektrik arkı, elektrik akımı havada bulunan gazları iyonize ettiği için iki elektrot arasında meydana gelen bir elektrik boşalması şeklindedir. Plazma olarak da bilinen bu akım türü, normalde iletken olmayan, en yüksek akım yoğunluğuna sahip olan ve genellikle ışık saçan bir ortamdan geçen bir akımdır. Doğada elektrik arkları yıldırım şeklinde oluşuyor olsa da bu aynı zamanda endüstriyel olarak (örneğin kaynak, plazma kesme, floresan aydınlatma) kullanılabilir ve kullanılabilen bir elektrik akımı türüdür. İstenmeyen arklar, kötü kurulmuş devre kesiciler, anahtarlar veya elektrik temas noktalarının bir sonucu olarak da meydana gelebilir. Bir kişi bir elektrik arkı yanığı yaşarsa, muhtemelen kaynak noktasında ve toprakla temas noktalarında cilt lezyonları olacaktır. Bu lezyonlar karakteristik olarak, bir tıkanıklık kenarı ile çevrili kuru parşömen kağıdına benzer bir merkeze sahiptir. Bu yaraların konumuna bağlı olarak, arkın vücuttaki muhtemel yolu belirlenebilir. Arklar, elektrik yanıklarına ek olarak elektrotermal, parlama veya alev yanıklarına da neden olabilir; bu nedenle, etkilenen bireylerde çeşitli yaralar gözlenebilir (29).

Bir kişi bir elektrik arkının ürettiği ısıya yakın olduğunda flaş yanıkları meydana gelir ve bu ısı 50.000 santigrat derecenin üzerine çıkabilir. Flaş yanıkları vücuttan ark yanığı gibi geçebilir veya arkın izlediği yola bağlı olarak; flaş sadece cildin yüzeyinden geçebilir, böylece herhangi bir iç yaralanma olmaksızın yaygın yüzeysel veya kısmi kalınlıkta yanıklara neden olabilir (şekil 2.1) (30).

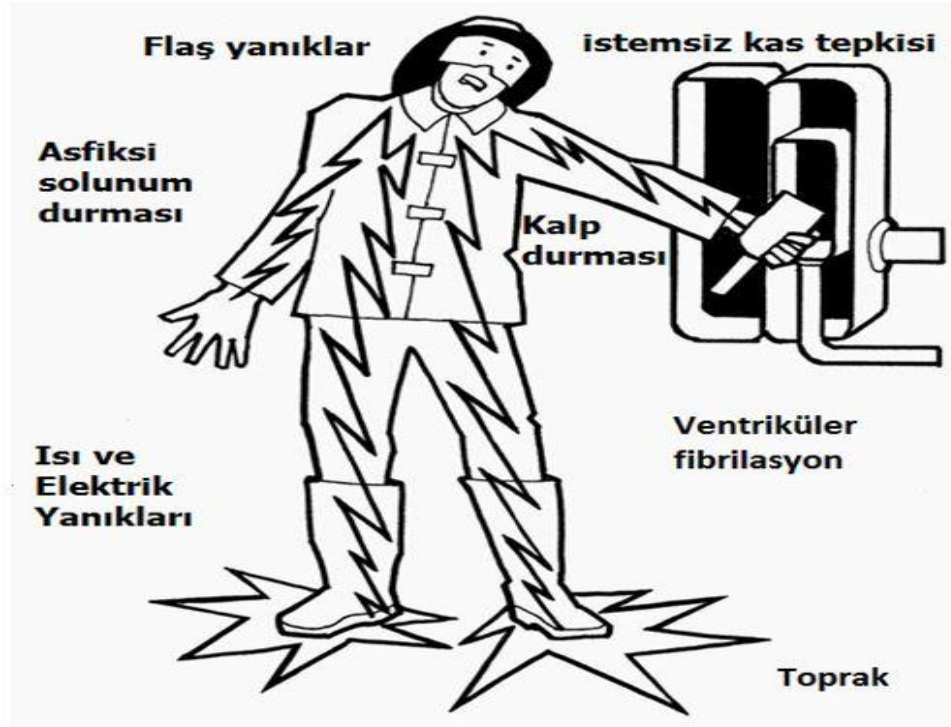


(kaynak: <https://www.slideserve.com/patia/elektr-k-yaralanmalar>)

Şekil 2.1: Elektrik Yaralanmalarına Örnekler

Pediyatrik hastalar, bir elektrik telini veya aпаратыnı ısırma veya emme sonucu ağızda yanıklarla başvurabilirler. Ağızın bir tarafından diğerine genellikle bir elektrik arki oluşur, bu sayede orbicularis oris kasının tutulumu veya yanık ağızın köşeleri olan oral komissürü geçerse dudağın potansiyel deformasyonu olabilir. İki ila üç gün içinde önemli miktarda ödem ve eskar oluşumu olabilir. Eskar labiyal arteri içeriyorsa, eskar iki ila üç hafta sonra düştüğünde ciddi kanama olabilir. Bu nedenle bu hastalar yakından izlenmeli ve yanık uzmanları ve ağız veya plastik cerrahlar tarafından yeterli takip edilmelidir (31).

Elektrik yaralanmasının bir sonucu olarak ikincil künt travma, kulak zarı, servikal omurga veya yüz yaralanması dahil olmak üzere kas-iskelet sistemi veya kafa yaralanmalarına ve olası nörolojik hasara neden olabilir. Hastalar yaklaşmakta olan herhangi bir kompartman sendromu belirtisi (örn. çevresel yanıklar, vasküler anormallikler ve herhangi bir nörolojik veya motor işlev bozukluğu) açısından kapsamlı bir şekilde incelenmelidir. Başka komplikasyonlardan (örneğin amputasyon gerektiren ciddi kompartman sendromu) kaçınmak için mümkün olduğunca erken cerrahi konsültasyon alınmalıdır (32).



(kaynak: <https://ceotudent.com/elektrik-carpmasin-in-san-uzerindeki-etkileri>)

Şekil 2.2: Elektrik Akım Yaralanmaları

2.1.5 Elektrik Yaralanmalarının Acil Serviste Değerlendirilmesi

Elektrik yaralanması mağdurlarına hem travma hem de kalp hastası olarak yaklaşılmalıdır. Elektrik yaralanması yaşayan tüm yetişkin hastalara bir elektrokardiyogram (EKG) ve kardiyak monitörizasyon yapılmalıdır. Göğüs ağrısı, EKG'de anormallikler, bilinen transtorasik elektrik yaralanması yolu, kardiyak arrest, bilinç kaybı veya bilinen kardiyak öyküsü olan herhangi bir hasta için uzun süreli izleme garanti edilir. İlk değerlendirmede önemli bir yaralanma veya kardiyak anormallikleri olmayan çoğu hastanın 24 ila 48 saat sonra herhangi bir kardiyak anormallik geliştirmesi olası değildir (33).

Genel olarak, düşük voltajlı elektrik yaralanması geçirmiş, herhangi bir kardiyak şikayeti veya kardiyak öyküsü olmayan EKG'si normal olan hastalar, kapsamlı bir fizik muayenenin ardından güvenli bir şekilde eve taburcu edilebilir. Benzer şekilde, önemli bir yaralanma veya önceden var olan kalp öyküsü olmaksızın düşük voltajlı, evde elektrik akımına maruz kalan çocuklar, kapsamlı bir fizik muayenenin ardından taburcu edilebilir (34).

Elektrik yaralanması yaşayan herhangi bir hastada göz önünde bulundurulması gereken laboratuvar çalışmaları arasında tam kan sayımı (CBC), elektrolit ve kreatinin düzeylerinin değerlendirilmesini içeren tam bir metabolik panel, idrar tahlili, serum miyoglobini (idrar tahlili miyoglobinüri ortaya çıkarsa) ve arteriyel kan bulunur. Hasta rabdomiyoliz ile başvurursa veya solunum desteği gerektiriyorsa gaz analizi önemlidir. Özellikle rabdomiyolizden şüpheleniliyorsa, kreatin kinaz (CK) seviyeleri de değerlendirilmelidir. Elektrik akımının yolunun göğüs kafesini geçtiğinden şüpheleniliyorsa, hasta göğüs ağrısından şikayet ediyorsa veya EKG'de herhangi bir anormallik varsa, kreatin kinaz-MB (CK-MB) ve troponin düzeyleri de değerlendirilmelidir (35).

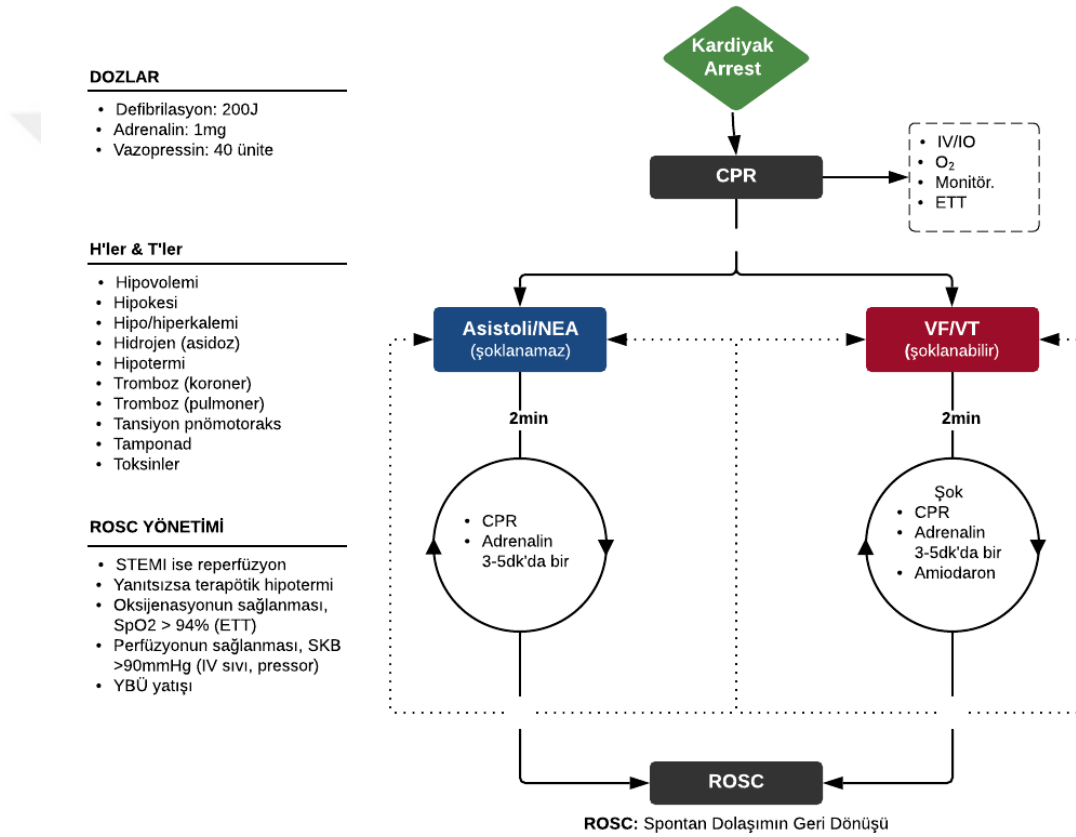
Yaralanma tipine ve ilişkili şikayetlere bağlı olarak görüntüleme çalışmaları da düşünülebilir. Kardiyak veya solunum durması, göğüs ağrısı, nefes darlığı, hipoksi, düşme veya künt travma veya gerekli kardiyopulmoner resüsitasyon (CPR) ile başvuran herhangi bir hasta için bir göğüs radyografisi çekilir. Kafa bilgisayarlı tomografisi (BT), zihinsel durumu değişmiş, kafada bilinen travma, bilinç kaybı, nöbet veya herhangi bir fokal nörolojik defisit ile başvuran herhangi bir hasta için tercih edilir. Bir kafa BT'sine ek olarak, bu hastalar servikal omurgada hareketsiz hale getirilmelidir ve servikal omurganın görüntülenmesi de düşünülebilir (fokal nörolojik defisiti olmayan, mental durumda değişiklik olmayan veya önemli bir semptomu olmayan bir hastada düşünülmebilir) (36).

Bir elektriksel yaralanmanın ciddiyetinin, bireyin vücudundaki dış yanıkların kapsamı ile ilgili olmadığını, böylece dış yanık olmamasının iç dokularda elektriksel yaralanma olmadığını tahmin etmediğini belirtmek önemlidir. Bu nedenle, bazı hastalar herhangi bir iç doku yaralanmasını değerlendirmek için vücuttan geçen elektrik akımı yoluna bağlı olarak ek BT veya ultrason görüntüleme gerektirebilir (incelenen dokuya bağlı olarak tercih edilen görüntüleme yöntemi) (33).

Son olarak, yüksek voltaj veya uzun süreli düşük voltajlı elektrik maruziyeti, fasyotomi gerektiren doku hasarına neden olabilir. Bu gibi durumlarda mümkün olan en kısa sürede cerrahi konsültasyon alınmalıdır; hızlı fasyotomi, amputasyon gibi başka komplikasyonların önlenmesine yardımcı olabilir (37).

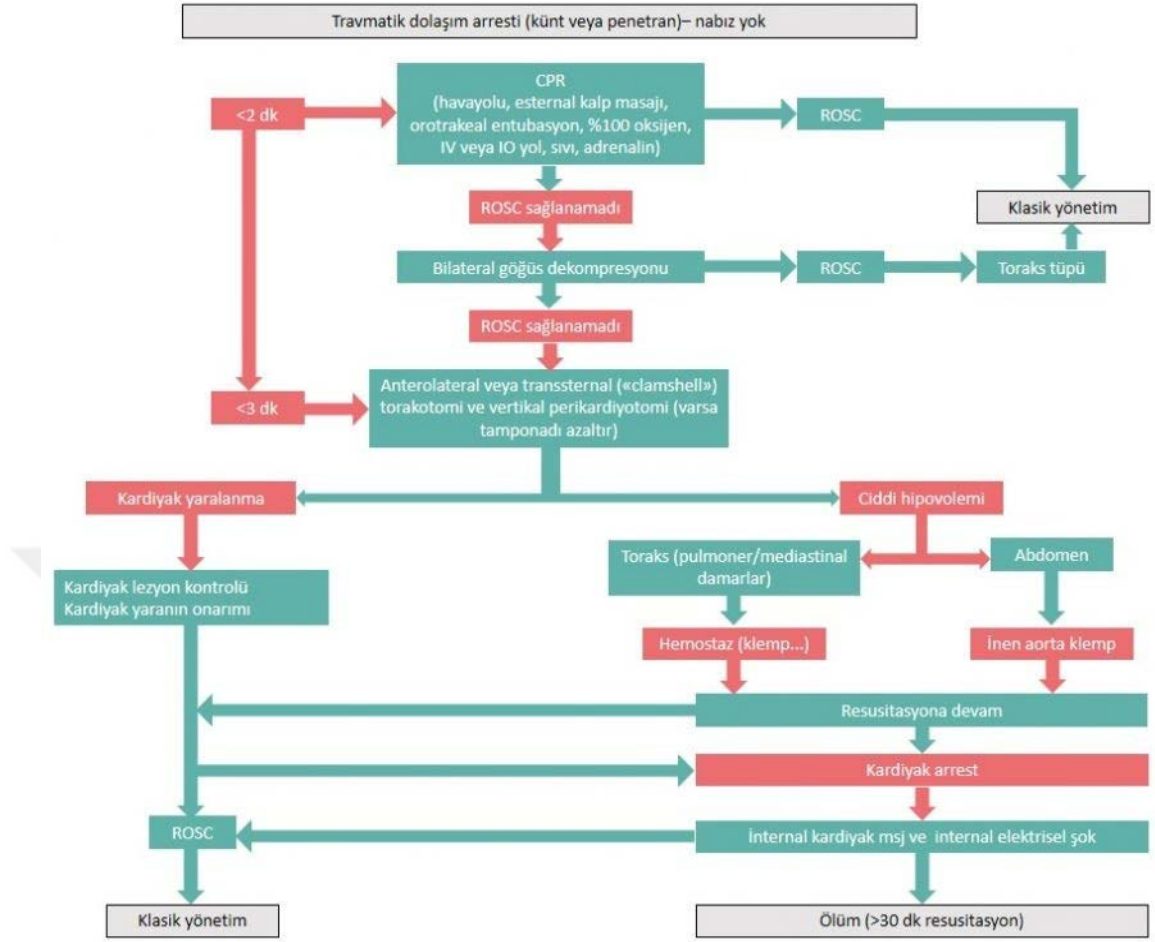
2.1.6 Tedavi ve Hasta Yönetimi

Acil servise geldiklerinde, elektrik yaralanması yaşayan hastalar stabilize edilmeli ve gerektiğinde hem solunum hem de dolaşım desteği sağlanmalıdır (ileri kardiyovasküler yaşam desteği [ACLS] ve ileri travma yaşam desteği [ATLS] protokollerine göre). Minör düşük voltajlı yanıktan daha büyük bir şey yaşayan tüm hastalarda kardiyak monitörizasyon başlatılmalıdır (şekil 2.3-şekil 2.4) (38).



(kaynak: <https://acilci.net/acls-algoritmaları/>)

Şekil 2.3: ACLS Algoritması



(kaynak: <https://acilci.net/atls-10-neler-degisti/>)

Şekil 2.4: ATLS Algoritması

Yüzde veya ağızda yanıklar, hipoksi, solunum sıkıntısı, bilinç kaybı veya hava yolunu korumada veya açık hava yolunu sürdürmede güçlüklerle sonuçlanan diğer sorunları olan herhangi bir hastaya oksijen ve hava yolu koruması (örn. ventilasyon, entübasyon, krikotirotomi) verilmelidir. Yaşanan travma veya yaralanmanın tipine bağlı olarak hastaya servikal veya spinal immobilizasyon gerekebilir. Travmatik yaralanmaları (örn. pnömotoraks, kırıklar) değerlendiren birincil değerlendirme mümkün olan en kısa sürede yapılmalıdır. Birincil değerlendirmenin ardından, önemli yanıkları veya rabdomiyoliz (miyoglobüri) şüphesi olan herhangi bir hastaya sıvı resusitasyonu yapılmalıdır (hedef idrar çıkışı 0,5 mL/kg/saat ile 1 mL/kg/saat ile). Ek diürez gerekirse, ozmotik bir diüretik (mannitol), bir döngü diüretik (furosemid) veya idrar alkalizasyonu (sodyum bikarbonat titrasyonu ile) de kullanılabilir (20).

Elektrik yaralanması geçirmiş tüm yetişkin hastalarda intravenöz (IV) erişim sağlanmalıdır. Önemli ölçüde ilişkili travma, kardiyak veya solunum durması veya bilinç kaybı varsa, merkezi IV erişim düşünülmelidir. Kapsamlı bir nörovasküler değerlendirmenin ardından gerekirse bir tetanoz aşısı ve uygun splintleme ve bandaj dahil olmak üzere uygun yanık bakımı başlatılmalıdır. Kardiyak veya solunum durması, bilinç kaybı, göğüs ağrısı, hipoksi, aritmi, önemli travma veya yanıklar yaşayan veya EKG'de anormallikler gösteren herhangi bir hasta, daha ileri yatarak tedavi için kabul edilmelidir. Bunu ayrıca gerektiğinde yanık bakım veya rehabilitasyon merkezine transfer takip edebilir (39).

Son olarak, herhangi bir komplikasyon veya geri dönüşü olmayan hasardan kaçınmak için travma veya kritik bakım uzmanları, cerrahi uzmanlar ve ortopedistler ile konsültasyonlar mümkün olan en kısa sürede düşünülmelidir (40).

Taburcu edilmeden önce hastalar, elektriksel yaralanmalarının (örn. nörolojik, psikolojik veya fiziksel) olası uzun vadeli etkilerine ek olarak, olası ev ve işyeri maruziyet kaynakları ve riskleri konusunda eğitilmeli ve gerektiğinde planlı takip yapılmalıdır (41).

