

# ÇOCUK YANIKLARI

Pratisyen Hekimler  
Tıp Öğrencileri  
Yanık Hemşireleri  
ve Paramedikler için  
Çocuk Yanıklarına ilk Yaklaşım ve Temel Bilgiler

Dr. Birsen HARMA







# ÇOCUK YANIKLARI

---

Pratisyen Hekimler  
Tıp Öğrencileri  
Yanık Hemşireleri  
ve Paramedikler için  
çocuk yanıklarına yaklaşım  
ve temel bilgiler

**Dr. Birsen HARMA**

**2023**



## ÇOCUK YANIKLARI

YAZAR

Dr. Birsen HARMA

---

© Özgür Yayınları Tic. Ltd. Şti.

*Bu kitabın Türkiye'deki her türlü yayın hakkı Özgür Yayınları Tic. Ltd. Şti'ne aittir, tüm hakları saklıdır. Kitabın tamamı veya bir kısmı 5846 sayılı yasanın hükümlerine göre, kitabı yayınlayan firmanın ve yazarlarının önceden izni olmadan elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılamaz, yayınlanamaz, depolanamaz.*

---

E-ISBN • 978-975-447-566-1

1. Baskı • Şubat, Gaziantep 2023

Dizgi/Mizanpaj • Yeter YEŞİLYURT

Kapak Tasarımı • Özgür Yayınları

Özgür Yayınları Tic. Ltd. Şti.

Yayıncı Sertifika No: 45503

📍 15 Temmuz Mah. 14888136. Sok. No:98 27560 Şehitkamil-  
GAZİANTEP /TÜRKİYE

☎ 0.850 2260 09 97

🖱 [www.ozguryayinlari.com](http://www.ozguryayinlari.com)

✉ [info@ozguryayinlari.com](mailto:info@ozguryayinlari.com)

Meteksan Basım

Sertifika No: 46519

📍 Beytepe Köy Yolu No.: 3 06800 Bilkent-Çankaya/ANKARA

☎ 0 312 266 44 10

# İÇİNDEKİLER

## 1. BÖLÜM

---

<b>ÇOCUK YANIK HASTASINA YAKLAŞIM</b>	<b>1</b>
İlk Yardım	1
İlk Hasta Yönetimi	2
Sıvı resüsitasyonu	4
Yanık şiddetinin belirlenmesi	5
Yanık ciddiyetinin belirlenmesi	9
Özel Bölge Yanıkları	10
Özel Yanık Tipleri	11
Yanık Çocukların Sevk Kriterleri	14

## 2. BÖLÜM

---

<b>YANIK YARASININ DEĞERLENDİRİLMESİ</b>	<b>17</b>
Yanık yara derinliği	17
Yanık yüzey alanı	22

## 3. BÖLÜM

---

<b>TERMAL YANIĞIN PATOFİZYOLOJİSİ</b>	<b>25</b>
Lokal cevap	25
Sistemik cevap	28

## 4. BÖLÜM

---

<b>DERİNİN YARA VE YANIKLARININ İYİLEŞMESİ</b>	<b>43</b>
Deri Yanıklarında Primer İyileşme Fazı	44
Deri Yanıklarında Sekonder İyileşme Fazı	49

## 5. BÖLÜM

---

<b>YARA VE YANIK TEDAVİSİNDE KULLANILAN MATERYALLER</b>	<b>53</b>
Geleneksel Yara örtüleri	53
Biyosentetik Yara Örtüleri	54
Biyolojik Yara Örtüleri	54
İdeal yara örtüsü özellikleri	54
Yara örtüsü çeşitleri	55

## 6. BÖLÜM

---

<b>DERİ</b>	<b>57</b>
Embriyoloji	57
Derinin Yapısı	57
Epidermis	58
Dermis	60
<b>KAYNAKLAR</b>	<b>62</b>



# ÇOCUK YANIK HASTASINA YAKLAŞIM

### İlk Yardım

1. Kıyafetler hızla çıkartılmalı
2. Kirlenmiş alanlar su ile yıkanmalıdır. Hipotermiyi önlemek için, oda sıcaklığında ya da vücut sıcaklığında su kullanılmalı. Akan musluk suyu ile durulama süresi bir saate kadar uzatılabilir.
3. Nötralize edici ajanlar asla uygulanmamalıdır. Bu uygulama, kimyasal reaksiyona neden olabilir veya oluşabilecek reaksiyon ısısı yanığın derinleşmesine yol açabilir.
4. Kimyasal tozların yanıklarında su, kimyasal tozları aktive edebilir. Kimyasal toz bir fırça, kuru bir bez veya elektrikli süpürge ile temizlendikten sonra, yara bol su ile yıkanmalıdır.
5. Göz yaralanması varsa, gözler bol miktarda su ile uzun süre yıkanmalıdır.

İlk yardımın amacı ağrıyı azaltmak ve yanığın şiddetini en aza indirmektir. Yanığı ıslak gazlı bezle örtmek ağrıyı azaltabilir. Varsa, yapışkan olmayan bir pansuman olarak vazelinli gazlı bez kullanılabilir.

Hipotermiye neden olabileceğinden yanık hastasına aktif soğutma uygulanmamalıdır. “Yanığı soğutmak ve hastayı ısıtmak” şeklinde özetlenen yaklaşım hipotermiyi önlemek için esastır.

Sürekli termal maruziyeti durdurmak için giysiler çıkarılmalıdır. Yara, ılık su (2-15°C) altında 20 dakika veya ağrı hafifleyene kadar durulanmalıdır. Buz uygulamak hasarı kötüleştirebilir ve hipotermiye neden olabilir, bu nedenle kullanılmamalıdır.

### İlk Hasta Yönetimi

Yanık yarası olan bir çocuk sadece ileri ya da özel bir merkeze değil, herhangi bir hastaneye getirilebilir bu nedenle, pratisyen hekimlerin yanığın ilk değerlendirmesini yapabilmeleri ve resüsitasyonu başlatabilmeleri önemlidir.