2.1.7 Ayırıcı Tanılar

Elektrik yanıklarının ayırıcı tanıları aşağıdakileri içerir ancak bunlarla sınırlı değildir:

- Kimyasal yanıklar
- Termal yanıklar
- Kafa içi kanama
- Oküler yanıklar ve kimyasal yaralanmalar
- Solunum durması
- Rabdomiyoliz
- Nöbetler
- Senkop

- Durum epileptikus
- Ventriküler fibrilasyon

2.1.8 Prognoz

Yaralanmanın yeri ve kapsamı, komplikasyonların gelişimi ve fonksiyonel sonuç, sonucu ve prognozu belirler. Yüksek voltajlı elektrik yaralanmaları, düşük voltajla karşılaştırıldığında kötü sonuçlara sahiptir. YBÜ bakımı, resüsitasyon, beslenme desteği ve cerrahi tekniklerdeki son gelişmeler ve yeni cilt ikameleri, sonuçları önemli ölçüde iyileştirdi (42).

2.1.9 Komplikasyon

Yüksek elektriksel alan kuvveti, protein pıhtılaşması, pıhtılaşma nekrozu, hemoliz, tromboz, kas veya tendon kopması veya dehidrasyona neden olma riskiyle birlikte, etkilenen dokularda elektrokimyasal veya termal hasara neden olma eğilimindedir. Elektriksel yaralanmanın kendisine ek olarak, yüksek elektriksel alan gücü yaralanması, potansiyel olarak kompartman sendromuna yol açan büyük doku ödeme (örn. Bu doku ödeminin bir sonucu olarak dehidrasyon (ilişkili hipovolemi ve hipotansiyon ile birlikte) de meydana gelebilir. Şiddetli kas yaralanması rabdomiyoliz, miyoglobinüri ve ilave elektrolit bozukluklarına yol açabilir. Toplamda, bu sekeller bireyleri çok yüksek bir akut böbrek hasarı riskine sokar (9,43)

Elektrik yaralanmalarının potansiyel uzun vadeli sekelleri şunları içerebilir: Nörolojik, nöropati, nöbetler, senkop, kulak çınlaması, pareteziler, zayıflık, denge kaybı, zayıf koordinasyon veya yürüyüş ataksisi, psikolojik, hafıza veya dikkat zorlukları, sinirlilik, depresyon, travma sonrası stres, oküler, katarakt, ağrı, tükenmişlik, sözleşmeler, kas spazmları, kaşıntı, baş ağrısı, ateş veya gece terlemeleri, eklemlerde azaltılmış hareket aralığı veya sertlik (44).

2.1.9.1 Kardiyak Komplikasyonlar

Elektriğin doğrudan etkilerinden kaynaklanan yaralanmanın birincil belirleyicisi, vücuttan geçen akımın boyutudur (45). Kalp, ölümcül aritmiler (asistol, ventriküler fibrilasyon), yapısal hasar ve iletim bozuklukları gibi anormalliklere neden

olabilen elektriksel yaralanmaya en duyarlı organlardan biridir (46). Ventriküler fibrilasyon (VF), elektriksel (özellikle düşük voltajlı alternatif akım) yaralanmalarda en yaygın ölüm nedenidir (47). Alternatif akım (AC), elektriksel yaralanmaların en sık nedenidir (45). Yüksek voltaj akımına (>1000 volt, AC veya doğru akım) maruz kalma büyük olasılıkla ventriküler asistoliye neden olurken, düşük voltaja (<600 volt, çoğunlukla AC) maruz kalma büyük olasılıkla VF'ye yol açacaktır (42). Erken ventriküler kasılmalar, ventriküler taşikardi, sinüs düğümü disfonksiyonu, iletim bozuklukları (değişen derecelerde kalp blokları, demet brunch blokları), aks sapmaları, supraventriküler taşikardi (çoğunlukla sinüs taşikardisi) ve atriyal fibrilasyon bildirilmiştir (48). Aşağıda kardiyak aks kavramını ayrıntılı açıklayacağız. Ancak elektriksel yaralanmaya bağlı tam atriyoventriküler blok (AVB) nadiren bildirilmiştir (49,50).

Biz çalışmamızda özellikle acil servise elektrik yaralanmaları ile başvuran hastaların çekilen EKG'lerindeki aks sapmalarına dikkat çekmeye çalıştık.



(kaynak: <https://www.acilcalisanlari.com/acil-serviste-olumcul-ekg-orneklere.html>)

Şekil 2.5: (a) komplet AV blok. (b) 2. Derece Mobitz tip 1 AV blok. (c) 1. Derece AV blok. (d) normal sinüs ritmi.

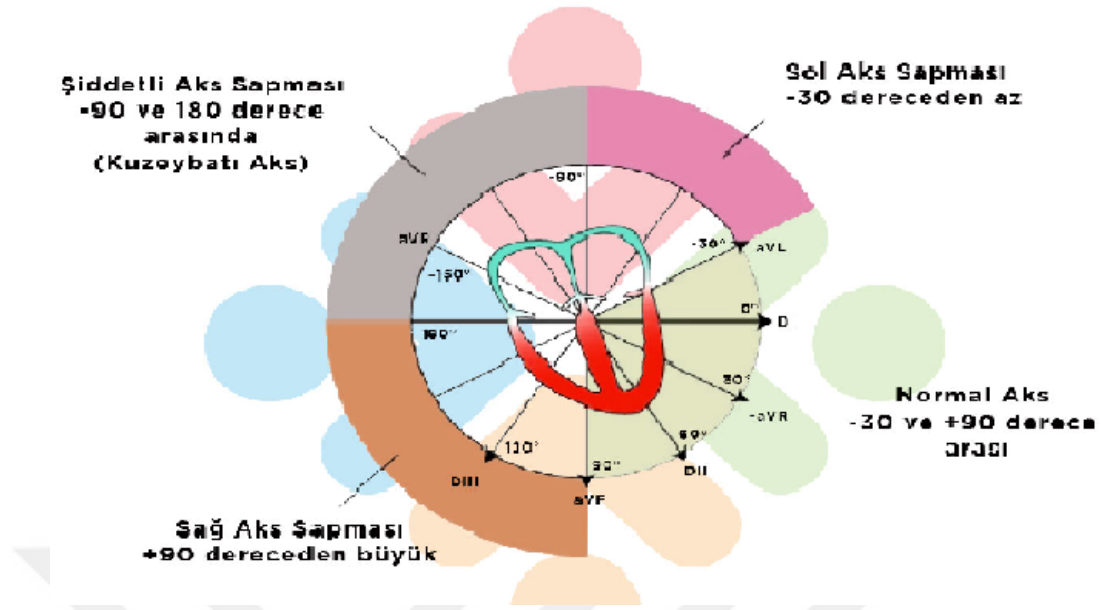
Kardiyak Aks: Elektrokardiyogramın (EKG) yorumlanmasındaki en önemli adımlardan biri, kalbin elektrik eksenini belirlemektir. Elektrik eksenini

belirleyebilmek, altta yatan hastalık durumları hakkında fikir verebilir ve ayırıcı tanıyı belirli tanılara doğru veya belirli tanılardan uzaklaştırmaya yardımcı olabilir (51–53).

Elektrokardiyolojide bir vektör, tek bir miyosit tarafından üretilen aksiyon potansiyelinin hem büyüklüğünü hem de yönünü temsil eder. Depolarizasyon dalgaları tarafından üretilen tüm bireysel vektörlerin toplamı elektrik eksenini oluşturur. Her miyosit bir aksiyon potansiyeli üretebildiğinden, kalp döngüsünün her dalgası ve aralığı için bir eksen belirlenebilir. Her birinin eksenini ve nasıl etkileştiklerini bilmek belirli patolojileri yansıtabilir (54).

Elektriksel eksen tartışıldığında ve öğretildiğinde, atriyal eksen klinik durumlarda oldukça faydalı olabilmesine rağmen, genel klinik uygulamada ventriküler eksen tipik olarak kullanılır. Normal şartlarda kalp kasının büyük bir kısmını sol karıncık oluşturduğundan; böylece EKG'de görülebilen en fazla elektriksel kuvveti üretir. Normal ventriküler eksen böylece aşağı ve hafifçe sola doğru yönlendirilir. Ventriküler eksen, ventriküler depolarizasyonu temsil eden QRS kompleksine bakılarak belirlenebilir. QRS kompleksi ventriküler ekseni belirlemek için kullanıldığından, QRS eksenini olarak da adlandırılır. Ventriküler (QRS) eksen, ventriküler miyositlerin depolarizasyon dalgaları tarafından üretilen tüm bireysel vektörlerin toplamını belirtir (54).

Ventriküler (QRS) eksen, elektrotlar altında üretilen vektörler değerlendirilerek dolaylı olarak belirlenir. Bu, her elektrotta kaydedilen elektrik sinyalinin (QRS kompleksi) pozitif, negatif veya izoelektrik olarak yorumlanması ve ardından bunların birbirleriyle olan ilişkileri göz önünde bulundurularak yapılır. Genel olarak, bir derivasyondaki pozitif QRS kompleksi, o derivasyona giden yaklaşık olarak aynı yönde olan bir ventriküler eksene sahiptir. Oysa bir derivasyondaki negatif QRS kompleksi, o derivasyona yaklaşık olarak zıt yönde olan bir ventriküler eksene sahiptir. Bir derivasyonda QRS kompleksi izoelektrik ise, o zaman ventriküler eksen o derivasyona diktir (90 derece) (şekil 2.6) (55).



(kaynak: <https://www.acilcalisanlari.com/aks-sapmasi.html>)

Şekil 2.6: Elektriksel Aks

Elektriksel Eksen Sınıflandırması:

Beş ana elektrik eksenini sınıflandırması vardır: (56).

1. Normal eksen
2. Sol eksen sapması (LAD)
3. Sağ eksen sapması (RAD)
4. Aşırı eksen sapması ve
5. Belirsiz eksen

Her türü tanımlayan kesin dereceler konusunda bazı anlaşmazlıklar vardır, ancak QRS eksenini için bazı genel eşikler kullanılabilir. QRS eksenini çocukluk ve ergenlik boyunca ve yetişkinlikte sola doğru hareket eder. Doğumda normal QRS eksenini +30 derece ile +190 derece arasındadır. 8-16 yaşları arasında eksen sola doğru hareket eder ve 0 derece ile +120 derece arasında normal uzanır. Normal yetişkin QRS

aksı -30 derece ile +90 derece arasında olup aşağı ve sola doğrudur. Bu yetişkin aralığı bazen -30 dereceden +100 dereceye kadar uzatılır (57).

Açıklanan aşağıdaki eksen sınıflandırmaları yetişkinlere dayanmaktadır. QRS eksenini -30 derece ile -90 derece arasındaysa LAD olarak kabul edilir. Bu durumda QRS vektörü yukarı ve sola doğru yönlendirilir. QRS eksenini +90 derece ile 180 derece arasındaysa veya yetişkin aralığı kullanılıyorsa +100 derecenin üzerindeyse, RAD mevcuttur. QRS vektörü aşağı ve sağa yönlendirilecektir. QRS eksenini -90 derece ile 180 derece arasında düşerse, bu, ventriküler vektörün yukarı ve sağa yönlendirildiği aşırı eksen sapması olarak adlandırılır. Son olarak, QRS kompleksi, baskın QRS sapması olmayan tüm derivasyonlarda izoelektrik veya eşfazik ise, belirsiz bir eksen olarak kabul edilir (58).

LAD nedenleri şunlardır: (57).

1. Normal varyasyon (fizyolojik, sıklıkla yaşa bağlı değişiklik)
2. Sol ventrikül hipertrofisi
3. İletim kusurları: sol dal bloğu, sol ön fasiküler blok
4. Alt duvar miyokard enfarktüsü
5. Preeksitasyon sendromları (örn. Wolff-Parkinson-White sendromu)
6. Ventriküler ektopik ritimler (örn. ventriküler taşikardi)
7. Konjenital kalp hastalığı (örneğin, primum atriyal septal defekt, endokardiyal yastık defekti)
8. Hiperkalemi
9. Amfizem
10. Ekspirasyon veya yükseltilmiş diyafram gibi mekanik kayma (örn. gebelik, asit, karın tümörü, organomegali)
11. Kalp pili tarafından oluşturulan ritim veya tempolu ritim

RAD'nin nedenleri şunları içerir:

1. Normal varyasyon (ör. çocuklar, genç yetişkinler)
2. Uzun-kurşun ters çevrilmesi (sol ve sağ kol elektrotları)
3. Sağ ventrikül aşırı yüklenme sendromları (akut veya kronik)
4. Sağ ventrikül hipertrofisi
5. İletim kusurları: sol posterior fasiküler blok, sağ dal bloğu
6. Yan duvar miyokard enfarktüsü
7. Preeksitasyon sendromları (örn. Wolff-Parkinson-White sendromu)
8. Ventriküler ektopik ritimler (örn. ventriküler taşikardi)
9. Konjenital kalp hastalığı (örneğin, sekondum atriyal septal defekt)
10. dekstroardi
11. sol pnömotoraks
12. İlham veya amfizem gibi mekanik kayma
13. Sağ ventrikül zorlanmasına neden olan durumlar (örn. pulmoner emboli, pulmoner stenoz, pulmoner hipertansiyon, kronik akciğer hastalığı ve ortaya çıkan kor pulmonale)

Elektrik yaralanması miyokard, kapakçıklar, koroner arterler ve iletken doku gibi kalp yapılarında da çeşitli hasarlara neden olabilir (59). Sol ventrikül disfonksiyonu, miyokardiyal nekroz, miyokardiyal iskemi, kalp yetmezliği, hemorajik perikardit, kapak/miyokardiyal rüptür, periferik vazospazm ile akut hipertansiyon ve aritmiler elektriksel yaralanmanın bir sonucu olarak ortaya çıkabilir (46,47). Elektrik yaralanmaları sonucu oluşan direkt termal yaralanma, katekolamin aracılı yaralanmalar, koroner arter spazmı, aritmi kaynaklı hipotansiyona sekonder iskemi ve genelleştirilmiş bir vasküler hasarın parçası olarak koroner arter iskemisi dahil olmak üzere birçok farklı patofizyolojik mekanizma, miyokardiyal ve iletim doku hasarını açıklamak için çeşitli hipotezler öne sürülmüştür (48).

Postmortem çalışmalar, makroskopik incelemede hem atriyum hem de ventriküllerin miyokardında hemorajik alanların yanı sıra yaygın fokal termal hasarlı bölgeleri gözlemledi (47). Mikroskopik olarak miyokarda akut miyokard enfarktüsüne benzer çeşitli bulgular, hemorajik odaklar, çizgili kanamalar, kasılma bandı nekrozu, koagülatif modifikasyonlu miyositoliz, çizgi kaybı, nükleer kaybolma, miyositlerde eozinofili ve inflamatuvar reaksiyonlar kaydedildi. Ancak bu çalışmalarda koroner arterler ve iletim sistemi son derece normaldi (47). Öte yandan, vakaların yüzde doksanında miyokardiyal hücrelerde miyofiber parçalanma değişiklikleri bulundu ve bu değişikliklerin, muhtemelen anormal elektrik akımlarının geçişiyle indüklenen kaotik, elektrik asenkron aktiviteyi başlatmak için gerekli yapısal substratı sağlayabildiği varsayıldı (47). Özetle, morfolojik bulgular, elektriksel hasarın ana mekanizmaları olarak hem doğrudan termal yaralanmayı hem de çeşitli derecelerde iskemiye desteklemektedir.

Elektrik yaralanmasını takiben sinüs bradikardisi ve yüksek dereceli AVB nadiren bildirilmiştir (60). Sharma et al. düşük voltajlı elektrik yaralanmasından sonra değişen derecelerde AVB ve VF atağı olan genç bir hastayı bildirmiş ve takip sırasında sinüs ritmine spontan dönüş gözlemlenmiştir (50). Öte yandan, Hyun ve ark. kalıcı kalp pili implantasyonu gerektiren elektrik yaralanmasından sonra yüksek derecede AV bloğu olan genç bir hasta bildirdiler (61). Ayrıca, kalıcı kalp pili implantasyonu gerektiren elektrik yaralanmasına bağlı semptomatik bradikardili bir olgu bildirilmiştir (59). Ayrıca Iino ve ark. geçici dört farklı EKG anormalliği bildirmiştir: yüksek voltajlı elektrik yaralanmasından sonra dört hastanın her birinde ikinci derece AVB (Wenckebach tipi), atriyal fibrilasyon, ST-segment depresyonu ve sinüs bradikardisi (60). Sinüs ve atriyoventriküler düğümlerin bu özel hassasiyetinin nedenleri net değildir (61). Olası nedenler şunlardır. İlk olarak, elektriksel aktivitenin üretimi ve düzenlenmesi için gelişen dokuların çoğu iyonik kanallara sahiptir ve bu kanalların kontrolü, alternatif akım yaralanmasına maruz kalınarak bozulabilir (61). İkincisi, elektrik yaralanmasını takiben oluşan iskemi veya nekroz, göğüs yüzeyine yakınlığı nedeniyle sağ koroner arterin (her iki düğümü de besleyen) dağılımını ağırlıklı olarak etkiliyor gibi görünmektedir (61). Bu iletim anormalliklerinden bazıları kalıcı olabilir ve kalıcı kalp pili gerektirebilir, ancak bazıları değildir. Altta yatan mekanizma bilinmemektedir, bu nedenle kalıcı kalp pili gereksinimini tahmin etmek zordur.

Dolayısıyla bu hastaların takibi zorunlu görünmektedir. Bununla birlikte, semptomatik bradikardilerin ilaçlara (atropin ve izoproterenol gibi) ihtiyacı vardır veya geçici kalp pili, kalıcı kalp pili gereksinimini öngörebilir.

2.2 Elektrik Yanıkları

Elektrik yaralanmaları, bir elektrik kaynağıyla temas nedeniyle vücutta yüksek enerjili akımın dolaşmasıdır. Yaralanmalar, vücuttan geçen akım, ark parlaması veya alev alan giysiler nedeniyle meydana gelir. İlk ikisi ile vücut elektriği ısıya dönüştürür ve bu da termal yanmaya neden olur. Elektrik yanığının dış görünümünün, yaralanmanın gerçek boyutunu tam olarak tahmin etmediğini dikkate almak önemlidir, çünkü iç dokular veya organlar deriden çok daha ciddi şekilde yanabilir (62,63).

2.2.1 Etiyoloji

Elektrik yaralanmaları, insan vücudu doğrudan veya iletken olan bir malzeme aracılığıyla bir elektrik kaynağı ile temas ettiğinde meydana gelir. Örneğin, bir kamu hizmeti çalışanı bir kova kamyonundan düşebilir ve içgüdüsel olarak bir elektrik hattını yakalayarak kendini yakalayabilir ve bu da elektrik yaralanmasına neden olabilir; alternatif olarak, işçi elektrik hattıyla temas eden ve elektrik yaralanmasına neden olan bir direği tutuyor olabilir. Daha yaygın olarak, bir kişi, örneğin bir cihazdaki elektrik kablosunun açığa çıkması ve insan vücuduna temas etmesi veya bir elektrik kaynağının kişinin temas ettiği su ile temas etmesi gibi, evde elektrik yaralanmasının kurbanı olur (64).

2.2.2 Epidemiyoloji

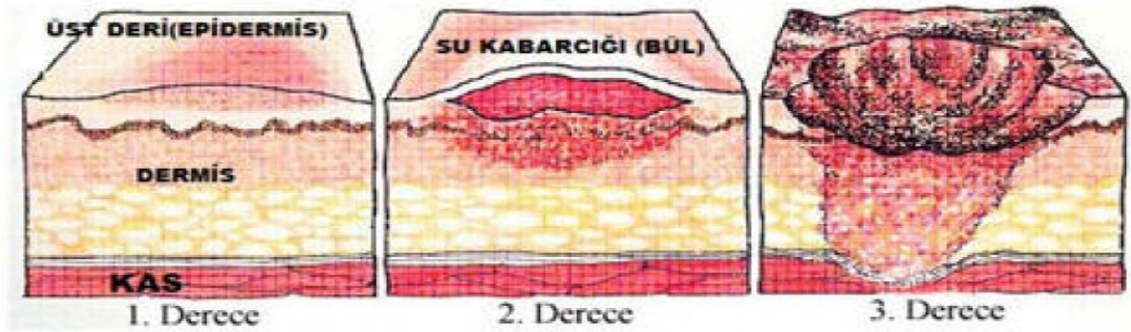
Tıbbi bir ortamda tedavi edilen tüm yanıkların %4 ila %5'i elektrikseldir (35). Amerika Birleşik Devletleri'nde, kaza sonucu oluşan yüksek voltajlı elektrik yaralanmaları yılda yaklaşık 400 ölümden sorumludur. Amerika Birleşik Devletleri'nde elektrikle ilgili ölümlerin toplam sayısı yılda yaklaşık 1.000'dir. Erişkinlerde elektrik yaralanmaları en yaygın olarak meslekidir; Çocuklarda, evdeki elektrik yaralanmaları en yaygın olanıdır. Erkekler, kadınlardan daha sık elektrikle yaralanır (65). Eller en yaygın kaynak noktasıdır, ardından kafa gelir. Ayaklar genellikle zemin noktasıdır.