Tüm büyük yanıklar (>%10 TBSA), herhangi bir travma gibi ilk önce Travma Yaşam Desteği (ATLS) değerlendirmesine tabi tutulmalıdır.

İlk değerlendirmede yanık yarası debridmanı veya pansuman uygulaması yapılmamalıdır.

Tüm yanık hastaları aktif olarak muayene edilinceye kadar sıcak ve kuru çarşaflarla örtülmemelidir.

İlk hasta yönetimini yönlendirmek için yaralanma mekanizmasını anlamak önemlidir. Kapalı alandaki bir yangında meydana gelen yanıklarda, duman solunması nedeniyle ortaya çıkan hava yolu yaralanmasına kurum, toksik maddeler ve hipoksi de eşlik edecektir. Gövde de bariz bir yanık olmadan başlı başına önemli bir yaralanma olan inhalasyon yaralanmaları akılda tutulmalıdır. Kaza yaralanmaları dışında çocuk suistimali yara tipine ve hikâye-ye göre akılda tutulması gereken önemli bir ayrıntıdır.

Genel bir travma algoritması bağlamında A,B,C,D, ilkelere uygulanmalıdır.

Alçak gerilim elektrik yanıklarında sıklıkla kalp ritim bozukluğu gelişebilir ve ölümlerle sonuçlanabilir bu nedenle, elektrik yanığı olan her hastaya mutlaka EKG yapılmalı ve kalp kası nekrozunu değerlendirmek için kardiyak enzim değerlerine bakılmalıdır.

Yanığa bağlı ekstremitelerde kompartman sendromu gelişebileceğinden mutlaka ödemi dikkatli takip etmek normotansif ekstremitte pozisyonunu muhafaza etmek gereklidir. Akut böbrek yetmezliğini önlemek için mutlaka sıvı resüsitasyonuna başlanmalı ve idrar çıkışı takibine başlanmalıdır. Çocuklarda hedeflenen idrar çıkışı 3-4 mL/kg/sa tir. İdrarı alkalileştirmek için Sodyum bikarbonat (NaHCO<sub>3</sub>) i.v. yol ile 10 kg'dan ağır çocuklar için 1 ampul ve 10 kg'dan küçük çocuklar için 1 mL / kg dozda uygulanmalıdır. Diüretikler akut dönemde kontrendikedir. Eğer ozmotik diürez

sağlanamazsa, mannitol bir seçenek olabilir. İntravenöz bolus mannitol dozu çocuklar için 0.5 g / kg'dır.

Yetişkinlerin aksine, çocuklar önemli ölçüde sıvı kaybedinceye kadar hipovolemiye ait hemodinamik değişiklikler göstermez.

Taşikardi aşırı sıvı kaybına bağlı kompensasyonun veya travmaya karşı stres cevabının işareti olabilir.

Letarji, uyuşukluk ve azalmış kılcak dolusu ile birlikte soğuk bir ekstremitede yetersiz perfüzyon bulgusu olabilir.

### Sıvı resüsitasyonu

Sıvı resüsitasyonunun prensipleri çocuklar ve yetişkinler için benzerdir, ancak belirli farklılıklar da vardır. Genel olarak, Ringer laktat çözeltisi her yaş grubundaki hastalarda başlatılmalıdır. Sınırlı glikojen depoları nedeniyle, bir glikoz kaynağı sağlanmazsa, bebekler hipoglisemi riski altındadır. Kan şekeri seviyeleri yakından izlenmeli ve %5 dekstroz kaynağı da sağlanmalıdır. Yüzde yanık başına gereken sıvı hacmi, artan bazal VYA'ları nedeniyle çocuklarda daha yüksektir. Bu nedenle, pediatrik yanık resüsitasyon formülleri her zaman tahmini sıvı resüsitasyonunu hesaplayan ve çocuğun yaşına ve büyüklüğüne bağlı olarak dekstrozlu veya dekstrosuz idame sıvılarına ekleyen formüllerdir. Burada verilecek sıvı miktarı Parkland formülüne göre hesaplanabilir.

Parkland formülüne göre ilk 24 saat boyunca kullanılacak toplam kristalloid sıvı miktarı

$$= 3 \text{ ml} \times \% \text{ TVYA} \times \text{vücut ağırlığı (kg)}$$

Verilecek sıvı Ringer laktat olmalıdır. Daha sonra, hipoglisemi ve elektrolit anormalliklerini önlemek için %5 dekstrozlu serum fizyolojik ile idame sıvılarına geçilebilir.

Yetişkin formülleri kullanmanın kesilmesi ağırlığa bağlıdır. Erişkin formülleri kullanmak için belirleyici sınır değeri değeri 30-50 kg arasındadır. Sıvı resüsitasyonuna mümkün olan en kısa sürede başlatılmalıdır. İnfüze edilen sıvının hacmi % TVYA'na, yaralanmadan sonra geçen süreye ve hastanın ağırlığına bağlıdır.

#### Sıvı resüsitasyonu

Yeterli organ perfüzyonunu sürdürmek için gereken en az miktarda sıvı verilmelidir

Hem az hem de aşırı resüsitasyonu önlemek için infüze edilen hacim sürekli titre edilmelidir.

Resüsitasyon sürekli olarak değerlendirilmeli ve idrar çıkışı, nabız, kan basıncı, kılcal damar dönüşüne, bilinç, hematokrit ve solunum hızına göre ayarlanmalıdır.

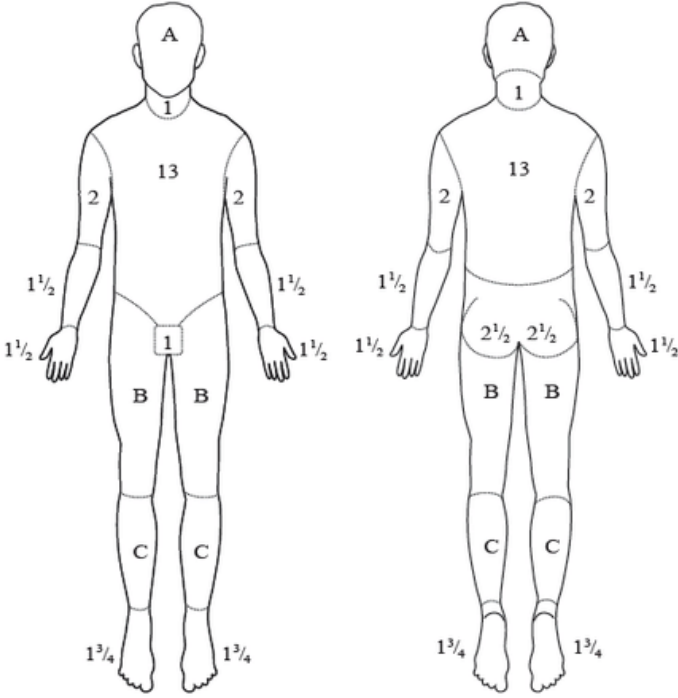
### Yanık şiddetinin belirlenmesi

Yanık hastasına ilk yaklaşımın temel bileşeni yanığın Total Vücut Yüzey Alanı (TVYA)'nın uygun şekilde ölçülmesidir. Yanık yaralanmasının şiddeti, etkilenen yüzey alanına ve yanığın derinliğine göre belirlenir. Etkilenen vücut yüzey alanı %<1 ile %100 arasında değişen bir yüzde (%TVYA) olarak bildirilmektedir.

Çocuk yanıkları için yüzey alanının kapsamı, büyüme ile orantılı vücut oranlarındaki değişiklikleri telafi eden Lund Browder diyagramına dayanan bir şablon kullanılarak en doğru şekilde tahmin edilir.

Küçük alanlarda yanık boyutunun hesaplanması için, yaygın olarak kullanılan bir kural, parmaklar da dahil olmak üzere çocuğun avucunun vücut yüzey alanının % 1'i olmasıdır.

## Lund-Browder şeması

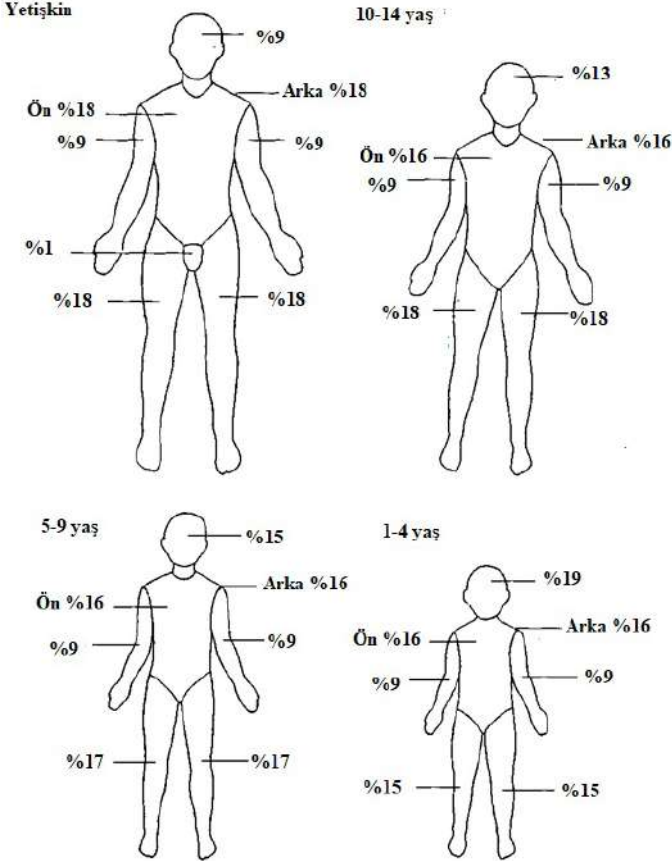


	0 yaş	1 yaş	5 yaş	10 yaş	15 yaş
a- 1/2 baş	9 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
b- 1/2 uyluk	2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	3 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	4	4 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
c- 1/2 bacak	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	3	3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>

Lund-Browder şeması doğru kullanıldığında en iyi yöntemdir. Yaşla birlikte vücut yüzey alanındaki değişimi telafi eder ve bu nedenle çocuklarda yanık alanının daha doğru

hesaplanmasını sağlar. Burada basit eritem alanlarının yanık olarak hesaba dahil edilmemesi önemlidir.

### Vücut bölümlerinin “dokuzlar kuralı”na göre puanlanması.



Yanık yarasının derinliği, etkilenen cilt katmanları ile ilgilidir. Cildin iki katmanı olduğu kabul edilmektedir: epidermis ve dermis. Dermal tabaka ayrıca papiller dermis (üst tabaka) ve retiküler dermis (alt tabaka) olarak sınıflandırılır.

### Yüzeysel ve derin yanıklarda fizik muayene bulguları.

	Yüzeysel	Derin
Görünüş	Pembe, yumuşak	Beyaz, sarı veya kahverengi
Parmakla bastırınca beyazlaşma	Evet	Fikse kırmızı veya tuz- karabiber görünümü
Saç kökleri	Sağlam ve çekmeye karşı dirençli	Kolayca çekilebilir
Ağrı	İğne dokunuşuna hiperaljezi	İğne dokunuşuna analjezi

Görünür tromboze kılcal damarlar, venüller veya diğer kan damarları tam kat yanıgın kesin işaretidir.

Geleneksel olarak yanıklar, yanıgın yüzeysel, kısmi kalınlık veya tam kalınlıkta olmasına bağlı olarak 1., 2. veya 3. derece olarak sınıflandırılmıştır

**Birinci derece Yanık:** Epidermis sağlamdır, eritem vardır (ör: güneş yanığı).

**İkinci derece Yanık:** Epidermal bütünlük zarar görür. Yaralanma dermisin üst katmanlarıyla sınırlıysa, yüzeysel ikinci derecedir; ancak daha derin (retiküler) tabakaların tutulumu derin ikinci derece yanığa yol açar. Yüzeysel çok daha acı verici olsa da derin yanıklarda daha az ağrı ve künt basınç hissi vardır.