2.2.3 Patofizyoloji

Ohm Yasası, akımın voltajla doğru orantılı ve dirençle ters orantılı olduğunu belirtir. Üçü de elektriğin vücutta nasıl yanıklar oluşturduğunun patofizyolojisine katkıda bulunur. Yaralanmanın ciddiyetine ve şekline katkıda bulunan faktörler, vücuda giren akımın yönüne kıyasla vücut pozisyonunu ve akıma maruz kalma süresini içerir (66). Elektrik yanıklarının patofizyolojisini anlatırken, elektrik yaralanmaları bölümünde akım ve direnç kavramlarına ayrıntılı değinildiği için bu bölümde sadece voltaj ve amperaj kavramlarından bahsedilecektir.

2.2.3.1 Voltaj ve Amperaj

Yanıklar yüksek veya düşük voltaj olarak sınıflandırılabilir. 500-1000 Volt'tan daha yüksek voltajlar, derin yanıklara ve geniş derin doku ve organ hasarına neden olur. Düşük voltaj maruziyetleri daha az yaralanma ile sonuçlanma eğilimindedir. Amerika Birleşik Devletleri'ndeki evlere 110 ila 220 aralığında voltaj verilir, bu da kas tetaniye neden olur ve hasta bırakamayacağı için elektrik kaynağına uzun süre maruz kalmasına neden olabilir. Harici bir kaynaktan, ventriküler fibrilasyonu indüklemek için yalnızca 60 ila 100 miliamper düşük frekanslı AC veya 300 ila 500 miliamper DC gerekir. Dahili bir kaynak (pacemaker) için ventriküler fibrilasyonu indüklemek 1 miliamperden daha az sürer (67).



(kaynak: <https://www.neoldu.com/yanik-tedavisi-4680h.htm>)

Şekil 2.7: Yanık Dereceleri Diyagramı



Şekil 2.8: Elektrik Yanık Dereceleri Görseli

2.2.4 Tedavi ve Hasta Yönetimi

Bir numaralı öncelik, kurtarıcılarını yaralanma riskine sokmadan hastayı tedavi etmektir. Acil tedavi aşağıdakileri içerir:

- Hastayı elektrik kaynağından uzaklaştırın (güç kaynağını kapatın)
- Hastanın giysilerini, özellikle de vücuda temas eden tüm metalleri (takı veya ekipman) çıkarın.
- Daha sonra nabızı olmayan hastalarda ACLS takip edilmelidir.
- Bilinci yerinde olan bir hastada ağrı kontrolü ve sıvı yönetimi (tercihen Laktatlı Ringer) öncelik olacaktır.

Büyük çaplı IV erişimi ve büyük hacimli sıvı resüsitasyonu, çok küçük bir düşük voltaj yaralanmasından daha fazlasını olan hastalarda önemlidir. Yeterli idrar çıkışı sağlamak için sıvılar titre edilmelidir (yetişkinlerde 75 ila 100 mL/saat veya çocuklarda 1 mg/kg/saat). Bu hastalarda hipotermiden kaçının. Hamile olan, göğüs ağrısı olan, kardiyak aritmi öyküsü olan veya kalp hastalığı öyküsü olan veya yüksek voltaj maruziyeti olan hastalar kardiyak monitöre konulmalı ve 6 ila 12 saat gözlemlenmelidir. 20 haftadan büyük gebeler ise, özellikle yüksek voltaja maruz kalmışlarsa, bir fetal monitöre yerleştirilmelidir. Ciddi yanığı olan hastalar en yakın yanık merkezine sevk edilmelidir (68).

Elektrik yaralanması olan hastalarda basit termal yanıklara kıyasla iç yaralanmaların yorumlanması daha zor olduğundan, genel olarak bir yanık merkezine transfer için daha düşük bir eşik olmalıdır. Hasta izlem sırasında stabil ise, laboratuvarında herhangi bir bulgusu yoksa ve EKG'si belirgin değilse, yanıklar tedavi edildikten, yaralanmalar giderildikten ve tetanoz aşısı güncellendikten sonra taburcu edilebilir (69).

2.3 Yanık Sınıflaması

Cilt bir ısı kaynağı ile temas ettiğinde yanık meydana gelir (70). Yanıklar birçok farklı kaynaktan oluşabilir. Yanıklara neden olan en yaygın kaynaklar sırasıyla ateş/alev, haşlanma, sıcak nesnelere, elektrik ve kimyasal maddelerdir (71). Yanık ile ilgili yaralanmalar, ciddiyetleri gibi oldukça değişkendir. Yanığın yüzey alanı arttıkça morbidite ve mortalite de artma eğilimindedir (72). Bir yanığı doğru bir şekilde sınıflandırmak hayati önem taşır, çünkü sonucun belirlenmesine yardımcı olabilir ve aynı zamanda ilk tedaviyi yönlendirebilir (71). Derinin konumu, sıcaklığın derecesi ve süresi, yanığın şiddetine katkıda bulunan faktörlerdir. Sıcaklık ve maruz kalma süresi arasında sinerjik bir etki vardır (73). 140 derece Fahrenheit'e (60 santigrat derece) 10 saniye boyunca cilt maruziyeti tam kalınlıkta yanıklara neden olabilir (70).

Yanık sınıflandırmasının temeli derinliktir. Bir yanığı incelerken, derinliği değerlendirmek için gereken dört bileşen vardır: görünüm, ağarmadan basınca, ağrı ve duyum (71). Yanıklar, bu dört element kullanılarak Amerikan Yanık Kriterlerine göre

kalınlıklarına göre kategorize edilebilir. Yanık yaralanmaları dinamik bir süreç olma eğilimindedir. Bazı yanıklar, özellikle kısmi kalınlıkta, 2 ila 4 gün içinde ilerleyebilir ve 3. günde pik yapar (73).

- Kısmi Kalınlık

1. Yüzeysel (birinci derece) sadece cildin epidermisini içerir. Pembe ila kırmızı görünüyor, kabarcık yok ve kuru. Orta derecede ağrılıdır. Yüzeysel yanıklar 5 ila 10 gün içinde iz bırakmadan iyileşir (70,73).
2. Yüzeysel kısmi kalınlık (ikinci derece) yüzeysel dermisi içerir. Kabarcıklarla kırmızı görünür ve ıslaktır. Eritem basınçla sararır. Yüzeysel kısmi kalınlıkla ilişkili ağrı şiddetlidir. İyileşme tipik olarak minimum yara izi ile 3 hafta içinde gerçekleşir (70,73).
3. Derin kısmi kalınlık (ikinci derece) daha derin dermisi içerir. Sarı veya beyaz görünür, kurudur ve basınçla sararmaz. Azalmış bir his nedeniyle minimal ağrı vardır. İyileşme, yara izi ile 3 ila 8 hafta içinde gerçekleşir (70,73).

- Tam Kalınlık

1. Üçüncü derece deri ve deri altı yapıların tüm kalınlığını içerir. Beyaz veya siyah/kahverengi görünür. Basınçla, ağartma olmaz. Yanık kösele ve kuru. Azalmış duyu nedeniyle ağrı yok denecek kadar azdır. Tam kat yanıklar kontraktür ile iyileşir ve 8 haftadan uzun sürer. Tam kalınlıkta yanıklar deri grefti gerektirir (70,73).
2. Dördüncü derece, olası açıkta kemiğe sahip kömürleşmiş cildi gösterir.
3. Beşinci derece, kömürleşmiş, beyaz tenli ve açıkta kalan kemiklidir.
4. Altıncı derece, açıkta kalan kemikle birlikte cilt kaybına sahiptir.

Yanık Derinliği	Histoloji / Anatomi	Örnek	İyileşme Süresi
1.Derece	Epidermis (kabarcık yok ; ağrılı)	Güneş yanığı	7 gün
Yüzeysel 2.Derece veya Yüzeysel Kısmi Kat	Epidermis ve Yüzeysel dermis (kabarcık var ; çok ağrılı)	Sıcak su ile haşlanma	14 – 21 gün ; skar oluşumu yok.
Derin 2.Derece veya Derin Kısmi Kat	Epidermis, dermis, ter bezleri, kıl follikülleri (kabarcık var ; çok ağrılı)	Sıcak sıvı, sıcak buhar, sıcak yağ, alev	3 – 8 hafta ; kalıcı skar
3.Derece	Bütün epidermis ve dermis kavrulmuş (soluk, kösele gibi, ağrı yok)	Alev	Aylar ; şiddetli skarlaşma ; deri grefti gerekir.
4.Derece	Bütün epidermis ve dermisin yanı sıra, yağ, kemik, kas	Alev	Aylar ; çoklu cerrahi girişim genellikle gerekir.

Şekil 2.9: Yanık Derecesi ile Sınıflandırılmış Yanık Derinliği

Majör Yanık	Kısmi Kat Yanık, > vücut yüzey alanının % 25'i, 10 – 50 yaş	Yanık merkezinde tedavi gerektirir
	Kısmi Kat Yanık, > vücut yüzey alanının % 20'si, 10 yaşından küçük veya 50 yaşından büyük	
	Tam Kat Yanık, > vücut yüzey alanının % 10'u, herhangi bir kişide	
	El / yüz / ayak / perine bölgesini içeren yanıklar	
	Büyük eklemleri aşan yanıklar	
	Ekstremitenin çepeçevre yanıkları	
	İnhalasyon yaralanması ile komplike olmuş yanıklar	
	Elektrik yanıkları	
	Kırık veya başka bir travma ile komplike olmuş yanıklar	
	Yüksek riskli hasta gurubundaki yanıklar	

Şekil 2.10: Amerika Yanık Derneğinin Sınıflamasına Göre Yanık Derinliği-1

Orta şiddette yanık	Kısmi Kat Yanık, vücut yüzey alanının % 15 – 25'i, 10 – 50 yaş	Hastaneye yatış gerektirir.
	Kısmi Kat Yanık, vücut yüzey alanının % 10 – 20'si, 10 yaşından küçük veya 50 yaşından büyük	
	Tam Kat Yanık, vücut yüzey alanının % 10 veya daha azı, herhangi bir kişide	
	Majör yanık bulguları yok	

Şekil 2.11: Amerika Yanık Derneğinin Sınıflamasına Göre Yanık Derinliği-2

Minör Yanık	Kısmi Kat Yanık, < vücut yüzey alanının % 15'i, 10 – 50 yaş	Ayaktan tedavi
	Kısmi Kat Yanık, < vücut yüzey alanının % 10'u, 10 yaşından küçük veya 50 yaşından büyük	
	Tam Kat Yanık, vücut yüzey alanının % 2'si, herhangi bir kişide	
	Majör yanık bulguları yok	

Şekil 2.12: Amerika Yanık Derneğinin Sınıflamasına Göre Yanık Derinliği-3

2.3.1 Klinik Önem

Yanıklar tüm dünyada acil servislerde görülen yaygın bir yaralanmadır (72). Acil durum yönetimi iyileşse bile, yanıklar önemli morbidite ve mortaliteye sahip olmaya devam etmektedir. İntravenöz sıvılar ve cerrahi seçenekler gibi yanık tedavileri, yanık sınıflandırmasına dayanır. Tedaviyi optimize etmek ve doğru bir prognoz sağlamak için yanıkları doğru bir şekilde sınıflandırmak esastır (74,75).

2.4 Yanık Resüsitasyonu ve Yönetimi

Çoğu yanık küçüktür ve evde veya yerel sağlayıcılar tarafından ayakta hasta olarak tedavi edilir. Bu bölüm, ciddi yanıkların ilk resüsitasyonuna ve yönetimine odaklanacaktır (76–78). Yanık şiddeti sınıflandırması, hastanın yaşı, yanmış toplam vücut yüzey alanı yüzdesi (%TBSA), yanık derinliği, yanık tipi ve belirli vücut bölümlerinin tutulup tutulmadığına göre belirlenir. Aşağıdakilerden herhangi birine sahip olan hastalar ciddi yanıklara sahip olarak sınıflandırılır;

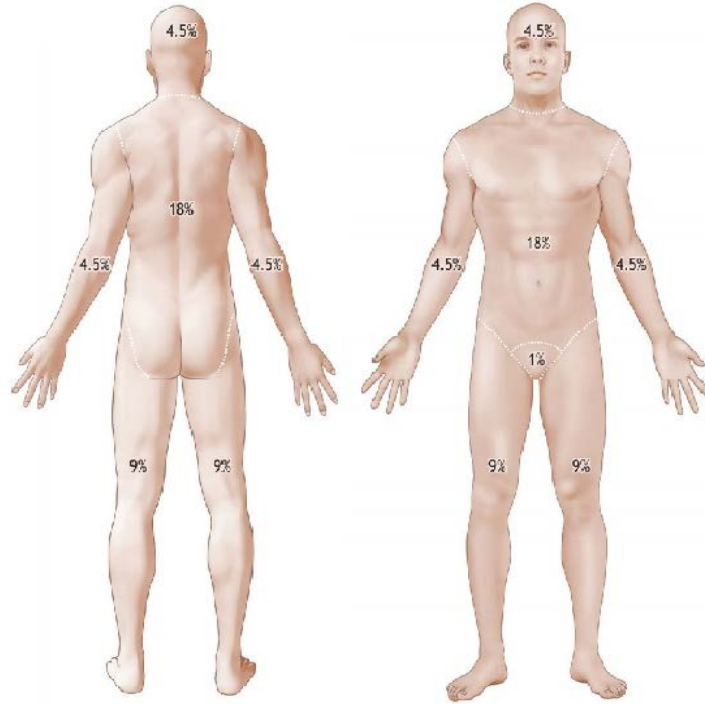
- Çocuklarda (<10 yaşında) veya yaşlılarda (>50 yaşında) >%10 TBSA
- >%20 TBSA yetişkinlerde
- >%5 tam kalınlık
- Yüksek voltajlı elektrik yanıkları
- Yüz, gözler, kulaklar, eklemler veya cinsel organlarda önemli yanıklar

Göz önünde bulundurulması gereken ve hastanın morbidite ve mortalitesini artıracak diğer faktörler arasında ilişkili solunum yaralanması, ilişkili travmatik yaralanma ve hastanın kalp hastalığı veya akciğer hastalığı gibi temel tıbbi durumları yer alır. Birkaç faktör, belirli hasta grubunu daha karmaşık yaralanmalara yatkın hale getirebilir (79,80).

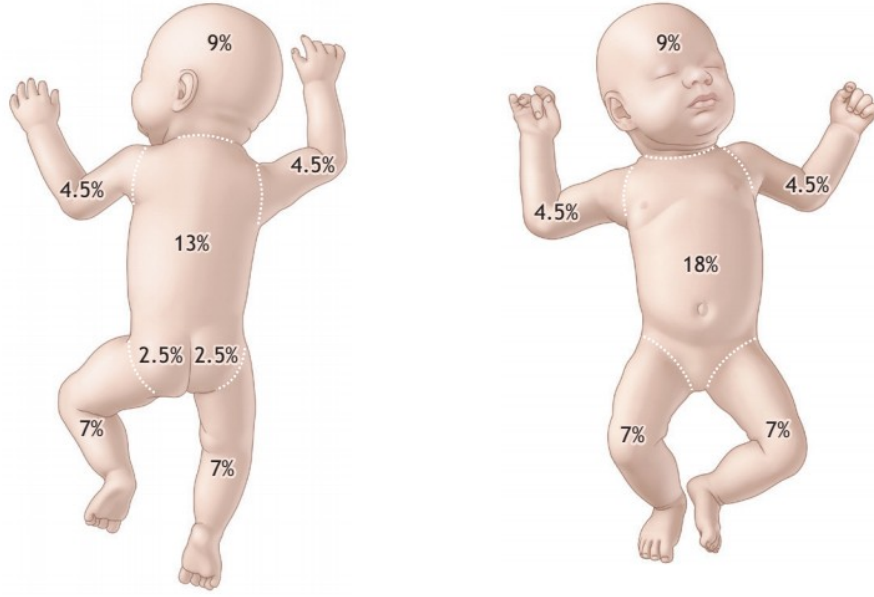
Şiddetli yanıklar sadece yerel yanık bölgesinde ciddi yaralanmalara neden olmakla kalmaz, aynı zamanda vücutta sistemik bir tepkiye de neden olur. Histaminler, prostaglandinler ve sitokinler gibi inflamatuvar ve vazodilatör ajanlar salınır ve sistemik kapiller sızıntıya, intravasküler sıvı kaybına ve büyük sıvı kaymalarına neden olur. Bu tepkiler çoğunlukla ilk 24 saatte meydana gelir ve yaralanmadan sonra yaklaşık altı ila

sekiz saatte zirve yapar. Bu yanıt, azalmış kalp debisi ve artan vasküler dirençle birlikte, “yanık şoku” olarak adlandırılan belirgin hipovolemi ve hipoperfüzyona yol açabilir. Bu, agresif sıvı resüsitasyonu ve yeterli, ancak aşırı olmayan IV sıvılar için yakın izleme ile yönetilebilir. Yanıkların kendi başlarına başlangıçta belirgin hipotansiyona neden olmadığını ve ilk birkaç saat içinde “yanık şoku” geliştiğini hatırlamak önemlidir. Hasta başlangıçta aşırı derecede hipotansif ise, diğer hipotansiyon nedenleri araştırılmalıdır (81,82).

%20 TBSA'dan fazla yanığı olan yetişkinler ve çocuklar, vücut büyüklüğü ve yanmış yüzey alanı tahminleri kullanılarak sıvı resüsitasyonuna tabi tutulmalıdır. Canlandırmayı başlatmak için kullanılan yaygın formüller, ilk 24 saat boyunca 2-4 ml/kg vücut ağırlığı/% TBSA için bir kristaloid ihtiyacını tahmin eder. Hemodinamik olarak stabil yanık hastasında aşırı sıvı alımı kontrendikedir, çünkü bu muhtemelen ödeme katkıda bulunur (83–85).



Şekil 2.13: Yetişkinler İçin Yanık Yüzdesi Hesaplama



Şekil 2.14: Bebeklerde Yanık Yüzdesi Hesaplama

2.4.1 Majör Yanıklar İçin Resüsitasyon

Yanıklar, sağlık çalışanlarının dikkatini daha yakın yaşamdan veya uzuvları tehdit eden sorunlardan uzaklaştırabilen dramatik yaralanmalardır. İlk değerlendirme ve ciddi şekilde yanık hastaların tedavisi, büyük bir travma hastasının yaklaşımına benzer olmalıdır. Ancak yanık hastası için ilk adım, yanma sürecini derhal durdurmak ve yanan veya sıcak maddeleri cilt temasından uzaklaştırmaktır. Başlangıçta A.M.P.L.E. öykü (alerjiler, ilaçlar, geçmiş tıbbi öykü, son oral alım, yaralanma olayları) alınmalıdır. Daha sonrasında A.B.C. basamakları ile yaşam tehditleri açısından değerlendirilir. Yanık hastasında, hayati tehlike oluşturan kanamayı araştırarak ve kan basıncını, kalp hızını kontrol ederek şişlik ve tıkanıklığa neden olabilecek ağız yanıkları, duman inhalasyonundan veya akciğer hasarından kaynaklanan solunum problemlerine dikkat edilmelidir. Bir sonraki adım, canlandırma ve hayati tehlikelere karşı acil müdahale olacaktır. Bunu, tam bir fizik muayene ile ikincil basamak takip eder. Yanıkların değerlendirilmesi ve tedavisi ikincil basamağın bir parçasıdır. Yanıklarda kaydedilecek temel fizik muayene bulguları, yanıkların toplam vücut yüzey alanının yüzdesi (% TBSA) olarak ifade edilen yanıkların kapsamı ve yüzeysel (veya birinci derece), kısmi olarak ifade edilen yanıkların derinliğidir (86,87).

Vücut yüzeyinin %20 - %25'inden fazla yanığı olan hastalar, "yanık şokunu" önlemek için agresif IV sıvı resüsitasyonu ile tedavi edilmelidir. en yaygın formül Parkland Formülüdür. Bu formül, yanma anından başlayarak ilk 24 saatte verilen sıvı miktarını tahmin eder (72,88,89).