**Üçüncü derece yanık:** Dermisin tüm katmanları etkilenir. Cilt sert, koyu, kuru, ağrısız, trombozlar damarları çevreler ve tipik yanık eskarı vardır.



**Dördüncü derece yanık:** Derinin tüm katmanları, deri altı yağ dokusu ve daha derin dokular (kaslar, tendonlar) tutulur ve kömürleşme görünümü vardır.

2001 yılından bu yana tüm dünyada kullanılan ana sınıflandırma sistemi yüzeysel, yüzeysel kısmi, derin kısmi veya tam kalınlıktadır.

**Yüzeysel yanıklar:** Sadece epidermisi içerir. Ağrılı olmasına rağmen, iyileşme genellikle herhangi bir kalıntı yara izi olmadan bir hafta içinde gerçekleşir.

**Yüzeysel kısmi kalınlıkta yanıklar:** Sadece papiller dermis ve epidermisi içerir. Bu derinlikteki yanıkların 1 ila 2 hafta içinde iyileşmesi beklenmektedir ve ciltte 6 aydan fazla gözle görülür değişikliklere neden olmamalıdır.

**Derin dermal kısmi kalınlıkta yanıklar:** Epidermis ve dermisi retiküler dermise dahil eder. Genellikle bu derinlikteki yanıkların iyileşmesinin 3 haftadan daha uzun sürmesi beklenmektedir ve erken yara kapanmasını teşvik etmek ve artık skar derecesini azaltmak için cilt grefti önerilmektedir.

**Tam kalınlıkta yanıklar:** Derinin tüm kalınlığının ve muhtemelen deri altı dokusunun belirgin tutulumu. Deri greftleme esastır çünkü spontan iyileşme için çok az potansiyel vardır

## Yanık ciddiyetinin belirlenmesi

### 1. Küçük Yanık

Çocuklarda yanık ikinci derece ve TVYA < %10 veya üçüncü derece ve TVYA < %2 ise küçük yanık grubunda değerlendirilir.

## 2. Orta Yanık

İkinci derece çocuk yanıkları TVYA %10-20 arasında ise, veya üçüncü derece yanık TVYA'nın %2-10 'u arasında ise orta yanıktır.

## 3. Büyük Yanık

Çocuklarda ikinci derece yanık TVYA'nın %20'sinden fazla ise veya TVYA'nın %10' dan fazla üçüncü derece yanık varsa büyük yanık olarak nitelenir.

İnhalasyon yaralanmaları, elektrik yanıkları, eşlik eden diğer travmaların olması (kafa travması, kırık vb.), çocuğun mevcut eşlik eden sistemik hastalığının olması ve göz, kulak, yüz, el, büyük eklem ve genital bölge yaralanmalarının olması da büyük yanık sınıfında değerlendirilir.

Küçük yanıklar ayakta tedavi olarak veya yanık odasında tedavi edilebilir. Orta ve büyük yanıklar hastaneye yatırılmalı ve bir yanık ünitesinde / merkezinde tedavi edilmelidir.

## Özel Bölge Yanıkları

### *Yüz yanıkları*

Yüz vücudun en önemli parçasıdır. Yüz derisinde minimum miktarda retiküler dermis bulunan büyük papiller dermis vardır ve damarlanması çoktur. Bu bölge yüzün hızlı deformasyonu ile hızlı iyileşme eğilimindedir. Yanaklar, dudaklar ve alın yanıklarından sonra hipertrofik, atrofik ve depigmente skarlaşmaya gelişebilir.

### *Göz kapağı yanıkları*

Göz kapağı korneayı ve gözü koruyan önemli bir yapıdır. Göz kapağı yanıkları tam kat kalınlıktaysa ve bu yanıklar vücudun geri kalanına yönelik geniş yanıkların bir parçasıysa, korneayı korumak için tarsorafi düşünülmelidir. Genellikle geniş vücut yanıklarında göz kapağı yaralanmalarının ihmal edilebildiği ve göz kaybıyla sonlanabildiği akılda tutulmalıdır.

### *Kulak yanıkları*

Dış kulak özel bir konuma sahiptir ve özellikle termal yaranlamaya eğilimlidir. Deri altı dokusunun eksikliği ve kırıkdağa yapışık ince üst kısımdaki cilt hasarı yarayı daha da kötüleştirir. Yanık ödemi, cildi kırıkdağtan ayırır ve kırıkdağın devaskülarizasyonuna yol açar.

#### *Perine yanıkları:*

Özellikle çocuklarda özel bakım gerektirir. Bu bölgeler nadiren cilt greftlemesi gerektirir.

## **Özel Yanık Tipleri**

### *Elektrik yanıkları*

- a) Ev tipi, düşük gerilimli elektrik yanığı.
- b) Akımın 1000 volttan büyük olduğu iletim kablolarından meydana gelen yüksek gerilimli elektrik yanıkları.

Elektrik akımından kaynaklanan hasar, insan vücuduna elektrik akımının akışı ile orantılıdır. Daha fazla voltaj, daha fazla akım ve daha fazla hasar demektir. Akım, kan damarları ve kaslardan geçen sıvı ortamdan akar. Sinirler iyi ilet-

kendir ve yüksek voltajlı akım ile hemen yanarlar. Aksine, kuru cilt ve kemik zayıf iletkenlerdir. Doku hasarının şiddeti, temas bölgesinden uzaklık arttıkça azalır. Elektrik yanıklarına erken müdahale ikincil hasarı önleyebilir. Bu nedenle tüm elektrik yanıklarında kardiyak, nörolojik ve ekstremitelerin dolaşım muayeneleri dikkatlice yapılmalıdır.

### *Kimyasal yanıklar*

Kimyasal yanıklar tüm yanıkların %0,3'ünü oluşturur. Alkalilerin yanı sıra asitler de kimyasal yanıklara neden olabilir. En kötü kimyasal yanıklar, asidin neden olduğu yüz yanıklarıdır. Bunlar çok ciddiye alınmalı, göz iyice yıkanmalı ve Asetazolamid ile göz küresindeki gerginlik azaltılmalıdır. Böylece korneanın delinmesi ve göz kaybı önenebilir. Nötralle edici kimyasallar ile yıkama yapılmamalıdır.

### *İnhalasyon Yaralanması*

İnhalasyon yaralanması, termal ve/veya kimyasal tahriş edici maddelerin solunmasından kaynaklanan üç farklı yaralanma olarak tanımlanmaktadır:

1. Çoğunlukla üst solunum sistemini etkileyen termal yaralanma
2. Bir bütün olarak solunum sistemini etkileyen kimyasal yaralanma
3. Karbon monoksit veya siyanür gibi toksik ürünlerin solunmasıyla ilişkili sistemik toksisiteler.

İç mekân yanıklarında daha sık görülmesine rağmen, duman solumak açık havada bile ciddi bir inhalasyon yaralanması riski oluşturabilir. Cilt yanığı olmasa bile ciddi

inhalasyon yaralanması meydana gelebileceği akılda tutulmalıdır.

#### İnhalasyon hasarının klinik belirtileri;

Hastanın genel durumunun kötüleşmesi, bilinç bozukluğu, siyanoz, yüz, kulak ve burun kıllarının yanması, ses kısıklığı, oral mukozal ödem, karbon partikülleri ve siyah balgam.

Perioral veya yüz yanıkları, çevresel boyun yanıkları.

Solunum sıkıntısı belirtileri: taşipne, nefes darlığı, stridor, hırıltılı solunum.

Karbon monoksit zehirlenmesi belirtileri: baş ağrısı, baş dönmesi, mide bulantısı, yorgunluk, dikkat dağınıklığı, göğüs ağrısı, çarpıntı, görme bozuklukları, karın ağrısı, bilinç kaybı.

#### *İnhalasyon yaralanması olan hastanın klinik yönetimi:*

Birinci öncelik, hastanın olay yerinden uzaklaştırılarak çevrenin güvenliğinin sağlanmasıdır. Resüsitasyon pozisyonu, hava yolu yerleştirme, dilin geri kaymasının kontrolü yapıldıktan sonra, solunum ve dolaşım değerlendirilerek oksijen desteği ile bir merkeze sevki sağlanmalıdır.

İlk değerlendirme ve resüsitasyon süreci başladıktan sonra, çocuğun uzman bir merkeze transfer edilip edilmemesi gerektiğine karar verilmelidir.

## Yanık Çocukların Sevk Kriterleri

### Çocukların yanık ünitesine sevk kriterleri:

İlk değerlendirme ve resüsitasyon süreci başladıktan sonra, çocuğun uzman bir merkeze transfer edilip edilmemesi gerektiğine karar verilmelidir.

Yüz, eller, ayaklar, perine veya bir eklem üzerinde yanık varsa, eğer yanık bir ekstremitayı çepeçevre sarıyorsa, İnhalasyon yaralanması varsa, elektrik ve kimyasal yanığı varsa bu tip yanıkların yanık ünitesine sevk edilmeleri gerekir.

### Çocukların yanık merkezine sevk kriterleri:

İkinci derece yanık TVYA %10' dan fazla ise, üçüncü derece yanık varsa, yüzü, elleri, ayakları, genital bölgeyi, perineyi tutan ve büyük eklemlerle ilişkili ise, kimyasal yanık ise, yıldırım yaralanmaları dahil elektrik yanığı varsa, eşlik eden travma ile birlikte herhangi bir yanık yaralanması varsa, inhalasyon yaralanması varsa veya iyileşmeyi uzatabilecek veya mortaliteyi etkileyebilecek önceden var olan sistemik hastalığı varsa bu tip çocukların yanık merkezine sevki gerekir.

*Yanmış bir çocuğun sevk edilmesinden önce mutlaka yapılması gerekenler:*

1. Bir, varsa en az iki büyük venöz kateter tercihen üst ekstremitelerden yerleştirilmeli ve cilde dikilmeli (gerekirse yanık cilt kullanılabilir).
2. Spontan ventilasyon yapan bir hastada nazal oksijen desteği olmalıdır. Klinik olarak hava yolu tıkanıklığı şüphesi durumunda entübe edilmeli.

3. İdrar çıkışını izlemek için bir idrar kateteri yerleştirilmelidir (1 ml/kg/sa, ancak elektrik yanıkları ve inhalasyon yaralanmalarında iki kat seviye gereklidir).
4. Oral alım durdurulmalı ve nazogastrik tüp yerleştirilmelidir.
5. Narkotik analjezikler kesilmeli.
6. Yanık yaralanmasını takip eden ilk 24 saat içinde transfer edilen hastalar için sadece Ringer Laktat çözeltisi verilir (Ringer'in dekstrozlu laktat çözeltisi 2 yaşımdan küçük çocuklar için tercih edilmeli).
7. Transfer sırasında sürekli EKG ve solunum monitö-rizasyonu temin edilmeli ıslak pansumandan kaçınılmalı ve mümkün olduğunca sıcak tutulmalıdır.