Formül: $4 \times \text{yüzde toplam vücut yüzey alanı (\%TBSA)} \times \text{yanmış} \times \text{kilogram olarak hastanın ağırlığı} = \text{ilk 24 saatte verilen toplam sıvı miktarı}$. Bu sıvının yarısı ilk sekiz saatte verilmelidir.

Örneğin, %55 toplam vücut yüzey alanı yanığı olan 75 kg'lık bir hastanın; $4 \text{ mL} \times 75 \text{ kg} \times \%55 \text{ TBSA} = \text{ilk 24 saatte } 16.500 \text{ mL}$, ilk sekiz saatte 8.250 mL veya ilk sekiz saatte yaklaşık 1 litre/saat.

Pediyatrik hastalar için, Parkland Formülü kullanılabilir ve ayrıca toplama normal bakım sıvıları eklenebilir (90–93).

Hangi formül kullanılırsa kullanılsın, hatırlanması gereken kritik nokta, hesaplanan sıvı miktarının sadece bir kılavuz olmasıdır. Hastanın vital bulguları, mental durumu, kapiller dolumu ve idrar çıkışı izlenmeli ve buna göre sıvı oranları ayarlanmalıdır. Yetişkinlerde 0,5 mL/kg veya yaklaşık 30 – 50 mL/saat ve 30 kg'ın altındaki çocuklarda 0,5-1,0 mL/kg/saat idrar çıkışı yeterli sıvı resüsitasyonu için iyi bir hedeftir. Son literatür, "sıvı sünmesi" olarak tanımlanan aşırı resüsitasyondan kaynaklanan komplikasyonlar hakkında endişeleri artırdı. Yine, yeterli sıvı resüsitasyonu amaçtır.

Şiddetli yanıklar için diğer tedavi, çoğu hasta ileus geliştireceğinden, nazal gastrik tüp yerleştirilmesini içerir. İdrar çıkışını izlemek için foley kateterler yerleştirilmelidir. Kardiyak ve nabız oksimetresi izleme belirtilir. Ağrı kontrolü en iyi IV ilaçla yönetilir (94). Son olarak, yanıklar tetanoza eğilimli yaralar olarak kabul edilir ve son beş yıl içinde verilmemişse tetanoz profilaksisi ima edilir (95). Herhangi bir şiddetli alev yanığında, her zaman olası ilişkili inhalasyon yaralanması, karbon monoksit veya siyanürü göz önünde bulundurmalısınız (96–98).

Şiddetli yanık yarası tedavisi yerel yanık merkezimize yönlendirilmelidir. Genel olarak yanıklar nazikçe temizlenmeli ve temiz pansumanlarla kapatılmalıdır. Hasta acilen bir yanık merkezine nakledilirse, yoğun debridman ve topikal antimikrobiyal

krem veya merhem uygulamasına gerek yoktur, çünkü hasta geldiğinde yanık değerlendirilmesini yapmaları gerekecektir (99).

Bazı durumlarda, transferden önce acil bir eskaratomi gerekli olabilir. Eskaratomi, tam kat yanıkların daraltıcı etkisini gidermek için yapılan cerrahi bir prosedürdür. Tam kalınlıktaki yanıklar sert, kösele ve bükülmez olduğundan, meydana gelebilecek tipik şişmeyi sınırlayabilirler. Bu, yanıklar bir ekstremitayı çevreliyorsa kompartman sendromu etkisi veya yanıklar karnı çevreliyorsa abdominal kompartman sendromu etkisi yaratabilir. Yanık geniş göğüs bölgelerini içeriyorsa, yeterli havalandırma mümkün olmayabilir. Bu gibi durumlarda, eskaratomi, daralma etkilerini gidermeli ve yeterli dolaşım veya havalandırmaya izin vermelidir. Eskarın yarılarak açılmasını sağlamak için yağ tabakasına yeterince derin, sert yanık eskarından bir kesi yapılarak bir eskaratomi yapılır. Bu, anestezi olmadan yatak başında yapılabilir, çünkü yanık sinir liflerini tahrip eder ve cilt hissini kaybeder. Ekstremita ve parmakların medial ve lateral taraflarında, aksiller çizgilerle birlikte ve üst göğüste köprücüklere paralel ve karında lateral karın duvarları boyunca kesiler yapılır (100,101).

2.4.2 Komplikasyonlar

- Derin veya Geniş Yanık Komplikasyonları
 - 1.Solunum Problemleri
 - 2.Kemik ve eklem sorunları
 - 3.Tehlikeli derecede düşük vücut ısısı
 - 4.Enfeksiyon ve sepsis
 - 5.Düşük kan hacmi
 - 6.Yara izi
 - 7.Tetanoz (102,103).

Enfeksiyon en sık görülen komplikasyondur. Sıklık sırasına göre potansiyel komplikasyonlar arasında pnömoni, selülit, idrar yolu enfeksiyonları ve solunum yetmezliği yer alır. Pnömoni genellikle inhalasyon yaralanması olanlarda görülür (104,105).

Yüzeysel kısmi kalınlıkta yanıklar, epidermis ve dermis arasında 24 saat içinde kabarcıkların oluşmasıyla karakterize edilir. Bu yaralar ağrılı, kırmızı, ağlayan ve baskı uygulanarak sararır. İlk yanık değerlendirmeleri hafife alınabilir. Başlangıçta derinlemesine epidermal gibi görünen yanıklar daha sonra kısmi kalınlıkta yaralar olarak sınıflandırılabilir. Bu yanıklar genellikle bir ila üç hafta içinde iyileşir; renk değişikliği meydana gelebilir, ancak yara izi olağandışıdır. Bu yanıklar genellikle herhangi bir fonksiyonel bozukluk veya hipertrofik skar bırakmadan iyileşir. Derin kısmi kalınlıktaki yaralar daha derin dermise uzanır ve yüzeysel kısmi kalınlıktaki yanıklardan farklı bir seyir izler. Derin yanıklar saç foliküllerini ve glandüler dokuyu içerir. Neredeyse her zaman kabarır, yumuşar, ıslak veya mumsu kurudurlar ve değişken benekli renklenme gösterirler. Derin yanıklar basınç uygulamakla sararmaz. Enfeksiyon önlenir ve aşılama olmadan kendiliğinden iyileşme gerçekleşirse, iki ila dokuz hafta içinde iyileşirler. Derin kısmi kalınlıktaki yaralar her zaman hipertrofik skarlaşmaya neden olur. İki haftada iyileşmeyen derin bir kısmi kalınlıkta yanık, fonksiyonel ve kozmetik sonuçlar açısından tam kalınlıkta bir yanık olarak kabul edilir (106,107).

- Diğer Komplikasyonlar

- 1.%10 TBSA'nın üzerindeki tam kat yanıklara sekonder anemi yaygındır.
- 2.Elektrik yanıkları kompartman sendromuna veya rabdomiyolize neden olabilir.
- 3.Bacak damarlarında kan pıhtılaşması, geniş yanıklı hastaların %6-25'inde görülür.
- 4.Büyük bir yanıktan sonra yıllarca sürebilen hipermetabolik durum, kemik yoğunluğunu ve kas kütlesini azaltabilir.
- 5.Bir yanıktan sonra keloidler oluşabilir.
- 6.Yanık sonrası psikolojik travma ve travma sonrası stres bozukluğu gelişebilir.
- 7.Yara izi, vücut imajında bozulmaya neden olabilir.

8.Gelişmekte olan dünyada önemli yanıklar sosyal izolasyon, yoksulluk ve çocukların terk edilmesiyle sonuçlanabilir (108–110).

Biz bu çalışmamızda 2018-2021 yılları arasında Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi Acil Servisine elektrik çarpması nedeniyle başvuran hastalarda giriş-çıkış yaralarının elektrokardiyografideki aks sapmasına ve prognoz üzerine etkisinin retrospektif analizini yapmayı amaçladık.



3. MATERYAL- METOD

3.1 Çalışma Dizaynı

Çalışmamız Ocak 2018 – Aralık 2020 tarihleri arasında Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi acil servisine başvuran elektrik çarpmaları olgularından oluşmaktadır.

Hastaların deskriptif ve diğer özellikleri analiz için detaylandırılarak not edildi. Hastalar aks sapmasına göre gruplandırılarak analizler yapıldı. Hasta verilerinin toplamak için EK-1’de yer alan sorular oluşturuldu.

3.2 Dahil Edilme Kriterleri

Hastanemize acil servisine elektrik çarpması nedeniyle başvuran ve çalışmaya dahil edilmeyi kabul eden hastalardan oluşmaktadır.

3.3 Dışlama Kriterleri

Geriye dönük verilerine ulaşılamayan veya ulaşılan verilerin yetersiz ve düzensiz olması dışlama kriteri olarak sayıldı.

3.4 Çalışma Hedefleri

- Elektrik çarpması nedeniyle başvuran hastaların klinik ve demografik özelliklerinin değerlendirilmesi
- Elektrik çarpması nedeniyle başvuran hastaların semptomlarının değerlendirilmesi
- Tanıda kullanılan yöntemlerin tartışılması
- Tedavi Yönetiminin tartışılması
- Güncel tanı ve tedavi algoritmalarının gözden geçirilmesi

3.5 Çalışmanın Sınırlılıkları

Çalışmamızın Sınırlı sayıda hasta ile yapılmış olması ve sadece Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastaneleri acil servisine başvuran hastaların kohort araştırmasından oluşması çalışmanın en önemli sınırlılıklarındandır.

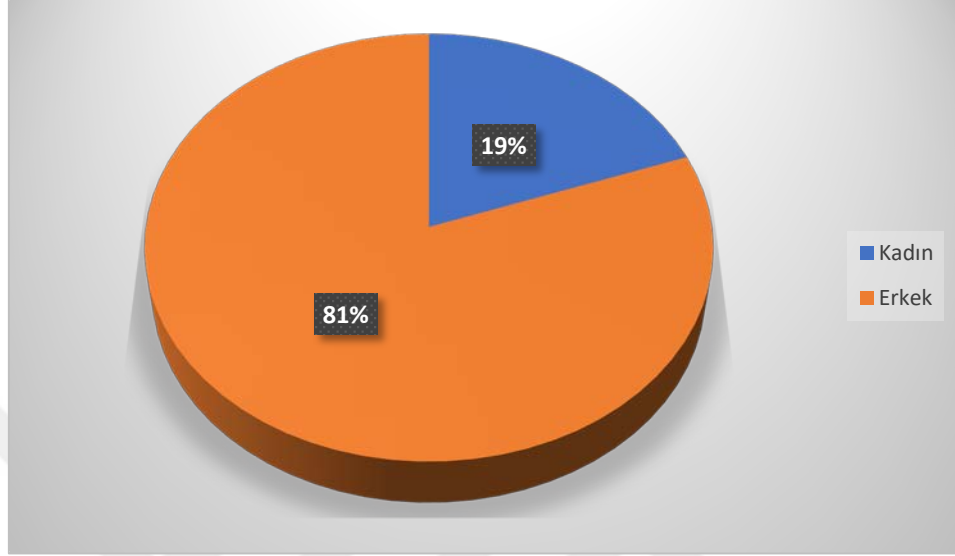
3.6 İstatistiksel Analiz

Tüm maddeler için tanımlayıcı istatistikler, sıklık ve diğer özellikleri içeren hasta verileri için istatistiksel analiz yapıldı. Sürekli veriler ortalama \pm standart sapma olarak yazıldı. Verilerin normal dağılıma sahip olup olmadığını belirlemek için sürekli değişkenler Shapiro-Wilk ve Kolmogorov-Smirnov testleri ile analiz edildi. Sürekli ve normal dağılan değişkenler Student T-testi kullanılarak karşılaştırıldı. Veriler normal dağılıma uymadığında parametrik olmayan testler seçilmiştir. Kategorik değişkenler gerektiğinde ki-kare testi ve bazı veriler Fisher kesin testi ile değerlendirildi. Veriler arasındaki korelasyon Pearson ve Spearman korelasyon testleri kullanıldı. Risk faktörlerin analizinde Lojistik regresyon testlerine başvuruldu. Analizler SPSS Statistics for Windows, Version 21.0 (IBM Corp., Armonk, NY, ABD) kullanılarak yapıldı. Tüm p değerleri iki yönlüydü ve $p \leq 0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

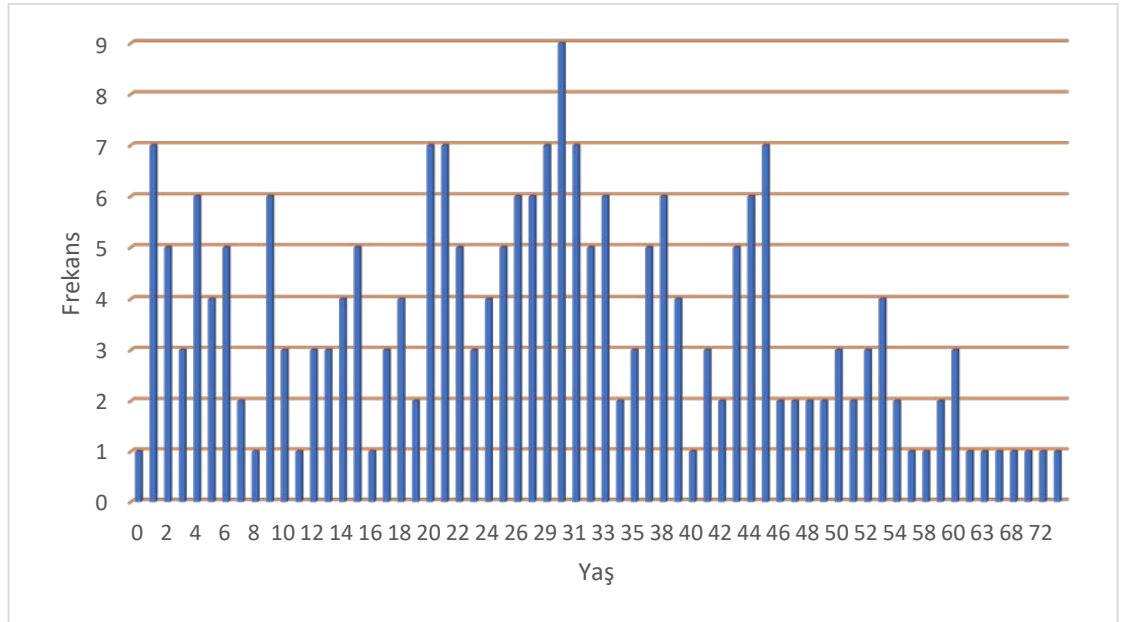
4. BULGULAR

4.1 Deskriptif bulgular

Çalışmamıza 44'ü (%20) kadın, 182'si (%80) erkek olmak üzere toplam 226 hasta dahil edildi. Hastaların yaş ortalaması 28.5 yıl idi (range: 0-93) (Şekil 4.1 ve 4.2).



Şekil 4.1: Hastaların cinsiyetlerine göre dağılımı



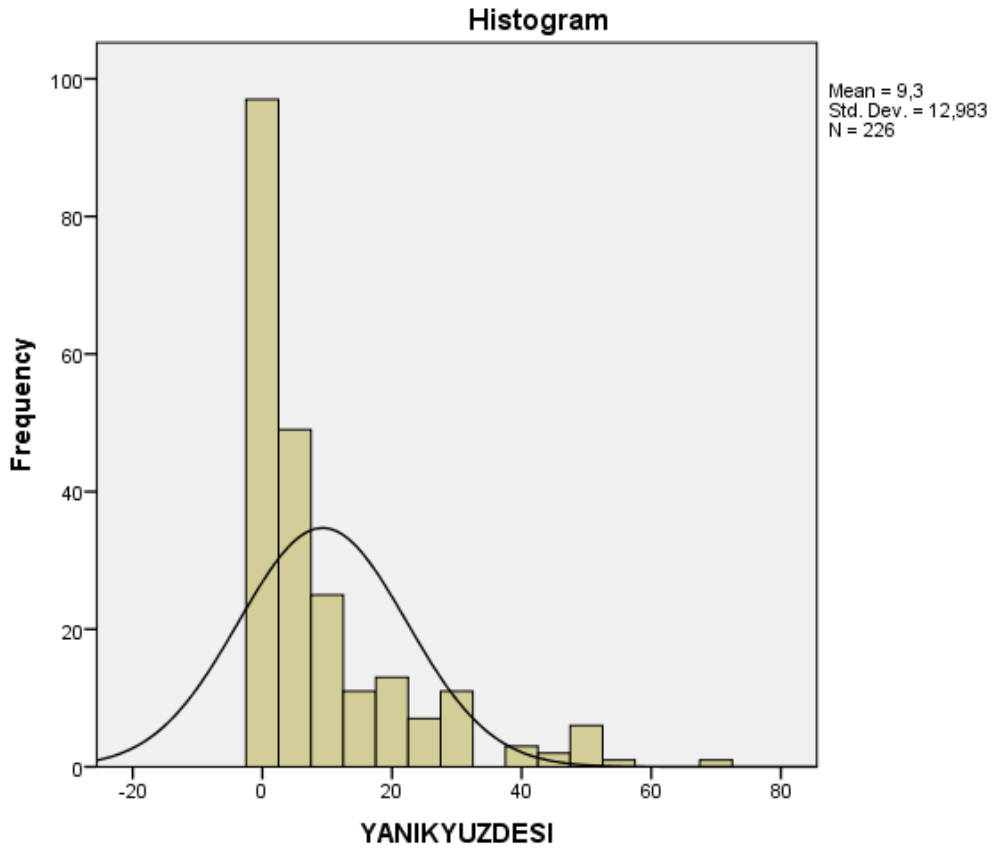
Şekil 4.2: Yaş frekans dağılımı

Sırasıyla hastaların %22'sinde (n=50) grade 0, %10'unda (n=23) grade 1, %52'sinde (n=119) grade 2 ve %15'inde (n=24) grade 3 yanık mevcuttu (Tablo 4.1).

Tablo 4.1: Yanık derecesi

Grade	N	%
0	50	22,1
1	23	10,2
2	119	52,7
3	34	15,0
Toplam	226	100,0

Hastaların %74.3'ünün yanık yüzdesi %10 ve altında saptandı (median= 3). Yanık yüzdesini ifade eden histogram grafiği şekil 4.3'te gösterilmiştir.



Şekil 4.3: Yanık yüzdesi frekans dağılımı

Ölçülen en düşük sistolik kan basıncı, en düşük diyastolik kan basıncı ve en düşük saturasyon sırasıyla 62 mmHg, 20 mmHg ve 90/dk olarak; en yüksek sistolik

kan basıncı, en yüksek diyastolik kan basıncı ve en yüksek satürasyon sırasıyla 190 mmHg, 126 mmHg ve 100/dk olarak kaydedildi (Tablo 4.2).

Tablo 4.2: Hastaların başvuru anındaki vital bulguları

	N	Minimum	Maximum	Ortalama	Std. Sapma
Sistolik TA	226	62	190	125,56	20,67
Diyastolik TA	226	20	126	77,68	16,63
Satürasyon	226	90	100	98,09	1,77

Hastaların laboratuvar değerleri incelendiğinde, en düşük troponin değeri 0, en yüksek troponin değeri ise 308 çıkmıştır. En düşük CKMB 0.05, en yüksek CKMB değeri ise 2303 olarak kaydedilmiştir. Hastaların diğer laboratuvar değerleri tablo 4.3'te özetlenmiştir.