*Çocuklarda yanığın akut döneminde kullanılabilen Analjezik İlaçlar ve İntravenöz Dozları:*

İlaç	Doz	Süresi
Tramadol (12 yaş ve üstü)	1mg / kg	4-6 saat
Ketamin	0.2-0,5 mg/kg	15-25 dakika
Morfin veya diamorfin	0.1 mg / kg	kg 4-6 saat
Fentanil	1 µgr/kg	45-60 dk
Meperidin	0.5-1 mg/kg	2-4 saat

## NOTLAR



## YANIK YARASININ DEĞERLENDİRİLMESİ

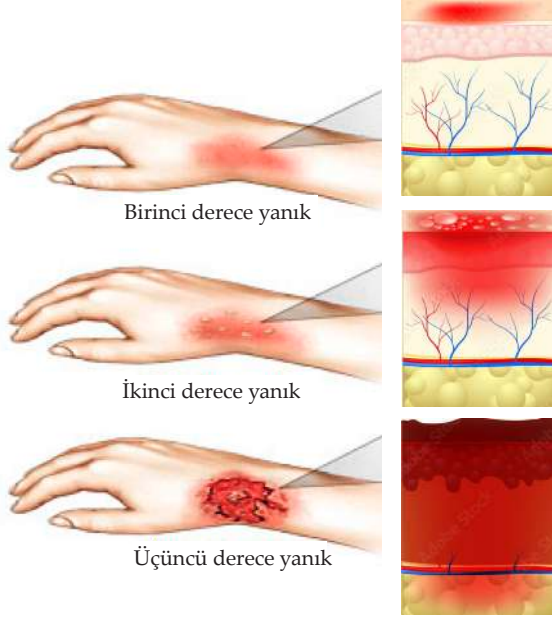
### Yanık yara derinliği

Yaralanmanın cildin derinliklerinde ne kadar ilerlediği çeşitli faktörlere bağlıdır. İlk sırada dokuya aktarılan termal enerji vardır. Dokuya aktarılan ısı ve buna maruz kalma süresi yaralanma ciddiyetini belirler. Enerji transfer süreci, transfer türünden daha fazla etkilenir, örneğin, konveksiyon daha fazla enerji aktarır ve bu, dokunun sıcaklığa dayanma (daha kalın cilt – daha iyi direnç) veya ısıyı dağıtma (daha yüksek kan akışı yaralanmayı azaltır) kabiliyeti ile karşı karşıya kalır.

Yanık yara derinliği geleneksel olarak anatomiye göre birinci derece – epidermal yaralanma, ikinci derece – dermal ve üçüncü derece - subdermal yanıklar olmak üzere üç seviyeye ayrılmıştır. Günümüzde ise tedavi stratejilerine daha fazla odaklanan iki seviyeli bir terminoloji kullanılmaktadır: kısmi kalınlıkta yanıklar (epidermal ve yüzeysel dermal yaralanmalar (1. ve yüzeysel ikinci derece yanık; eski terminoloji) ve tam kat yanıklar (derin ikinci derece ve alt dermal yanıklar dahil; eski isimlendirme). Kısmi kalınlık için

modern bakım konservatif tedavidir, oysa tam kalınlıktaki yanıklar cerrahi olarak eksize edilir ve nakledilir.

### Yanık yarası derinliği



### Birinci Derece Yanıklar

Bu tip yanıklarda yalnızca epidermisin dış tabakası ile stratum korneum hasara uğrar, dermiste hasara rastlanmaz. Yara bölgesi ağrı ve eritem ile karakterizedir. Birinci derece yanıklar, genellikle çok kısa süre doğrudan alev veya ısı teması veya uzun süre şiddetli güneş ışığına maruz kalınması sonucu oluşur. Deri hasarı çok yüzeyseldir ve vücutta minimal sistemik cevaplar görülür. Hafif bir ödemle seyreden yanık bölgesinde 24 saat sonra ödemin azaldığı görülür. Bu

safhada deri kurumaya başlar, veziküller yoktur ve enfeksiyon görülmez. Deride kalıcı değişiklikler bırakmadan epidermis pul pul dökülür. Genellikle bir hafta içinde iyileşir.

## İkinci Derece Yanıklar

Bu tip yanıklar birinci derece yanığa kıyasla daha derindir ve nekroz dermis içine yayılmıştır. Hasar epiderminin tamamını ve dermisin bir kısmını kapsar. Klinik olarak ağrı, eritem ve bül oluşumu ile karakterizedir. İyileşme hızı, deri hasarının derinliğine ve enfeksiyon oluşumuna bağlıdır.

İkinci derece yanıklar enfeksiyon görülmezse genellikle kendiliğinden ve kısa sürede iyileşir. Eğer yarada enfeksiyon meydana gelirse kolayca üçüncü derece yanığa dönüşür. Yanığın sistemik etkileri ve iyileşmenin niteliği doğrudan dermisin yaralanma miktarı ile ilgilidir. Bu gruptaki yanıklar yüzeysel ve derin dermal ikinci derece yanıklar olarak ikiye ayrılırlar.

### *Yüzeysel İkinci Derece Yanıklar:*

Kısa süre alev ya da sıcak sıvılarla temas sonucu oluşurlar. Yanık alanı kirli kırmızı ya da pembe görünümündedir. Yanık bölgede plazmaya benzer sıvı sızıntısı nedeniyle yüzeysel genellikle nemlidir. Ağrılı seyreden yara hava temasına duyarlıdır. Büller hemen veya ilk gün içinde zamanla oluşabilir. Büller ne kadar erken oluşursa yanığın o kadar derin olduğu anlaşılır. İyileşme, deride kalan bazal hücrelerden veya kıl folikülleri ve ter bezi epitellerinin yanan bölgeyi örtmesiyle başlar. Derin dermal yanıklara kıyasla genellikle daha az skar oluşur. Yüzeysel ikinci derece yanıklarda, stratum germinatum'un genellikle üst kısmı hasar görür. Stratum germinatum'un sağlam bölümleri ve deri eklerinden

epitelizasyon başlar. İyileşme genellikle 3-4 haftada iz bırakmadan ya da çok hafif iz bırakarak sonuçlanır.

### *Derin İkinci Derece Yanıklar:*

Alev, sıcak sıvılar veya kimyasal maddelerle temas veya yüksek elektrik akımına maruz kalma sonucu oluşurlar. Bu tip yanıklarda epidermis tamamen yanar, hasar stratum germinatum'a ve dermisin en alt bölümünün içlerine kadar uzanır. Epitel rejenerasyonu yalnızca ter bezleri ve kıl foliküllerinde gerçekleşir. Deri yumuşak, yüzeyi parçalı kırmızı ya da pembe görünüşte ve genellikle nemlidir, yaralanmış sahadan plazma benzeri bir sıvı sızar. Derin ikinci derece yanıklarda sıvı kaybı ve metabolik etkiler üçüncü derece yanıklarda olduğu gibidir. Yanma sırasında yarada ağrı çok şiddetlidir ve deride yer yer hiperestezik bölgeler oluşur. Yanık bölgesinde enfeksiyon oluşursa yara üçüncü derece yanığa dönüşür. Reepitelizasyon için gerekli süre, dermisteki hasara, yanan kıl foliküllerinin, ter bezlerinin miktarına ve enfekte alanın genişliğine bağlıdır. Eğer yara uygun şekilde korunursa, deri yüzeyinde izler bırakarak 2 ay içinde kapanır. İki aydan daha geç iyileşen yerlerde ise skar ve kontraktür oluşur. Bu durumda üçüncü derece yanıklardan yarayı ayırt etmek oldukça güçtür ve tedavisi uzun sürer.

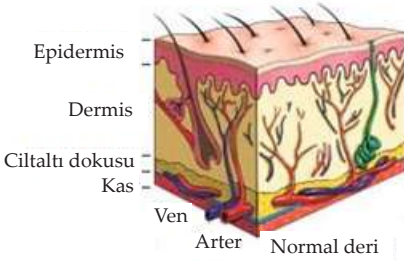
### **Üçüncü Derece Yanıklar**

Bu tip yanıklar sıcak su, alev ve elektrik akımı ile uzun süre temas sonucu oluşur. Deri genellikle açık kahverenginde veya esmer, tıkanan derialtı damarlarından dolayı incelmış, soğuk, sert ve duyarlıdır. Çoğunlukla derinin elastikiyeti kaybolduğu için gergin ve parlak bir görüntü sergiler ve elastikiyet kaybı derinin anormal bir şekilde büzülmesine

sebeplerdir. Bu etki özellikle kemik çıkıntılarını ve eklemler üzerinde çok açıktır. Derideki bütün yapılar hasara uğramıştır. Dermis ve deri altı yağ dokusu koagülasyon nekrozu sonucu harap olmuştur. Deri altındaki damarlarda tromboz görülür. Üçüncü derece yanıklarda görülen kapiller permeabilite artışı,, ikinci derece yanıklarda olduğundan çok daha fazladır.

Tüm katmanları zarar görmüş deri, 2 veya 3. haftada otoliz ve lökosit infiltrasyonu ile karakterizedir. Bu olay genellikle süpürasyonla birlikte seyreder. Kapiller demetler ve fibroblastlar skarın altında granülasyon dokusu içinde organize olurlar. Eğer yanık, deri altı yağ dokusunu da kapsamışsa iyileşme çok daha uzun sürebilir. Kası da içine alan yanıklar eritrosit yıkımında artışa neden olur. Bu tip derin üçüncü derece yanıklarda fizyolojik yanıt çok yavaş gelişir. Üçüncü derece yanıkların bakımı skarın uzaklaştırılmasını ve yaranın greft ile örtülmesini gerektirir. Eğer greftleme yapılmazsa zamanla kalın bir granülasyon tabakası şekillenir ve kontraksiyon gelişir. Bu safhada reepitelizasyon yalnızca yara kenarında meydana gelir ve azdır. Granülasyon yumuşaktır, enfekte olabilir ve yarada aylar sonra iyileşme görülebilir. Bu tip yaralarda iyileşmeyi takiben deride kalıcı derin izler oluşmaktadır ve derinin normal görünümünü kazanması için genellikle yaraya cerrahi müdahale gerekmektedir.

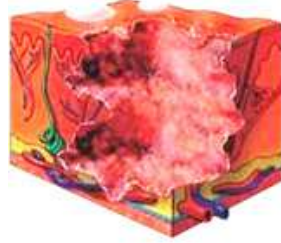
## Yanık derecelerine göre deri katmanlarının görünümüleri



Birinci derece yanık;  
Sadece epidermis etkilenir



İkinci derece yanık  
Bül vardır. Epiderminin tamamı  
ve kısmen ya da tamamen  
dermis etkilenir



Üçüncü derece yanık;  
Derin dokulara uzanabilir

### Dördüncü Derece Yanıklar (Karbonizasyon)

Derinin tüm katları ile birlikte cilt altı yağ dokusu ve daha derin (kas, kemik, beyin, vs) dokular yanmıştır. Yanan dokuların kömürleşmesi söz konusudur.

### Yanık yüzey alanı

Yanık yüzeyinin genişliğini tayin için “9’lar kuralı” (Tablo 1) yaygın olarak kullanılmaktadır. Dokuzlar kuralı erişkinlerde doğru bir yöntem olarak kabul görmüş olsa bile, çocuk-

lar için farklı hesaplamalar yapmak gerekir. Çocuklarda baş ve boyun erişkinlerle kıyaslandığında daha büyük bir alana sahiptir. Alt ekstremiteler ise vücut yüzeyine göre daha küçüktür. Bu nedenle Lund ve Browder şeması kullanılarak, çocuk yanıklarında ve değişik yaş gruplarında yanık genişliği daha doğru hesaplanabilmektedir. Değerlendirme esnasında eritem dikkate alınmamalıdır.

Yara derinliği ve etkilenen vücut yüzey alanına göre de yanıklar tasnif edilebilmektedir. Buna göre;

**Küçük yanıklar:** İkinci derece %15'ten küçük ve üçüncü derece %2'den küçük yanıklar bu grup altında değerlendirilirler.

**Orta yanıklar:** İkinci derece %15 ila %30 arasındaki ya da üçüncü derece %2 ile %10 arasındaki yanıklar bu gruba girerler.

**Büyük yanıklar:** İkinci derece %30'dan ve üçüncü derece %10'dan büyük yanıklar, yüz, el, ayak yanıkları, yüzdesine bakılmaksızın solunum sistemi yanıkları, geniş yumuşak doku yanıkları ve kırıkla birlikte olan yanıklarla, elektrik yanıkları bu gruba girerler.