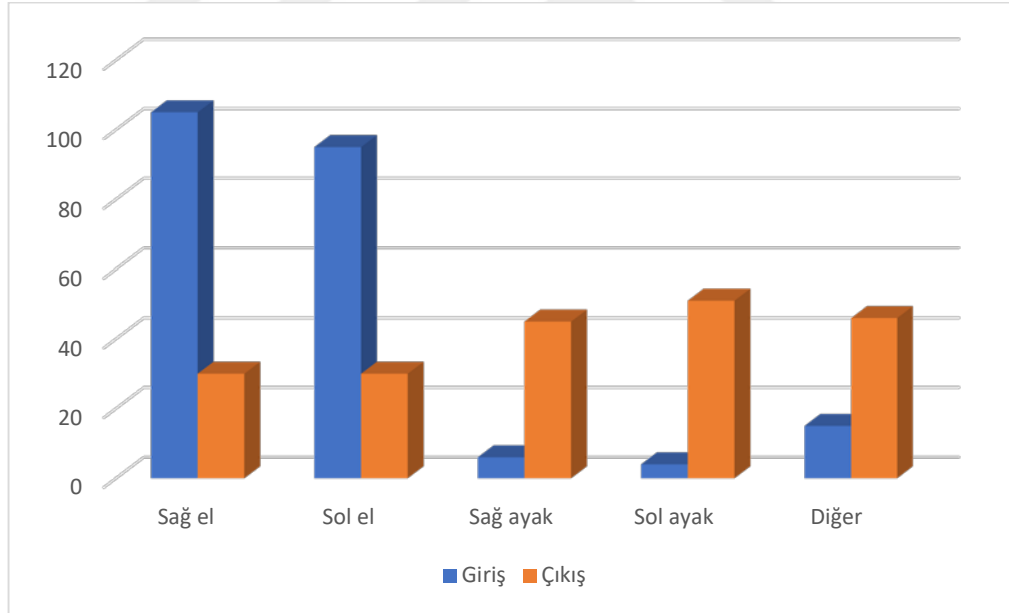
Tablo 4.3: Hastaların laboratuvar değerleri

	N	Minimum	Maximum	Ortalama	Std. Sapma
PLT	226	16	958	263,66	105,11
WBC	226	,13	52,00	12,53	7,32
NEUTROFİL	226	,04	45,00	9,27	6,45
LENFOSİT	226	0,00	16,00	2,57	1,95
ÜRE	226	2,20	132,00	31,18	14,33
KREATİNİN	226	,20	2,70	0,70	0,34
CK	226	27	64576	3202,40	8621,66
TROP	226	0	308,00	12,82	39,63
CKMB	226	,05	2303,00	29,61	160,60

Elektrik çarpmalarının giriş yeri değerlendirildiğinde; %46'sında sağ elde, %42'sinden sol elde, %3'ünde sağ ayakta, %2'sinde ise sol ayakta giriş tespit edildi. Extremitte dışı çıkış tespit edilenler ise %6 idi. Çıkış yeri ise; %13'ünde sağ elde, %13'ünde sol elde, %20'sinde sağ ayakta, %22'sinde ise sol ayakta çıkış tespit edildi. Extremitte dışı çıkış tespit edilenler ise %20 idi (Tablo 4.4 ve Şekil 4.4).

Tablo 4.4: Elektrik giriş-çıkış yerine göre değerlendirilmesi

	N	%
Giriş yeri		
<i>Sağ el</i>	105	46,5
<i>Sol el</i>	95	42
<i>Sağ ayak</i>	6	2,7
<i>Sol ayak</i>	4	1,8
<i>Diğer</i>	15	6,6
Çıkış yeri		
<i>Sağ el</i>	30	13,3
<i>Sol el</i>	30	13,3
<i>Sağ ayak</i>	45	19,9
<i>Sol ayak</i>	51	22,6
<i>Diğer</i>	46	20,4



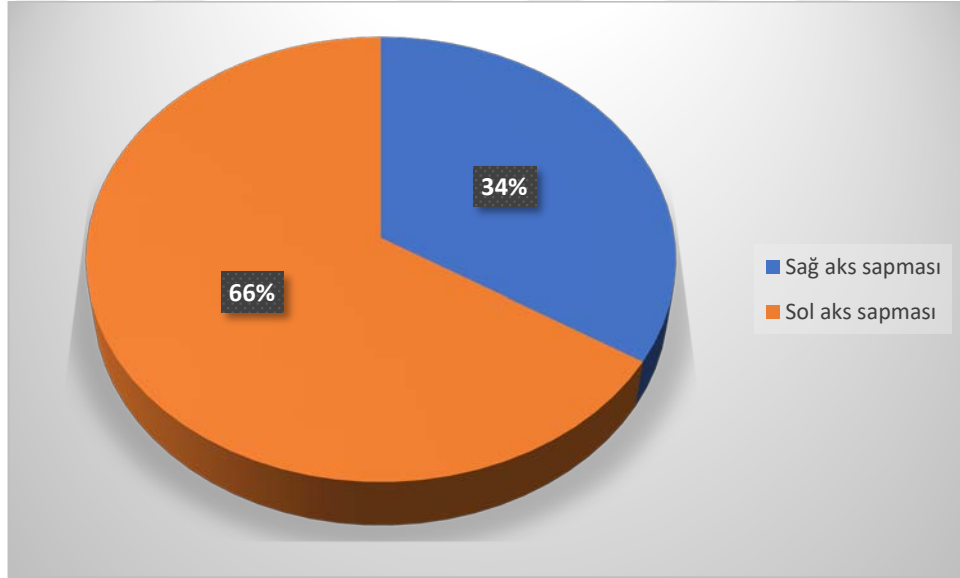
Şekil 4.4: Elektrik giriş-çıkış yerine göre değerlendirilmesi

Hastaların %75'inde aks sapması yoktu. %8,4'ünde (n=19) sağ aks sapması saptanırken %16,4'ünde (n=37) sol aks sapması saptandı (Tablo 4.5).

Tablo 4.5: Aks sapması durumu

	N	%
Normal aks	170	75,2
Sağ aks sapması	19	8,4
Sol aks sapması	37	16,4
Toplam	226	100,0

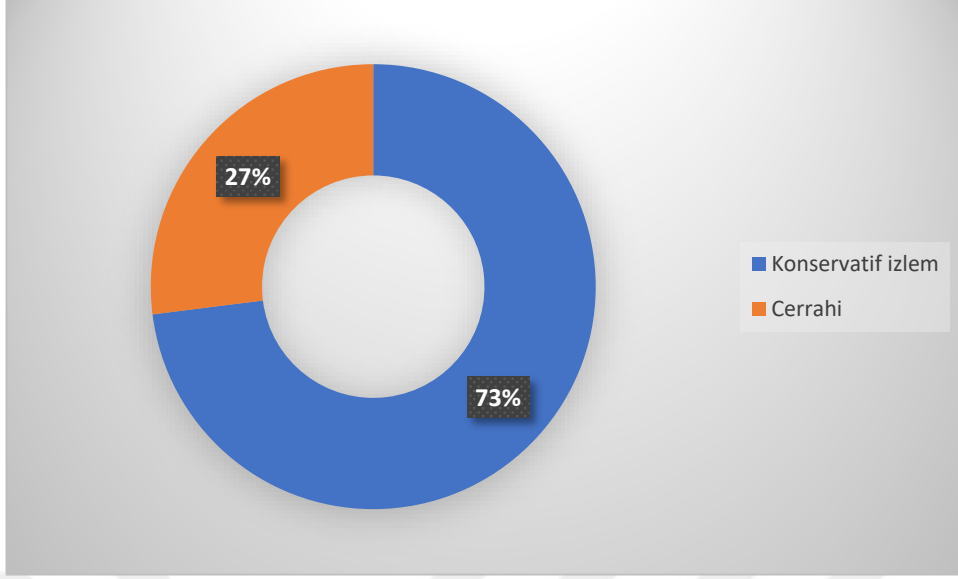
Aks sapması olan hastalar içinde insidans analizi yapıldığında; hastaların %34'ünde sağ, %66'sında sol aks sapması saptandı (Şekil 4.5).



Şekil 4.5: Aks sapması grafiksel gösterimi

Hastaların hastanede yatış durumları incelendiğinde; hastaların %60'ının (n=136) hastanede en az bir gün yatışlı kaldığı saptandı. Ortalama yatış günü sayısı $20,7 \pm 11,8$ (range 0-164), median 2 gün olarak kaydedildi.

Hastaların %27'sine (n=61) cerrahi yapılırken %73'ü (n=165) konservatif izlendi (Şekil 4.6).



Şekil 4.6: Tedavi

4.2 Karşılaştırmalı tablolar

Hastalar aks sapması olup olmamasına göre değerlendirildiğinde; aks sapması olan (sağ veya sol) hasta sayısı 56, sapma olmayan hasta sayısı ise 170 idi. Aks sapması olan grupta yaş ortalaması daha yüksek saptandı ($p<0,05$). Benzer şekilde hastanın yatışlı kaldığı gün sayısı ($p<0,05$) ve yanık yüzdesi ($p<0,05$) da yüksek saptandı. Cinsiyet ($p>0,05$) ve tedavi şekli açısından ($p>0,05$) farklılık saptanmadı. Yanık derecesi aks sapması ile yakından ilişkili idi ($p<0,05$).

Giriş yeri; sağ el ($p>0,05$), sol el ($p>0,05$) veya vücudun herhangi bir yeri olması ($p>0,05$) aksın sapması açısından farklılık saptanmadı. Ancak giriş yeri sağ ayak ($p<0,05$) ve sol ayak ($p<0,05$) olan hastalarda aks sapması saptandı. Çıkış yeri; sağ el ($p>0,05$), sağ ayak ($p>0,05$), sol ayak ($p>0,05$) veya vücudun herhangi bir yeri olması ($p>0,05$) aksın sapması açısından farklılık saptanmadı. Ancak çıkış yeri sol el ($p<0,05$) olan hastalarda aks sapması saptandı.

Aks sapması olan hastalarda nötrofil ($p<0,05$), üre ($p<0,05$), kreatinin ($p<0,05$) ve troponin ($p<0,05$) anlamlı derecede yüksek saptandı (Tablo 4.6).

Tablo 4.6: Aksın sapma durumuna göre hasta özelliklerinin karşılaştırılması

		Aks sapması yok (n=170)	Aks sapması var (n=56)	P değeri
Cinsiyet	Erkek	132	50	>0,05
	Kadın	38	6	
Giriş yeri	Sağ el	76	29	>0,05
	Sol el	68	27	>0,05
	Sağ ayak	2	4	<0,05
	Sol ayak	1	3	<0,05
	Diğer	10	5	>0,05
Çıkış yeri	Sağ el	22	8	>0,05
	Sol el	18	12	<0,05
	Sağ ayak	30	15	>0,05
	Sol ayak	35	16	>0,05
	Diğer	32	14	>0,05
Vital bulgular	SpO2	98,25±1,58	97,61±2,20	>0,05
	Sistolik KB	124,80±20,36	127,86±21,61	>0,05
	Diastolik KB	77,55±14,73	78,05±18,24	>0,05
Yanık derecesi	Gr 0	44	6	<0,05
	Gr 1	15	8	
	Gr 2	90	29	
	Gr 3	21	13	
Yanık yüzdesi (%)		8,37±12,01	12,11±15,35	<0,05
Cerrahi		42	19	>0,05
Konservatif izlem		128	37	
Yaş		26,94±17,17	33,27±17,19	<0,05
Yatış gün sayısı		10,21±17,65	16,89±27,70	<0,05
Laboratuvar	PLT	264,1±93,7	262,09±134,9	>0,05
	WBC	12,3±7,5	13,1±6,6	>0,05
	NEUTROFİL	8,8±6,4	10,5±6,4	<0,05
	LENFOSİT	2,5±1,9	2,4±2,0	>0,05
	ÜRE	29,9±13,1	34,9±17,1	<0,05
	KREATİNİN	0,67±0,32	0,77±0,35	<0,05
	CK	3104±8783	3499±8178	>0,05
	TROP	12,28±43,42	14,46±25,05	<0,05
	CKMB	30,48±180,95	26,93±69,91	>0,05

Aks sapmasının yönü açısından bakıldığında, yaş ($p>0,05$), cinsiyet ($p>0,05$), vital bulgular ($p>0,05$), yanık derecesi ($p>0,05$), yanık yüzdesi ($p>0,05$), yatışlı kaldığı gün sayısı ($p>0,05$) ve tedavi şekli ($p>0,05$) açısından anlamlı farklılık saptanmadı.

Giriş yeri; sağ el ($p>0,05$), sol el ($p>0,05$), sağ ayak ($p>0,05$) veya vücudun herhangi bir yeri olması ($p>0,05$) açısından aksın sapma yönünde farklılık saptanmadı. Ancak giriş yeri sol ayak olan hastalarda sağ aks sapması ön planda idi ($p<0,05$). Çıkış yeri; sağ el ($p>0,05$), sağ ayak ($p>0,05$), sol ayak ($p>0,05$) veya vücudun herhangi bir yeri olması ($p>0,05$) açısından aksın sapma yönünde farklılık saptanmadı. Ancak çıkış yeri sol el olan hastalarda sağ aks sapması ön planda idi ($p<0,05$).

Laboratuvar bulgularından sadece CK değeri anlamlı çıkmış olup, sağ aks sapmasında daha yüksek CK değeri gözlemlendi ($p<0,05$) (Tablo 4.7).

Tablo 4.7: Aksın sapma yönüne göre hasta özelliklerinin karşılaştırılması

		Sağ aks sapması (n=19)	Sol aks sapması (n=37)	P değeri
Cinsiyet	Erkek	17	33	>0,05
	Kadın	2	4	
Giriş yeri	Sağ el	5	14	>0,05
	Sol el	11	16	>0,05
	Sağ ayak	3	1	>0,05
	Sol ayak	3	0	<0,05
	Diğer	3	2	>0,05
Çıkış yeri	Sağ el	3	5	>0,05
	Sol el	8	4	<0,05
	Sağ ayak	5	10	>0,05
	Sol ayak	5	11	>0,05
	Diğer	7	7	>0,05
Vital bulgular	SpO2	97,8±2,4	97,5±2,1	>0,05
	Sistolik KB	122,4±25,5	130,6±19,1	>0,05
	Diyastolik KB	76,11±20,2	79,1±17,3	>0,05
Yanık derecesi	Gr 0	2	4	>0,05
	Gr 1	1	7	
	Gr 2	8	21	
	Gr 3	8	5	
Yanık yüzdesi (%)		14,11±20,9	11,1±11,7	>0,05
Cerrahi		5	14	
Konservatif izlem		14	23	>0,05
Yaş		26,3±15,5	36,8±17,1	<0,05
Yatış gün sayısı		24,2±40,3	13,14±17,79	>0,05
Laboratuvar	PLT	308,4±190,3	238,3±89,4	>0,05
	WBC	14,4±6,1	12,4±6,8	>0,05
	NEUTROFİL	11,5±6,1	9,9±6,6	>0,05
	LENFOSİT	3,1±2,7	2,1±1,4	>0,05
	ÜRE	32,3±9,9	36,2±19,8	>0,05
	KREATİNİN	0,75±0,27	0,78±0,39	>0,05
	CK	6702±11942	1854±4764	<0,05
	TROP	10,7±19,4	16,3±27,5	>0,05
	CKMB	12,2±22,1	34,4±83,9	>0,05

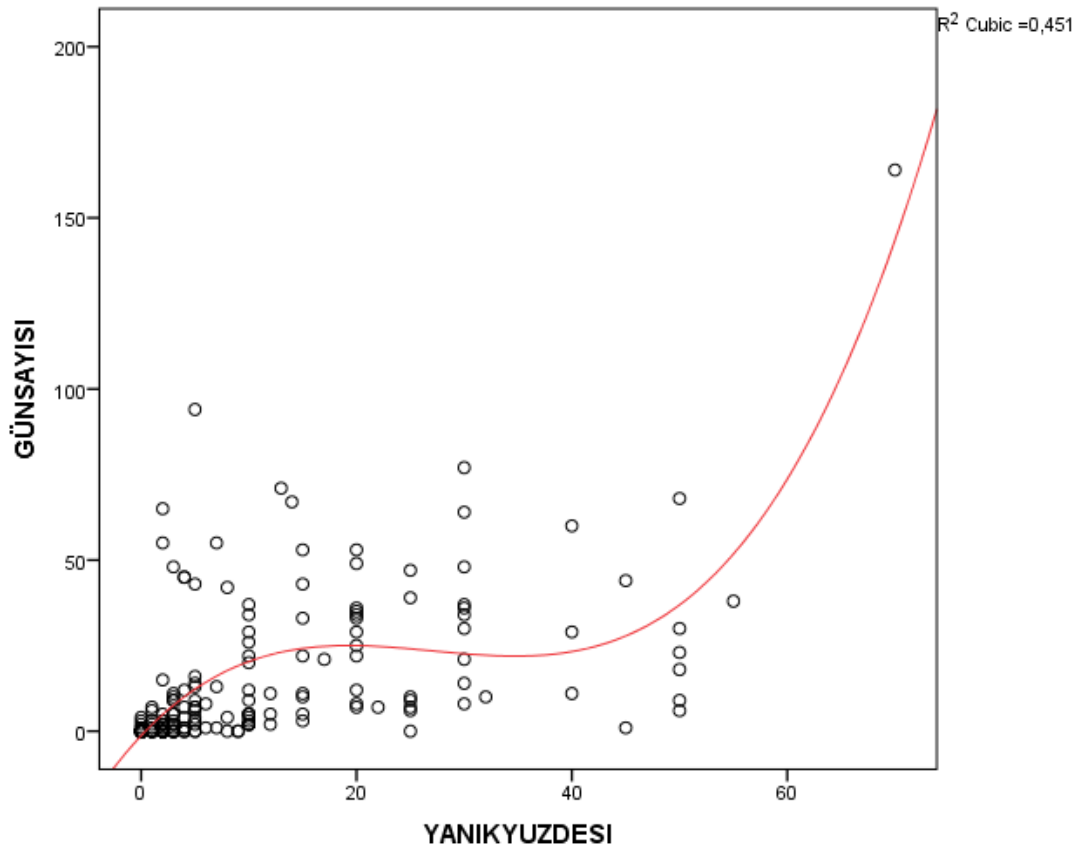
4.3 Korelasyon Analizleri

Yanık yüzdesi ile yaş ($p>0,05$, $r=0,122$) ve diyastolik kan basıncı ($p>0,05$, $r=0,078$) arasında herhangi bir korelasyon saptanmadı. Yanık yüzdesi ile hastanın hastanede yatışlı kaldığı gün sayısı arasında pozitif yönde güçlü bir korelasyon ($p<0,05$, $r=0,753$), SpO2 arasında ise negatif yönde zayıf bir korelasyon ($p<0,05$, $r=-0,215$) saptandı (Tablo 4.8).

Tablo 4.8: Yanık yüzdesi ile vital bulgular arasındaki korelasyon tablosu

		Yaş	Yatış (gün)	SİSTOLİK KB	DIYASTOLİK KB	SpO2
YANIKYUZDESİ	r	,122	,753	,131	,078	-,215
	p	,068	,000	,050	,242	,001

Aşağıdaki grafikte en yüksek korelasyon gösteren yatışlı gün sayısı ile yanık yüzdesi korelasyon grafiği verilmiştir (Şekil 4.7).



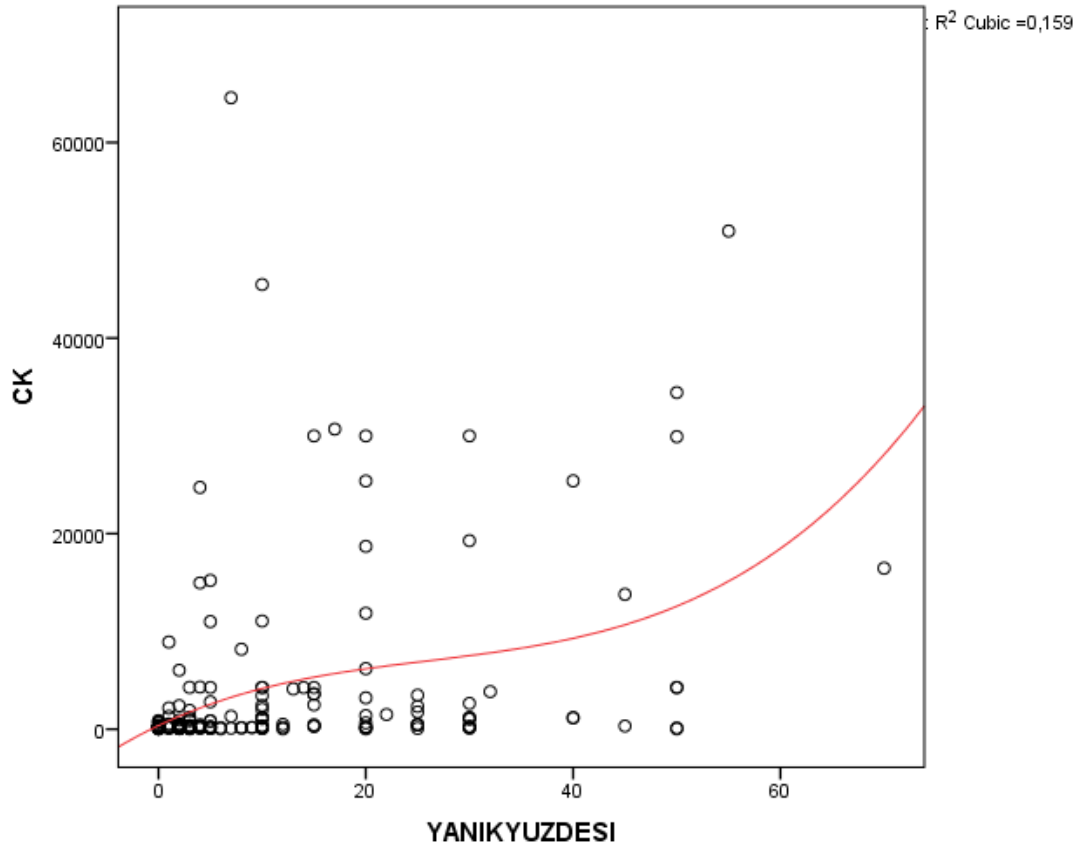
Şekil 4.7: Yanık yüzdesi – hastanın yatışlı kaldığı gün sayısı korelasyon grafiği

Yanık yüzdesi ile CKBM arasında pozitif yönde zayıf ($p<0,05$, $r=0,294$), troponin ile pozitif yönde zayıf ($p<0,05$, $r=0,293$), kreatinin ile pozitif yönde zayıf ($p<0,05$, $r=0,180$), CK ile pozitif yönde orta düzeyde ($p<0,05$, $r=0,478$), WBC ile pozitif yönde zayıf ($p<0,05$, $r=0,398$), NEU ile pozitif yönde orta düzeyde ($p<0,05$, $r=0,520$) korelasyon saptandı. Yanık yüzdesi ile lenfosit arasında negatif yönde zayıf korelasyon saptandı ($p<0,05$, $r=-0,281$) (Tablo 4.9).

Tablo 4.9: Yanık yüzdesi ile laboratuvar bulguları arasındaki korelasyon tablosu

		CKMB	TROP	ÜRE	CRE	CK	PLT	WBC	NEU	LYM
YANIK YUZDESİ	r	0,294	0,293	,063	0,18	0,478	,009	0,398	0,520	-0,281
	P	,000	,000	,343	,008	,000	,889	,000	,000	,000

Şekil 4.8’de yanık yüzdesi ile CK arasındaki korelasyon grafiği verilmiştir.



Şekil 4.8: Yanık yüzdesi ile CK arasındaki korelasyon grafiği

4.4 Regresyon analizleri ve Aks sapması risk faktör analizi

Yanık yüzdesi ve yanık derecesi evrelerinin Aks sapması için risk faktör olup olmadığı, risk faktör ise, aks sapmasını kaç kat arttırdığını tahmin etmek için Binary lojistik regresyon testi uygulandı.

Yapılan analizde; yanık yüzdesi aks sapması için risk faktörü olmadığı saptandı ($p>0,05$). Yanık derecesi aks sapması için risk faktörü olarak saptandı. Yanık derecesi 0-1 arasındaki değişim aks sapması riskini 3.6 kat arttırmaktadır ($p<0,05$; OR: 3.6). 2-3 arasındaki değişim ise 3.8 kat arttırmaktadır ($p<0,05$; OR:3.8) (Tablo 4.10).

Tablo 4.10: Binary lojistik regresyon analizi (Aks sapması risk faktör analizi)

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
YANIKYUZDESİ	0,010	0,012	0,654	1	0,419	1,010
YANIKDERECESİ			6,325	3	0,097	
YANIKDERECESİ(1)	1,282	0,626	4,192	1	0,041	3,605
YANIKDERECESİ(2)	0,749	0,505	2,196	1	0,138	2,114
YANIKDERECESİ(3)	1,341	0,601	4,976	1	0,026	3,824
Constant	-1,993	0,435	20,973	1	0,000	0,136

Aks sapması olan hastalarda, aksın tarafı giriş veya çıkış yerleri ile ilişkisi olup olmadığını saptamak için binary lojistik regresyon testi uygulandı. Sadece ve tek başına sol elde çıkış yeri olması sağ aks sapması için 6.2 kat risk oluşturmaktadır ($p<0,05$; OR: 6.2) (Tablo 4.11).

Tablo 4.11: Binary lojistik regresyon analizi (Aks sapması yön risk faktör analizi)

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
SAĞELGİRİŞ	0,342	0,941	0,132	1	0,716	1,408
SOLELGİRİŞ	0,988	0,935	1,116	1	0,291	2,685
SAĞAYAKGİRİŞ	-18,785	40192,970	0,000	1	1,000	0,000
SOLAYAKGİRİŞ	40,879	46255,275	0,000	1	0,999	56705964
DİĞER	-0,452	1,801	0,063	1	00,802	0,636
SAĞELÇIKIŞ	-0,805	1,258	0,410	1	0,522	0,447
SOLELÇIKIŞ	1,827	0,921	3,929	1	0,047	6,213
SAĞAYAKÇIKIŞ	0,356	1,096	0,105	1	0,746	1,427
SOLAYAKÇIKIŞ	-1,466	1,066	1,892	1	0,169	0,231
DİĞER_A	0,316	0,803	0,155	1	0,694	1,372
Constant	-1,613	0,870	3,433	1	0,064	0,199

5. TARTIŞMA

Günlük hayatımızda elektriği çok sık kullandığımız için elektrik çarpması yaralanmaları yaygındır, ancak bunlardan kaçınmak için her zaman gerekli güvenlik önlemlerini almıyoruz (71,105). Elektrikli ev aletlerinin günlük yaşamda ve işyerlerinde kullanımındaki artışın yanı sıra yeterli eğitim ve kontrol önlemlerinin alınmaması sonucunda elektrik çarpmasına bağlı yaralanmalar ciddi mortalite ve morbiditenin önde gelen nedenidir (77). Elektrik çarpması, elektrik yükünü toprağa ileterek insan vücudundan geçen elektrik akımının boşalmasıdır. Bu, vücuttan bir elektrik akımı geçtiğinde meydana gelir. Elektrik çarpması sırasında, insan sinir sistemi elektrik akımı tarafından bozulabilir, bu da kas kısılmalarına, cilt yanıklarına ve olası kalp ve beyin hasarına neden olabilir. Elektrik çarpması, insan vücudundan iletilen voltajın büyüklüğü, akımın yoğunluğu, akımın kişi üzerinden geçtiği süre gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişen derecelerde yaralanmalara neden olabilir (71,77,105).

Elektrik yaralanmaları, yatan hasta popülasyonuna ve sevk modellerine bağlı olarak, yanık merkezlerine toplam başvuruların %0.04 ila %32.2'sini oluşturmaktadır (77). Elektrik yaralanmalarının sınıflandırılması yüksek voltaj (1000 V), düşük voltaj (1000 V), yıldırım çarpmaları ve hastadan akım geçmeyen elektrik arkına bölünmüştür. Çocuklarda, 6 yaşından küçük çocuklarda düşük voltaj yaralanmaları ve daha büyük çocuklarda ve ergenlerde meydana gelen yüksek voltaj yaralanmaları ile iki modlu bir dağılım gözlenir. Yetişkinlerde yüksek ve düşük voltajlı yaralanmaların çoğunluğu bununla birlikte, yetişkinlerin mesleği ile ilgilidir. Elektrik yaralanmalı hastaların tüm gruplarında erkek baskınlığı bulunur. Bu yaralanmalar önemli sosyoekonomik etkileri olan önemli bir morbidite ve mortalite kaynağıdır (44-47).

Elektrik yanıkları, termal ve kimyasal yanıklardan oldukça farklıdır. Elektrik yaralanmasının ciddiyeti voltaj, temas süresi, doku direnci, cilt nemi ve flaş bileşenlerinin varlığı ve giysilerin tutuşması gibi birçok faktöre bağlıdır. Yetişkinler arasındaki bu yaralanmaların çoğu yüksek voltajlı elektrik hatlarından kaynaklanmaktadır (50).

Elektrik yaralanmaları nadirdir ancak potansiyel olarak yıkıcıdır. Tahmin edilen insidans, gelişmiş ülkelerde yanık ünitelerine başvuruların yaklaşık %0.04-5'ini ve gelişmekte olan ülkelerde %27'ye kadarını oluşturduğudur (49,51).

Shih ve arkadaşlarının çalışmasında düşük voltajla başvuranların yaş ortalaması 27.8 yıl, yüksek voltajla başvuran hastaların yaş ortalaması ise 38.5 bulunmuştur (48). Aynı çalışmada düşük voltajlı elektrik çarpmalarında erkeklerde kadınların 6 katı kadar fazla saptandı. Yüksek voltajlı elektrik çarpmalarında kadınların oranı daha düşük idi. Yüksek voltajlı elektrik çarpmalarında erkeklerde kadınların 13.5 kat daha fazla bulunmuştur. Başaran ve arkadaşları tarafından ise 2020 yılında üçüncü basamak bir hastaneye başvuran elektrik yanıkları ve komplikasyonları ile ilgili bir çalışma yürütülmüştür (111). Otuz dokuz elektrik çarpması vakasının rapor edildiği çalışmada tüm vakaların erkek olduğu bildirilmiştir. Öte yandan Arnoldo ve arkadaşları 1982-2002 yılları arasında 20 yıllık deneyimlerini yayınlamışlardır (112). Arnoldo ve arkadaşlarının çalışmasında 700 elektrik çarpması vakası retrospektif bir şekilde analiz edilmiştir. Bu hastaların 263'ü yüksek voltaj, 143'ü düşük voltaj 277'si elektrik flaş yanığı olduğu rapor edilmiştir. Hastaların %90'nı erkek ve yaş ortalaması 34 yıl olarak kaydedilmiştir. Avustralya'da yapılan geniş kapsamlı bir çalışmada erkek kadın oranı 3:1 bulunmuştur. Her iki cinsiyette de en sık yaralanma yaşının 20-30 olduğu görülmüştür. Ghavami ve arkadaşlarının çalışmasında ise en sık etkilenen yaş aralığını 21-30 olarak kaydedilmiştir (113). Aynı çalışmada elektrik yaralanmalarına erkeklerde (E:K: 2.9) daha sık rastlanmıştır. Bizim çalışmamızda ise, erkek kadın oranı 4 ve yaş ortalaması ise 28 bulundu. Tüm çalışmalarda olduğu gibi bizim çalışmamızda da erkeklerin oranı oldukça yüksek saptandı. Bunun muhtemel sebebi erkeklerin sanayi işlerinde çalışması ve buna bağlı yüksek voltajlı işlere daha fazla maruz kalması ile ilişkilidir. Çalışmamızda yaş ortalaması diğer çalışmalara göre farklılık göstermektedir. Her ne kadar yaş ortalaması farklı olsa bile 1 yaşından 93 yaşına kadar elektrik çarpması saptanan vakalarımız olduğu görülmektedir. Yaş ve yaş dağılım farklılığı coğrafi dağılım, çalışmaya dahil edilen popülasyon, etnik grupların haşır neşir olduğu meslekler ve ülkelerin gelişmişlik düzeyi ile ilişkili olabileceği akla gelmektedir.

Voltaj seviyesi genellikle bir yaralanmanın ciddiyeti ile ilgili olarak mutlak kesinlikle belirlenebilen tek değişken olduğundan, elektrik yaralanmaları tipik olarak yüksek voltaj veya düşük voltaj olarak sınıflandırılır. Düşük voltajlı elektrik akımının neden olduğu yaralanmalar, hasar bölgelerinin yüzeyden derinliklere ve daha sonra çevreye doğru hareket etmesi nedeniyle termal yanıkların neden olduğu

yaralanmalarla karşılaştırılabilir. Yüksek voltajlı elektriğin neden olduğu yanıklar ise termal yanıklardan farklı bir fizyopatolojik mekanizma ile oluşur (45-50). Yüksek voltajlı elektrik yaralanmaları, belirli bir hastalıktan ziyade bir sendromun özelliklerine sahiptir. Hasarın birincil özelliği, nekrozun öncelikle kemikleri çevreleyen derin dokularda yer alması ve ilk başta sağlıklı görünen dokuların ilerleyen günlerde hızla bozularak nekrotik bir duruma gelmesidir (46). Rai ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada, elektrik yaralanmaları vakalarının %37'sinin düşük voltaja, %63'ünün ise yüksek voltaja maruz kaldığını keşfettiler (114). Öte yandan, Karadaş ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada ise, vakaların %45,5'inde düşük voltajın, %54,5'inde ise yüksek voltajın yaralanmadan sorumlu olduğu keşfedilmiştir (115). Bizim çalışmamızda geriye dönük yapılan taramada hastaların hangi voltaja ve ne kadar süre boyunca maruz kaldıkları verisine ulaşılamadığından bu açıdan literatür kıyası yapılamamıştır. Çalışmanın bu aşaması, literatüre göre sınırlı kaldığını görmekteyiz.

Elektrik yaralanması ile başvuran hastaların biyokimyasal parametreler dikkatle izlenmelidir. Crush sendromuna benzer bir şekilde, CPK, CK-MB ve laktat dehidrojenaz dahil olmak üzere çeşitli laboratuvar belirteçlerinin elektrik yaralanmasında yükseldiği bulunmuştur. Bunun nedeni elektrik akımının derin dokulara zarar vermesidir. Bu belirteçlerin doku hasarının takibinde kullanılabileceği bildirilmiştir (45,48,115). Doku hasarı sonucu artan bu belirteçlerin hastanın prognozu ile ilişkisi benzer çalışmalarda araştırılmıştır. Bu çalışmaların sonuçları bu belirteçlerin kullanılabileceğini göstermiştir. Artan CK ve CK-MB değerinin hem hastanede geçirilen süreyi hem de amputasyon geçirme riskini artırdığı belirlenmiştir (114,115). Bir çalışmada hastaların CKMB, lökosit sayıları ve yanık derecelerinin hepsinin hastanede kalış süreleri ile istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkisi olduğunu keşfetti (116). Başka bir çalışmada hastaların %56'sında CKMB yüksekliği saptanmıştır (49,115). Birçok çalışmada elektrik yaralanmalarında LDH, CKMB, LDH ve troponin değerlerinin yükseldiği rapor edilmiştir. Bizim çalışmamızda da; elektrik yaralanmaları nedeniyle başvuran hastalarda bu değerlerde artış gözlemlendi. Yanık yüzdesi ile CKBM arasında pozitif yönde zayıf ($p<0,05$, $r=0,294$), troponin ile pozitif yönde zayıf ($p<0,05$, $r=0,293$), kreatinin ile pozitif yönde zayıf ($p<0,05$, $r=0,180$), CK ile pozitif yönde orta düzeyde ($p<0,05$, $r=0,478$), WBC ile pozitif yönde

zayıf ($p<0,05$, $r=0,398$), NEU ile pozitif yönde orta düzeyde ($p<0,05$, $r=0,520$) korelasyon saptandı. Yanık yüzdesi ile lenfosit arasında negatif yönde zayıf korelasyon saptandı ($p<0,05$, $r=-0,281$). Bu açıdan bizim çalışmamız literatür ile uyumluydu.

Elektrik enerjisi termal enerjiye dönüştürülebildiğinden, elektrik yaralanmalarının mağdurları yanıklara ek olarak çeşitli cilt yaralanmalarından muzdarip olabilir. Yaralanmanın ciddiyeti, yüzeysel bir kızarıklıktan tüm cilt boyunca uzanan yanıklara kadar değişebilir ve akımın gücü, maruz kalan yüzey alanı miktarı ve maruz kalma süresinin uzunluğu ile belirlenir (33). Cildin direnci nem ile önemli ölçüde değiştirilebildiğinden, elektrik akımı cilde önemli zarar vermeden önce daha derin dokulara iletilebilir. Bunun nedeni, cilt direncinin nem ile önemli ölçüde değişebilmesidir (31). Bu nedenle, cilt yanıklarının şiddeti, alevlerin neden olduğu yanıkların aksine, iç yaralanma derecesi için bir prediktör olarak kullanılamaz. Tipik olarak yüksek voltajlı akımları (1000 volttan daha büyük) içeren kazalarda üretilen arklara maruz kalma, ciddi yanıkların tipik nedenidir. Bu gibi durumlarda, yanmanın yoğunluğu sadece sıcaklığa değil, aynı zamanda arkta bulunan enerji miktarına da bağlıdır. Böyle bir elektrik arkına maruz kalan epidermis, bir milisaniye içinde hızla parçalanır ve bu da iç organ hasarına ve vücudun direncinde azalmaya yol açar. Yıldırım çarpmaları sıklıkla üçüncü derece yanıklara da neden olur. Ancak yıldırımın ürettiği muazzam miktarda enerji ve ısıya rağmen, etkinin son derece kısa sürmesi ve çakma etkisinin ön planda rol oynaması nedeniyle ciddi yanıklar hemen hemen hiç olmaz. Bir çalışmada hastaların sadece yüzde beşinde ciddi yanıklar vardı. Elektrik tellerini çiğnemek veya ısırarak, beş yaşın altındaki çocuklarda elektrik çarpması ve yanıklarının önde gelen nedenidir (31-34). Toplam 225 hastanın verilerini analiz eden bir çalışmada, hastaların %24'ünde birinci derece, %61'inde ikinci derece, %15'inde ise üçüncü derece yanık saptanmıştır (117). Vincenti ve arkadaşları elektrik yanıkları nedeniyle başvuran hastaların yanık yüzdesini %20 olarak bulmuşlardır (118). Öte yandan Parshley ve arkadaşları ise yanık yüzdesi ortalamasını oldukça düşük (%8) olarak not etmişlerdir (119). Hunt ve arkadaşları (120) %15, Holliman ve arkadaşları (121) %13, Salisbury ve arkadaşları (122) ise yanık yüzdesini %21 olarak not etmişlerdir. Ülkemizde yapılan bir çalışmada %14 bulunmuştur (123). Bizim çalışmamızda ise hastaların yanık dereceleri değerlendirildiğinde; sırasıyla hastaların

%22'sinde (n=50) grade 0, %10'unda (n=23) grade 1, %52'sinde (n=119) grade 2 ve %15'inde (n=24) grade 3 yanık mevcuttu. Öte yandan yanık yüzdesi çalışmamızda çok değişken bulunmuştur (median: %3). Çalışmamızda ortalama yanık yüzdesi %9.3 bulunmuştur. Çalışmamızın bu aşaması literatürdeki bazı çalışmalarla benzerlik göstermesine karşın ülkemizde yapılan diğer bir çalışmaya göre düşük izlenmiştir. Bu sosyo-kültürel durum ve coğrafi farklılıklardan kaynaklanıyor olabilir.

Elektrik yaralanmalarının ciddiyetini belirlemede önemli bir faktör, giriş ve çıkış noktalarının konumudur. El tipik olarak en yaygın giriş yeridir ve onu baş izler; diğer yandan, ayak tipik olarak en yaygın çıkış yeridir. Vücudun neredeyse tüm hayati organlarından geçtiği için, vücutta dikey olarak ilerleyen elektrik akımı yolu, birçok sistem için (merkezi sinir sistemi, kalp, solunum kasları ve hamile kadınlarda rahim ve fetüs) en tehlikelidir (123). Bir elden diğerine yatay olarak geçen bir elektrik akımı merkezi sinir sistemini (MSS) etkilemez, ancak kalp kaslarını veya solunum sistemini etkiliyorsa ölümcül olabilir. Cismin nereden girip çıktığını bulmak, bize iç organlara gelebilecek herhangi bir olası hasar hakkında bir fikir verir. Bir çalışmada elektrik akımının vücuda giriş noktası 3 hastada (%11) baş boyun bölgesi, 24 hastada (%89) üst ekstremité giriş noktası olarak belirlendi (124). On hastanın her iki üst ekstremitesinde elektrik giriş noktaları bulundu. Yirmi hastada elektrik akımının çıkış yeri ayaklarda, yedi hastada ise üst ekstremité olduğu saptanmıştır. Hastaların 11'inin her iki ayağında çıkış yeri olduğu saptanmıştır. Başka bir çalışmada, elektrik çarpması nedeniyle başvuran vakalarda giriş yeri en sık üst ekstremitéde (%57) saptandı (125). Aynı çalışmada çıkış yeri ise hastaların %24'ünde alt ekstremité, %12'sinde ise üst ekstremitéde olduğu görülmüştür. Bizim çalışmamızda ise, elektrik çarpmalarının giriş yeri değerlendirildiğinde; %46'sında sağ elde, %42'sinden sol elde, %3'ünde sağ ayakta, %2'sinde ise sol ayakta giriş tespit edildi. Extremité dışı çıkış tespit edilenler ise %6 idi. Çıkış yeri ise; %13'ünde sağ elde, %13'ünde sol elde, %20'sinde sağ ayakta, %22'sinde ise sol ayakta çıkış tespit edildi. Extremité dışı çıkış tespit edilenler ise %20 idi.

Elektrik yaralanmaları, neden olabilecekleri aritmiler ve diğer elektriksel anormalliklere ek olarak, miyokarda doğrudan hasara neden olma potansiyeline sahiptir. Kardiyak arrest ve ventriküler fibrilasyon, elektrik yaralanmasından kaynaklanabilecek en ciddi kardiyak komplikasyonlardır. Canlandırma çabaları

yapılmazsa, kalp durması ve ventriküler fibrilasyon her zaman ölümle sonuçlanacaktır. Bununla birlikte, olumlu bir prognozla bile, bir dizi farklı ritim bozukluğu gözlemlenebilir (28). Çeşitli kalp blokları, dal blokları ve QT aralığının uzaması gibi iletim bozuklukları ve ciddi aks sapmaları yaygındır. Sinüs taşikardisi ve nonspesifik ST ve T dalgası değişiklikleri en sık görülen tiplerdir, ancak sinüs taşikardisi ve nonspesifik ST ve T dalgası değişiklikleri de yaygındır. Hastalıklarına büyük olasılıkla faktörlerin bir kombinasyonu neden olur. Miyokardiyal nekrozun bir sonucu olarak aritmojenik odakların oluşumu, Na-K-ATPase aktivitesindeki değişiklikler ve miyosit membranlarının geçirgenliğindeki değişikliklerin tümü potansiyel mekanizmalardır (32,33). Bilinmeyen nedenlerle solunum durması yaşayan hastalarda kardiyak arrest ve ritim bozukluklarına yol açabilen anoksik yaralanma meydana gelebilir. Arrowsmith ve arkadaşları bir çalışmada, vakaların %3'ünde EKG anormalliği saptamıştır. Başka bir çalışmada bu oran %9,6 olarak bulunmuştur (126). Aynı çalışmada hastaların 3'ünde kardiyak arrest gelişimi görülmüştür. Elektrik yaralanmalarında myokard tutulumu en önemli ölüm nedenidir. Başlıca ölüm nedenleri miyokard, nodal doku, iletken yollar ve koroner arterlerin nekrozu ve bunlara bağlı gelişen aritmiler sayılabilir (126). Bunun dışında en çok rastlanan disritimler; sinus taşikardileri, nonspesifik ST ve T dalgaları, AV bloklar, uzun QT intervalleridir. Uzkeser ve arkadaşlar elektrik yaralanmasına bağlı gelişen bir myokard infarktüsü vakası tespit etmiştir (127). Bazı çalışmalarda EKG değişikliği gözlenen vakalarda mortalite oranı anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (125-129). Bizim çalışmamızda, hastaların %75'inde aks sapması yoktu. %8,4'ünde (n=19) sağ aks sapması saptanırken %16,4'ünde (n=37) sol aks sapması saptandı. Aks sapması olan hastalar içinde insidans analizi yapıldığında; hastaların %34'ünde sağ, %66'sında sol aks sapması saptandı. Hastalar aks sapması olup olmamasına göre değerlendirildiğinde; aks sapması olan (sağ veya sol) hasta sayısı 56, sapma olmayan hasta sayısı ise 170 idi. Aks sapması olan grupta yaş ortalaması daha yüksek saptandı ($p<0,05$). Benzer şekilde hastanın yatışlı kaldığı gün sayısı ($p<0,05$) ve yanık yüzdesi ($p<0,05$) de yüksek saptandı. Cinsiyet ($p>0,05$) ve tedavi şekli açısından ($p>0,05$) farklılık saptanmadı. Yanık derecesi aks sapması ile yakından ilişkili idi ($p<0,05$). Giriş yeri; sağ el ($p>0,05$), sol el ($p>0,05$) veya vücudun herhangi bir yeri olması ($p>0,05$) aksın sapması açısından farklılık saptanmadı. Ancak giriş yeri sağ ayak

($p<0,05$) ve sol ayak ($p<0,05$) olan hastalarda aks sapması saptandı. Çıkış yeri; sağ el ($p>0,05$), sağ ayak ($p>0,05$), sol ayak ($p>0,05$) veya vücudun herhangi bir yeri olması ($p>0,05$) aksın sapması açısından farklılık saptanmadı. Ancak çıkış yeri sol ($p<0,05$) el olan hastalarda aks sapması saptandı. Ayrıca, giriş yeri; sağ el ($p>0,05$), sol el ($p>0,05$), sağ ayak ($p>0,05$) veya vücudun herhangi bir yeri olması ($p>0,05$) açısından aksın sapma yönünde farklılık saptanmadı. Ancak giriş yeri sol ayak olan hastalarda sağ aks sapması ön planda idi ($p<0,05$). Çıkış yeri; sağ el ($p>0,05$), sağ ayak ($p>0,05$), sol ayak ($p>0,05$) veya vücudun herhangi bir yeri olması ($p>0,05$) açısından aksın sapma yönünde farklılık saptanmadı. Ancak çıkış yeri sol el olan hastalarda sağ aks sapması ön planda idi ($p<0,05$). Laboratuvar bulgularından sadece CK değeri anlamlı çıkmış olup, sağ aks sapmasında daha yüksek CK değeri gözlemlendi. Yapılan analizde; yanık yüzdesi aks sapması için risk faktörü olmadığı saptandı ($p>0,05$). Yanık derecesi aks sapması için risk faktörü olarak saptandı. Yanık derecesi 0-1 arasındaki değişim aks sapması riskini 3.6 kat arttırmaktadır ($p<0,05$; OR: 3.6). 2-3 arasındaki değişim ise 3.8 kat arttırmaktadır ($p<0,05$; OR:3.8). Benzer şekilde, aks sapması olan hastalarda, aksın tarafı giriş veya çıkış yerleri ile ilişkisi olup olmadığını saptamak için binary lojistik regresyon testi uygulandı. Sadece ve tek başına sol elde çıkış yeri olması sağ aks sapması için 6.2 kat risk oluşturmaktadır ($p<0,05$; OR: 6.2).

Gordon ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada hastaların %25'ine cerrahi yapılmıştır (129). Başka bir çalışmada bu oran %30 bulunmuştur (118). Sinha ve arkadaşları (130) tarafından ise cerrahi insidansı %22 olarak kaydedilmiştir. Bu çalışmamızda, hastaların %27'sine ($n=61$) cerrahi yapılırken %73'ü ($n=165$) konservatif izlendi.

Elektrik akımına bağlı yaralanmalar ile ilgili literatürde benzer bir çalışma (8) incelendiğinde değişik ölüm oranları bildirilmektedir. Tüm ölümler içerisinde elektrik akımına bağlı ölüm oranları yapılan bir çalışmada %1.49 saptanırken (131), Ankara'da (132) 2002-2006 yılları arasında yapılan başka bir çalışmada %0.86, Aydın'da (133), %2.3 olduğu bildirilmiştir. Yurtdışında yapılan bazı çalışmalar incelendiğinde Manipur'da (134) elektrik akımına bağlı ölüm oranı tüm adli vakalar içerisinde %1.02 iken, Tahran'da (135) benzer bir çalışmada %0.6 ve Delhi'deki bir çalışmada ise %1.98 olarak bulunmuştur (134,135).



6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

- 1.** Çalışmamıza 44'ü (%20) kadın, 182'si (%80) erkek olmak üzere toplam 226 hasta dahil edildi. Hastaların yaş ortalaması 28.5 yıl idi.
- 2.** Sırasıyla hastaların %22'sinde (n=50) grade 0, %10'unda (n=23) grade 1, %52'sinde (n=119) grade 2 ve %15'inde (n=24) grade 3 yanık mevcuttu.

3. Hastaların %74.3'ünün yanık yüzdesi %10 ve altında saptandı (median= 3).
4. Elektrik çarpmalarının giriş yeri değerlendirildiğinde; %46'sında sağ elde, %42'sinden sol elde, %3'ünde sağ ayakta, %2'sinde ise sol ayakta giriş tespit edildi. Extremitte dışı çıkış tespit edilenler ise %6 idi.
5. Çıkış yeri; %13'ünde sağ elde, %13'ünde sol elde, %20'sinde sağ ayakta, %22'sinde ise sol ayakta çıkış tespit edildi. Extremitte dışı çıkış tespit edilenler ise %20 idi.
6. Hastaların %75'inde aks sapması yoktu. %25'inde ise aks sapması saptandı. Aks sapması olan hastalar grup içi karşılaştırıldığında, %8,4'ünde (n=34) sağ aks sapması saptanırken %16,4'ünde (n=66) sol aks sapması saptandı.
7. Giriş yeri sağ ayak ($p<0,05$) ve sol ayak ($p<0,05$) olan hastalarda aks sapması saptandı. Çıkış yeri sol el ($p<0,05$) olan hastalarda aks sapması saptandı.
8. Giriş yeri sol ayak olan hastalarda sağ aks sapması ön planda idi ($p<0,05$). Çıkış yeri sol el olan hastalarda sağ aks sapması ön planda idi ($p<0,05$).
9. Hastaların %27'sine (n=61) cerrahi yapılırken %73'ü (n=165) konservatif izlendi.
10. Yanık derecesi ve yanık yüzdesi aks sapması ile yakından ilişkili idi ($p<0,05$).
11. Yanık yüzdesi ile CKBM arasında pozitif yönde zayıf ($p<0,05$, $r=0,294$), troponin ile pozitif yönde zayıf ($p<0,05$, $r=0,293$), kreatinin ile pozitif yönde zayıf ($p<0,05$, $r=0,180$), CK ile pozitif yönde orta düzeyde ($p<0,05$, $r=0,478$) korelasyon saptandı.
12. Yanık yüzdesi aks sapması için risk faktörü olmadığı saptandı ($p>0,05$). Yanık derecesi aks sapması için risk faktörü olarak saptandı. Yanık derecesi 0-1 arasındaki değişim aks sapması riskini 3.6 kat arttırmaktadır ($p<0,05$; OR: 3.6). 2-3 arasındaki değişim ise 3.8 kat arttırmaktadır ($p<0,05$; OR:3.8).
13. Sol elde çıkış yeri olması sağ aks sapması için 6.2 kat risk oluşturmaktadır ($p<0,05$; OR: 6.2).

14. Elektrik çarpmaları hayati tehdit eden ciddi kardiyak ritim bozukluğu yapan bir travma Şeklidir. Elektrik çarpmaları olan hastalar en yakın acil servis birimine acilen yetiştirilmeli ve bu merkezlerde hastalara kardiyak patoloji ve yanık açısından yakın monitorizasyon sağlanmalıdır.



7. REFERANSLAR

1. Burnham T, Hilgenhurst G, McCormick ZL. Second-degree Skin Burn from a Radiofrequency Grounding Pad: A Case Report and Review of Risk-Mitigation Strategies. PM R. Ekim 2019;11(10):1139-42.
2. Kim MS, Lee SG, Kim JY, Kang MY. Maculopathy from an accidental exposure to welding arc. BMJ Case Rep. 03 Şubat 2019;12(2):bcr-2018-227677.

3. Carrano FM, Iezzi L, Melis M, Quaresima S, Gaspari AL, Di Lorenzo N. A Surgical Instrument Cover for the Prevention of Thermal Injuries During Laparoscopic Operations. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*. 30 Ocak 2019;
4. Lovaglio AC, Socolovsky M, Di Masi G, Bonilla G. Treatment of neuropathic pain after peripheral nerve and brachial plexus traumatic injury. *Neurol India*. Şubat 2019;67(Supplement):S32-7.
5. Trivedi TK, Liu C, Antonio ALM, Wheaton N, Kreger V, Yap A, vd. Injuries Associated With Standing Electric Scooter Use. *JAMA Netw Open*. 04 Ocak 2019;2(1):e187381.
6. Daskal Y, Beicker A, Dudkiewicz M, Kessel B. [HIGH VOLTAGE ELECTRIC INJURY: MECHANISM OF INJURY, CLINICAL FEATURES AND INITIAL EVALUATION.]. *Harefuah*. Ocak 2019;158(1):65-9.
7. Bailey ME, Sagiraju HKR, Mashreky SR, Alamgir H. Epidemiology and outcomes of burn injuries at a tertiary burn care center in Bangladesh. *Burns J Int Soc Burn Inj*. Haziran 2019;45(4):957-63.
8. Von Caues S, Herbst CI, Wade SA. A retrospective review of fatal electrocution cases at Tygerberg Forensic Pathology Services, Cape Town, South Africa, over the 5-year period 1 January 2008 - 31 December 2012. *South Afr Med J Suid-Afr Tydskr Vir Geneesk*. 26 Kasım 2018;108(12):1042-5.
9. Shih JG, Shahrokhi S, Jeschke MG. Review of Adult Electrical Burn Injury Outcomes Worldwide: An Analysis of Low-Voltage vs High-Voltage Electrical Injury. *J Burn Care Res Off Publ Am Burn Assoc*. Şubat 2017;38(1):e293-8.
10. Anderson WA. Electrical Current Shims for Correcting Magnetic Fields. *Rev Sci Instrum*. Mart 1961;32(3):241-50.
11. Rowley BA, McKenna JM, Chase GR. The influence of electrical current on an infecting microorganism in wounds. 1974;9-9.
12. Fish RM, Geddes LA. Conduction of Electrical Current to and Through the Human Body: A Review. *Eplasty*. 12 Ekim 2009;9:e44.
13. Richter CP. Physiological factors involved in the electrical resistance of the skin. *Am J Physiol-Leg Content*. Mayıs 1929;88(4):596-615.
14. Saggio G. Electrical resistance profiling of bend sensors adopted to measure spatial arrangement of the human body. İçinde: *Proceedings of the 4th International Symposium on Applied Sciences in Biomedical and Communication Technologies [İnternet]*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery; 2011 [a.yer 21 Eylül 2022]. s. 1-5. (ISABEL '11). Erişim adresi: <https://doi.org/10.1145/2093698.2093703>

15. Duff K, McCaffrey RJ. Electrical Injury and Lightning Injury: A Review of Their Mechanisms and Neuropsychological, Psychiatric, and Neurological Sequelae. *Neuropsychol Rev.* 01 Haziran 2001;11(2):101-16.
16. Chikina I, Shikin V, Varlamov A. The Ohm Law as an Alternative for the Entropy Origin Nonlinearities in Conductivity of Dilute Colloidal Polyelectrolytes. *Entropy.* Şubat 2020;22(2):225.
17. DeSilva RA, Graboys TB, Podrid PJ, Lown B. Cardioversion and defibrillation. *Am Heart J.* 01 Aralık 1980;100(6, Part 1):881-95.
18. Garg A, Wadhwa M, Brown K, Luckett C, Vaughn T, Birgersdotter-Green U, vd. Case Report: Inappropriate Implantable Cardioverter Defibrillator Discharge from Sensing of External Alternating Current Leak. *J Interv Card Electrophysiol.* 01 Ekim 2002;7(2):181-4.
19. Miller TM, Layzer RB. Muscle cramps. *Muscle Nerve.* 2005;32(4):431-42.
20. Leibovici D, Shemer J, Shapira SC. Electrical injuries: current concepts. *Injury.* 01 Kasım 1995;26(9):623-7.
21. Zemaitis MR, Foris LA, Lopez RA, Huecker MR. Electrical Injuries [Internet]. StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing; 2022 [a.yer 21 Eylül 2022]. Erişim adresi: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK448087/>
22. Lee RC, Dougherty W. Electrical injury: mechanisms, manifestations, and therapy. *IEEE Trans Dielectr Electr Insul.* Ekim 2003;10(5):810-9.
23. Li WP, Zhu MS, Zhu ZX, Guan JC, Xu XG. A series of models of non-thermal high voltage electrical injuries. *Burns.* 01 Aralık 2006;32(8):986-91.
24. Bryan BC, Andrews CJ, Hurley RA, Taber KH. Electrical Injury, Part II: Consequences. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci.* Ekim 2009;21(4):iv-iv.
25. Morse MS, Berg JS, TenWolde RL. Diffuse electrical injury: a study of 89 subjects reporting long-term symptomatology that is remote to the theoretical current pathway. *IEEE Trans Biomed Eng.* Ağustos 2004;51(8):1449-59.
26. Jost WH, Schönrock LM, Cherington M. Autonomic nervous system dysfunction in lightning and electrical injuries. *NeuroRehabilitation.* 01 Ocak 2005;20(1):19-23.
27. Aköz A, Aslan Ş, Aksakal E, Çakir Z, Emet M, Uzkeser M. Elektrik çarpmasına bağlı atriyal fibrilasyon. *Akad Acil Tıp Derg.* 2009;8(2):38-40.
28. Morse JS, Morse MS. Diffuse electrical injury: Comparison of physical and neuropsychological symptom presentation in males and females. *J Psychosom Res.* 01 Ocak 2005;58(1):51-4.

29. Acute electrical burns: a 10-year clinical experience - ScienceDirect [Internet]. [a.yer 21 Eylül 2022]. Erişim adresi: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0305417986900392>
30. Lee RH. The Other Electrical Hazard: Electric Arc Blast Burns. *IEEE Trans Ind Appl.* Mayıs 1982;IA-18(3):246-51.
31. Rabban JT, Blair JA, Rosen CL, Adler JN, Sheridan RL. Mechanisms of Pediatric Electrical Injury: New Implications for Product Safety and Injury Prevention. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 01 Temmuz 1997;151(7):696-700.
32. Rosen CL, Adler JN, Rabban JT, Sethi RK, Arkoff L, Blair JA, vd. Early predictors of myoglobinuria and acute renal failure following electrical injury. *J Emerg Med.* 01 Eylül 1999;17(5):783-9.
33. Pawlik AM, Lampart A, Stephan FP, Bingisser R, Ummenhofer W, Nickel CH. Outcomes of electrical injuries in the emergency department: a 10-year retrospective study. *Eur J Emerg Med Off J Eur Soc Emerg Med.* Aralık 2016;23(6):448-54.
34. Davis C, Engeln A, Johnson EL, McIntosh SE, Zafren K, Islas AA, vd. Wilderness Medical Society practice guidelines for the prevention and treatment of lightning injuries: 2014 update. *Wilderness Environ Med.* Aralık 2014;25(4 Suppl):S86-95.
35. Gentges J, Schieche C. Electrical injuries in the emergency department: an evidence-based review. *Emerg Med Pract.* Kasım 2018;20(11):1-20.
36. Lee DH, Desai MJ, Gauger EM. Electrical Injuries of the Hand and Upper Extremity. *J Am Acad Orthop Surg.* 01 Ocak 2019;27(1):e1-8.
37. Pannucci CJ, Osborne NH, Jaber RM, Cederna PS, Wahl WL. Early Fasciotomy in Electrically Injured Patients as a Marker for Injury Severity and Deep Venous Thrombosis Risk: An Analysis of the National Burn Repository. *J Burn Care Res.* 01 Kasım 2010;31(6):882-7.
38. Grosgurin O, Marti C, Niquille M. [Electrical injuries]. *Rev Med Suisse.* 01 Ağustos 2011;7(305):1569-73.
39. Wesner ML, Hickie J. Long-term sequelae of electrical injury. *Can Fam Physician.* 01 Eylül 2013;59(9):935-9.
40. Rouse RG, Dimick AR. The treatment of electrical injury compared to burn injury: a review of pathophysiology and comparison of patient management protocols. *J Trauma.* 01 Ocak 1978;18(1):43-7.
41. Pliskin NH, Capelli-Schellpfeffer M, Law RT, Malina AC, Kelley KM, Lee RC. Neuropsychological Symptom Presentation after Electrical Injury. *J Trauma Acute Care Surg.* Nisan 1998;44(4):709-15.

42. Koumbourlis AC. Electrical injuries. *Crit Care Med.* Kasım 2002;30(11):S424.
43. Shih JG, Shahrokhi S, Jeschke MG. Review of Adult Electrical Burn Injury Outcomes Worldwide: An Analysis of Low-Voltage vs High-Voltage Electrical Injury. *J Burn Care Res.* 01 Ocak 2017;38(1):e293-8.
44. Solem L, Fischer RP, Strate RG. The natural history of electrical injury. *J Trauma.* 01 Temmuz 1977;17(7):487-92.
45. Spies C, Trohman RG. Narrative review: Electrocution and life-threatening electrical injuries. *Ann Intern Med.* 03 Ekim 2006;145(7):531-7.
46. Fish R. Electric shock, Part II: Nature and mechanisms of injury. *J Emerg Med.* Ağustos 1993;11(4):457-62.
47. Fineschi V, Di Donato S, Mondillo S, Turillazzi E. Electric shock: Cardiac effects relative to non fatal injuries and post-mortem findings in fatal cases. *Int J Cardiol.* 28 Temmuz 2006;111(1):6-11.
48. Robinson NM, Chamberlain DA. Electrical injury to the heart may cause long-term damage to conducting tissue: a hypothesis and review of the literature. *Int J Cardiol.* Mart 1996;53(3):273-7.
49. James TN, Riddick L, Embry JH. Cardiac abnormalities demonstrated postmortem in four cases of accidental electrocution and their potential significance relative to nonfatal electrical injuries of the heart. *Am Heart J.* Temmuz 1990;120(1):143-57.
50. Sharma BC, Patial RK, Pal LS, Saunkhla J, Thakur SS. Electrocardiographic manifestations following household electric current injury. *J Assoc Physicians India.* Aralık 1990;38(12):938-9.
51. Storkås HS, Hansen TF, Tahri JB, Lauridsen TK, Olsen FJ, Borgquist R, vd. Left axis deviation in patients with left bundle branch block is a marker of myocardial disease associated with poor response to cardiac resynchronization therapy. *J Electrocardiol.* Aralık 2020;63:147-52.
52. Lazović B, Svenda MZ, Mazić S, Stajić Z, Delić M. Analysis of electrocardiogram in chronic obstructive pulmonary disease patients. *Med Pregl.* Nisan 2013;66(3-4):126-9.
53. Kronborg MB, Nielsen JC, Mortensen PT. Electrocardiographic patterns and long-term clinical outcome in cardiac resynchronization therapy. *Eur Eur Pacing Arrhythm Card Electrophysiol J Work Groups Card Pacing Arrhythm Card Cell Electrophysiol Eur Soc Cardiol.* Şubat 2010;12(2):216-22.
54. Acunzo RS, Konopka IV, Sánchez RA, Pizzarelli N, Wells FC, Baranchuk A, vd. Right bundle branch block and middle septal fiber block with or without left anterior fascicular block manifested as aberrant conduction in apparent healthy

individuals: Electro-vectorcardiographic characterization. *J Electrocardiol.* Nisan 2013;46(2):167-72.

55. Han Y, Huang L, Li Z, Ma N, Li Q, Li Y, vd. Relationship between left ventricular isovolumic relaxation flow patterns and mitral inflow patterns studied by using vector flow mapping. *Sci Rep.* 07 Kasım 2019;9(1):16264.
56. Lévy S. Diagnostic approach to cardiac arrhythmias. *J Cardiovasc Pharmacol.* 1991;17 Suppl 6:S24-31.
57. Hara H, Niwano S, Ito H, Karakawa M, Ako J. Evaluation of R-wave offset in the left chest leads for estimating the left ventricular activation delay: An evaluation based on coronary sinus electrograms and the 12-lead electrocardiogram. *J Electrocardiol.* Nisan 2016;49(2):148-53.
58. Bertaglia E, Michieletto M, Spedicato L, Pascotto P. Right bundle branch block, intermittent ST segment elevation and inducible ventricular tachycardia in an asymptomatic patient: an unusual presentation of the Brugada syndrome? *G Ital Cardiol.* Ağustos 1998;28(8):893-8.
59. Yew KL. Electrocutation induced symptomatic bradycardia necessitating pacemaker implantation. *Heart Views Off J Gulf Heart Assoc.* Nisan 2014;15(2):49-50.
60. Iino H, Chikamori T, Hatano T, Morishima T, Hida S, Yanagisawa H, vd. High-tension electrical injury to the heart as assessed by radionuclide imaging. *Ann Nucl Med.* Aralık 2002;16(8):557-61.
61. Hyun: Electrical injury-induced high-degree atrioventricu... - Google Akademik [İnternet]. [a.yer 22 Eylül 2022]. Erişim adresi: https://scholar.google.com/scholar_lookup?journal=Korean+Circulation+Journal&title=Electrical+injury-induced+high-degree+atrioventricular+block+requiring+a+permanent+pacemaker&author=D.+W.+Hyun&author=H.+J.+Yoon&author=T.+G.+Kwon&author=K.+Y.+Kim&author=J.+H.+Bae&volume=36&issue=11&publication_year=2006&pages=767-770&doi=10.4070/kcj.2006.36.11.767&
62. Buja Z, Arifi H, Hoxha E. Electrical Burn Injuries. An Eight-year Review. *Ann Burns Fire Disasters.* 31 Mart 2010;23(1):4-7.
63. Baumeister S, Köller M, Dragu A, Germann G, Sauerbier M. Principles of microvascular reconstruction in burn and electrical burn injuries. *Burns.* 01 Şubat 2005;31(1):92-8.
64. Bounds EJ, Khan M, Kok SJ. Electrical Burns [İnternet]. StatPearls [İnternet]. StatPearls Publishing; 2022 [a.yer 21 Eylül 2022]. Erişim adresi: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK519514/>

65. Brandão C, Vaz M, Brito IM, Ferreira B, Meireles R, Ramos S, vd. Electrical burns: a retrospective analysis over a 10-year period. *Ann Burns Fire Disasters*. 31 Aralık 2017;30(4):268-71.
66. CIRCUMFERENTIAL ELECTRIC BURNS OF THE RING FINGER [Internet]. [a.yer 21 Eylül 2022]. Erişim adresi: http://www.medbc.com/annals/review/vol_5/num_1/text/vol5n1p33.htm
67. Masanès MJ, Gourbière E, Prudent J, Lioret N, Febvre M, Prévot S, vd. A high voltage electrical burn of lung parenchyma. *Burns*. 01 Kasım 2000;26(7):659-63.
68. Kennedy BB, Baird SM, Troiano NH. Burn Injuries and Pregnancy. *J Perinat Neonatal Nurs*. Mart 2008;22(1):21-30.
69. Yıldız M. Üst ekstremitenin elektrik yanıkları. :4.
70. Tolles J. Emergency department management of patients with thermal burns. *Emerg Med Pract*. Şubat 2018;20(2):1-24.
71. Toussaint J, Singer AJ. The evaluation and management of thermal injuries: 2014 update. *Clin Exp Emerg Med*. Eylül 2014;1(1):8-18.
72. Vivó C, Galeiras R, del Caz MDP. Initial evaluation and management of the critical burn patient. *Med Intensiva*. Şubat 2016;40(1):49-59.
73. Evers LH, Bhavsar D, Mailänder P. The biology of burn injury. *Exp Dermatol*. Eylül 2010;19(9):777-83.
74. Hautier A. [Minor burn outpatient management]. *Rev Prat*. Aralık 2018;68(10):1083-6.
75. Nicolas C, Maréchal O. [Severe burned patient rehabilitation]. *Rev Prat*. Aralık 2018;68(10):1092-5.
76. Arbuthnot MK, Garcia AV. Early resuscitation and management of severe pediatric burns. *Semin Pediatr Surg*. Şubat 2019;28(1):73-8.
77. Berry J, Stone K, Reid J, Bell A, Burns R. Pediatric Emergency Medicine Simulation Curriculum: Electrical Injury. *MedEdPORTAL J Teach Learn Resour*. 27 Nisan 2018;14:10710.
78. Mehta M, Tudor GJ. Parkland Formula. İçinde: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 [a.yer 22 Eylül 2022]. Erişim adresi: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537190/>
79. Chuang S, Chang KS, Woods DD, Chen HC, Reynolds ME, Chien DK. Beyond surge: Coping with mass burn casualty in the closest hospital to the Formosa Fun Coast Dust Explosion. *Burns J Int Soc Burn Inj*. Haziran 2019;45(4):964-73.

80. Padalko A, Cristall N, Gawaziuk JP, Logsetty S. Social Complexity and Risk for Pediatric Burn Injury: A Systematic Review. *J Burn Care Res Off Publ Am Burn Assoc.* 21 Haziran 2019;40(4):478-99.
81. Gentges J, Schieche C, Nusbaum J, Gupta N. Points & Pearls: Electrical injuries in the emergency department: an evidence-based review. *Emerg Med Pract.* 01 Kasım 2018;20(Suppl 11):1-2.
82. Lam NN, Huong HTX, Tuan CA. Knowledge on emergency management for burn and mass burn injuries amongst physicians working in emergency and trauma departments. *Ann Burns Fire Disasters.* 30 Haziran 2018;31(2):138-43.
83. Pham C, Collier Z, Gillenwater J. Changing the Way We Think About Burn Size Estimation. *J Burn Care Res Off Publ Am Burn Assoc.* 01 Ocak 2019;40(1):1-11.
84. Sun D, Zhao P, Ni JY, Sun JJ, Ren YW, Wang F, vd. [Effects of airway management team in the treatment of severely mass burn patients combined with inhalation injury]. *Zhonghua Shao Shang Za Zhi Zhonghua Shaoshang Zazhi Chin J Burns.* 20 Haziran 2018;34(6):354-9.
85. Mehrotra S, Misir A. Special Traumatized Populations: Burns Injuries. *Curr Pediatr Rev.* 2018;14(1):64-9.
86. Zuo KJ, Medina A, Tredget EE. Important Developments in Burn Care. *Plast Reconstr Surg.* Ocak 2017;139(1):120e-38e.
87. Litt JS. Evaluation and Management of the Burn Patient: A Case Study and Review. *Mo Med.* Ekim 2018;115(5):443-6.
88. Hollén L, Coy K, Day A, Young A. Resuscitation using less fluid has no negative impact on hydration status in children with moderate sized scalds: a prospective single-centre UK study. *Burns J Int Soc Burn Inj.* Kasım 2017;43(7):1499-505.
89. Jennes S, Hanchart B, Keersebilck E, Rose T, Soete O, François PM, vd. Management of burn wounds of the head and neck region. *B-ENT.* 2016;Suppl 26(1):107-26.
90. Guilbert P, Usúa G, Martín N, Abarca L, Barret JP, Colomina MJ. Fluid resuscitation management in patients with burns: update. *Br J Anaesth.* Eylül 2016;117(3):284-96.
91. Daniels M, Fuchs PC, Lefering R, Grigutsch D, Seyhan H, Limper U, vd. Is the Parkland formula still the best method for determining the fluid resuscitation volume in adults for the first 24 hours after injury? - A retrospective analysis of burn patients in Germany. *Burns J Int Soc Burn Inj.* Haziran 2021;47(4):914-21.
92. Zodda D. Calculated decisions: Parkland formula for burns. *Pediatr Emerg Med Pract.* 01 Nisan 2018;15(Suppl 4):1-2.

93. Zodda D. Calculated decisions: Parkland formula for burns. *Emerg Med Pract.* 25 Ocak 2018;20(Suppl 2):S1-2.
94. Walsh K, Stiles K, Dheansa B. Concerns relating to the European resuscitation guidelines for the first aid management of burns. *Burns J Int Soc Burn Inj.* Şubat 2016;42(1):240-1.
95. Ito T, Kukino R, Takahara M, Tanioka M, Nakamura Y, Asano Y, vd. The wound/burn guidelines - 5: Guidelines for the management of lower leg ulcers/varicose veins. *J Dermatol.* Ağustos 2016;43(8):853-68.
96. Foncerrada G, Culnan DM, Capek KD, González-Trejo S, Cambiaso-Daniel J, Woodson LC, vd. Inhalation Injury in the Burned Patient. *Ann Plast Surg.* Mart 2018;80(3 Suppl 2):S98-105.
97. Dries DJ, Endorf FW. Inhalation injury: epidemiology, pathology, treatment strategies. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 19 Nisan 2013;21:31.
98. Culnan DM, Craft-Coffman B, Bitz GH, Capek KD, Tu Y, Lineaweaver WC, vd. Carbon Monoxide and Cyanide Poisoning in the Burned Pregnant Patient: An Indication for Hyperbaric Oxygen Therapy. *Ann Plast Surg.* Mart 2018;80(3 Suppl 2):S106-12.
99. Carmichael H, Dyamenahalli K, Duffy PS, Lambert Wagner A, Wiktor AJ. Triage and Transfer to a Regional Burn Center-Impact of a Mobile Phone App. *J Burn Care Res Off Publ Am Burn Assoc.* 23 Eylül 2020;41(5):971-5.
100. Zhang L, Labib AM, Hughes PG. Escharotomy. İçinde: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 [a.yer 22 Eylül 2022]. Erişim adresi: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482120/>
101. de Barros MEPM, Coltro PS, Hetem CMC, Vilalva KH, Farina JA. Revisiting Escharotomy in Patients With Burns in Extremities. *J Burn Care Res Off Publ Am Burn Assoc.* Ağustos 2017;38(4):e691-8.
102. Irie BGS, Asse KV, Kadiane NJ, Kofi N, Nda-Koffi C, Ogondon B, vd. Tetanus after application of traditional topical treatment to a severe burn. *Med Sante Trop.* 01 Kasım 2018;28(4):446-7.
103. Ladhani HA, Yowler CJ, Claridge JA. Burn Wound Colonization, Infection, and Sepsis. *Surg Infect.* Şubat 2021;22(1):44-8.
104. Nielson CB, Duethman NC, Howard JM, Moncure M, Wood JG. Burns: Pathophysiology of Systemic Complications and Current Management. *J Burn Care Res Off Publ Am Burn Assoc.* Şubat 2017;38(1):e469-81.
105. Başaran A, Gürbüz K, Özlü Ö, Demir M, Eroğlu O, Daş K. Electrical burns and complications: Data of a tertiary burn center intensive care unit. *Ulus Travma Ve Acil Cerrahi Derg Turk J Trauma Emerg Surg TJTES.* Mart 2020;26(2):222-6.

106. Young AW, Dewey WS, King BT. Rehabilitation of Burn Injuries: An Update. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* Şubat 2019;30(1):111-32.
107. Thananopavarn P, Hill JJ. Rehabilitation of the Complex Burn Patient with Multiple Injuries or Comorbidities. *Clin Plast Surg.* Ekim 2017;44(4):695-701.
108. Cable CA, Razavi SA, Roback JD, Murphy DJ. RBC Transfusion Strategies in the ICU: A Concise Review. *Crit Care Med.* Kasım 2019;47(11):1637-44.
109. Dubick MA, Barr JL, Keen CL, Atkins JL. Ceruloplasmin and Hypoferremia: Studies in Burn and Non-Burn Trauma Patients. *Antioxid Basel Switz.* 06 Mart 2015;4(1):153-69.
110. Wang Y, Beekman J, Hew J, Jackson S, Issler-Fisher AC, Parungao R, vd. Burn injury: Challenges and advances in burn wound healing, infection, pain and scarring. *Adv Drug Deliv Rev.* 01 Ocak 2018;123:3-17.
111. Başaran A, Gürbüz K, Özlü Ö, Demir M, Eroğlu O, Daş K. Electrical burns and complications: Data of a tertiary burn center intensive care unit. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2020 Mar;26(2):222-226.
112. Arnoldo BD, Purdue GF, Kowalske K, Helm PA, Burris A, Hunt JL. Electrical injuries: a 20-year review. *J Burn Care Rehabil.* 2004 Nov-Dec;25(6):479-84.
113. Ghavami Y, Mobayen MR, Vaghardoost R. Electrical burn injury: a five-year survey of 682 patients. *Trauma Mon.* 2014 Nov;19(4):e18748.
114. Rai J, Jeschke MG, Barrow RE, Herndon DN. Electrical Injuries: a 30-year review. *J Trauma* 1999;46:933– 6.
115. Karadaş S, Gönüllü H, Oncü MR, Işık D, Canbaz Y. The effects on complications and myopathy of different voltages in electrical injuries. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg* 2011;17:349–53.
116. Sen S, Hsei L, Tran N, Romanowski K, Palmieri T, Greenhalgh D, Cho K. Early clinical complete blood count changes in severe burn injuries. *Burns.* 2019 Feb;45(1):97-102.
117. GÖKDEMİR MT, SÖĞÜT Ö, SAYHAN MB, KAYA H. Erişkinlerde yüksek gerilime bağlı elektrik yaralanmalarında mortaliteye etki eden faktörler. *Duzce Medical Journal.* 2013;15(1):22-2.

118. DiVincenti FC, Moncrief JA, Pruitt BA Jr. Electrical injuries: a review of 65 cases. *J Trauma*. 1969 Jun;9(6):497-507.
119. Parshley PF, Kilgore J, Pulito JF, Smiley PW, Miller SH. Aggressive approach to the extremity damaged by electric current. *The American journal of surgery*. 1985;150(1):78-82.
120. Hunt JL, Sato RM, Baxter CR. Acute electric burns. Current diagnostic and therapeutic approaches to management. *Arch Surg*. 1980 Apr;115(4):434-8.
121. Holliman CJ, Saffle JR, Kravitz M, Warden GD. Early surgical decompression in the management of electrical injuries. *Am J Surg*. 1982 Dec;144(6):733-9.
122. Gajbhiye AS, Meshram MM, Gajjaralwar RS, Kathod AP. The management of electrical burn. *Indian J Surg*. 2013 Aug;75(4):278-83.
123. Günay K, Taviloğlu K, Şad O, Eskioğlu E, Ertekin C. Akut elektrik yanıkları: 6 yıllık deneyimlerimiz. 1995;1(1):97-101.
124. Açıkel C, Eren F, Kale, B, Celikoz B. Yüksek voltajlı elektrik yaralanmalarında hasta profili ve primer tedavi. *Cerrahpaşa Tıp Dergisi*. 2022;33(2):104-9.
125. Türkoğlu A, Batbaş M, Tokdemir M. Elektrik akımına bağlı ölümlerin değerlendirilmesi. *FÜ Sağlık Bilimleri Tıp Dergisi*. 2018;32:77-80.
126. Arrowsmith J, Usgaocar RP, Dickson WA. Electrical injury and the frequency of cardiac complications. *Burns*. 1997;23(7-8):576-8.
127. UZKESER M, AKSAKAL E, AKÖZ A, ASLAN Ş, EMET M, ÇAKIR Z. Elektrik çarpmasına bağlı atriyal fibrilasyon. *Akademik Acil Tıp Dergisi*. 2009;8(2):38-40.
128. Pagotti MD, Bueno SCP, Gomes CIG, Oliveira PA de, Scanavacca MI, Hachul DT. The Importance of Adequate Programming Dual-Chamber Pacemaker in Physically Active Patients . *J Clin Tri Exp Invest*. 2022;1(1):22-7.
129. Gordon MWG, Reid WH, Awwaad AM. Electrical burns—incidence and prognosis in Western Scotland. *Burns*. 1986;12(4):254-9.

130. Sinha JK, Khanna NN, Tripathi FM, Bhattacharya V, Chowdary MD. Electrical burns: a review of 80 cases. *Burns*. 1978;4(4):261-6.
131. Oğuztürk H, Turtay MG, Ertan C, Akgün FS, Tekin YK. Elektrik yaralanmaları: Demografik ve klinik özellikler. *The Medical Bulletin of Haseki* 2010; 48: 139-142.
132. Cantürk N, Alkurt Alkan H, Cantürk G. Ankara’da 2002- 2006 yılları arasında otopsi yapılmıŞ elektrik akımına bağlı ölüm olgularının değerlendirilmesi. *Journal of Forensic Medicine* 2008; 22: 1-7
133. Dirlik M, Berk G, Kallem FS. Evaluation of death cases connected to electric current in Aydın Province, Western Turkey. *Workplace Health & Safety* 2015; 63: 546-550.
134. Ragui S, Meera T, Singh KP, Devi PM, Devi AS. A study of electrocution deaths in Manipur. *Journal of Medical Society* 2013; 27: 124.
135. Ardeshir S, Kiani M, Ghadyani MH. Electrocution-related mortality: A survey of 295 deaths in Tehran, Iran between 2002 and 2006. *Am J Forensic Med Pathol* 2010; 31: 42- 45.