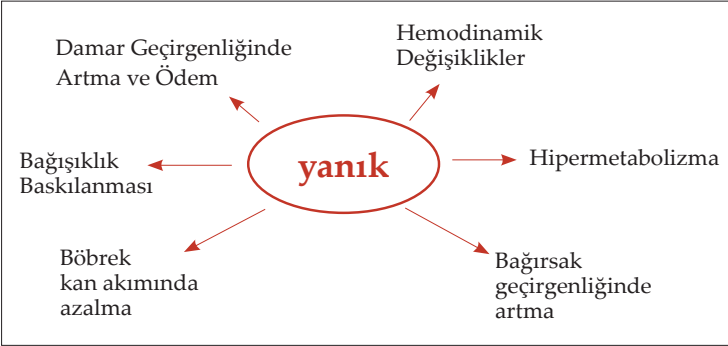
## NOTLAR



## TERMAL YANIĞIN PATOFİZYOLOJİSİ

**Y**anık travmasını takiben hipovolemi ve sirkülatuar mediatörlerin etkisi ile ortaya çıkan organizmanın lokal ve sistemik cevabının anlaşılması, etkili bir yanık tedavisi ve hasta bakımı için son derece önemlidir.

### Yanık sonrası gelişen sistemik değişiklikler

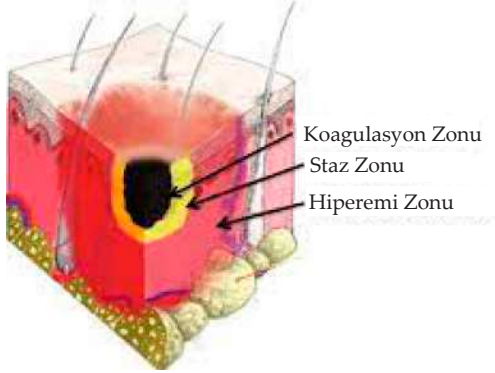


### Lokal cevap

Yanık yaralanmasının anlaşılabilmesi için derinin anatomi ve fizyolojisinin hatırlanması gereklidir. Deri çift tabakalı bir organdır ve yaşam için gerekli pek çok koruyucu fonksiyonu vardır. En dıştaki epidermal tabaka önemli bir

bariyerdir ve en dışında ölü hücreler ile keratin barındırır. Bu tabaka bakteriyel ve çevresel toksinlere karşı bir bariyer vazifesi görür. Bazal epidermal hücreler ise yeni epidermal hücreler için bir kaynak teşkil eder. Epidermisin “rete pegs” denilen dalgalı tabakası bazal membran aracılığı ile epidermisin dermise tutunmasını güçlendirir. Daha iç tabakası ise epidermisin devamlı restorasyonu gibi çok elzem fonksiyonlara sahiptir. Dermis papiller ve retiküler olarak iki tabakadır. Papiller tabaka aşırı biyoaktif retiküler tabakanın biyoaktivitesi ise daha azdır. Bu biyoaktivite farkından dolayıdır ki yüzeysel kısmı kalınlıktaki yanıklar derin kısmı kalınlıktaki yanıklardan genellikle daha hızlı iyileşir. Daha derin yanıklarda ise papiller tabaka yoktur. Yanık hasarında cildin bariyer görevi ortadan kalkınca enfeksiyon, vücut ısısı kaybı, buharlaşma ile artmış su kaybı gibi komplikasyonlar genellikle eşlik eder. Isı arttıkça protein yıkımı artar. Erken denatürasyon proteinde ciddi değişikliğe neden olur ve bu durum koagülasyon olarak adlandırılır. Koagülasyon, protein yapısının bütün seviyelerinde destrüksiyonu içerir. Deri direkt olarak yüksek derece de ısıya ya da daha düşük derecede ısıya uzun süre maruz kaldığında bu duruma hemen erişilebilir. Her ikisinde de hücre nekrozu yaygındır, sıklıkla ısının direkt temas ettiği deri yüzeyinden başlar ve çevreye doğru uzanır. Koagülasyon diye adlandırılan bu durum derideki yanık bölgesinde koagülasyon zonu ya da nekroz zonu olarak nitelendirilir. Jackson tarafından tanımlanan yanık yarasının üç zonu’ndan ilkidir. Bu zon, yanık eskar dokusunu içerir.

## Jackson'ın tanımladığı yanık zonları



Koagülasyon zonunun çevresinde inflamasyon ve ödemle belirgin kurtarılma potansiyeline sahip olan, hasarlanmanın daha az olduğu staz zonu vardır. Bu bölgede dolaşım progressif olarak bozulur ve bu da iskemi gelişmesine ve hücrelerin ölümüne neden olur. Bazı vakalarda staz zonu tamamen skar dokusuna dönüşebilir. Bu zonda kan akımında bozulma mikrovasküler düzeyde gelişen patolojik değişiklikler sonucu meydana gelir. Bu değişiklikler içerisinde, mikro trombüslerin oluşması, nötrofillerin damar duvarına adezyonu, fibrin depolanması, endotelde ödem ve vazokonstriksiyon yer alır. Kan akımında bozukluk, ciddi yanık alanlarında iki üç saat içerisinde ortaya çıkar. Daha az ciddi olan yanık alanlarında ise bu süre 16-24 saate kadar gecikebilir. Bu süreç 48 saate kadar da uzayabilir. Staz zonundaki hücrelerin canlılığını yitirmemesi için hastanın destekleyici tedavisinde geç kalınmamalıdır. Uygun koşullar sağlandığı takdirde, staz zonundaki hücreler bir hafta içerisinde yeniden canlılığını kazanır. Ancak iyileşme gerçekleşse dahi bu zonda epitelyal hücre kaybı yüksektir. İyileşme döneminde hücreler hasara karşı aşırı duyarlıdır. Dehidratasyon,

basınç, hipovolemi, aşırı sıvı verilmesi ve enfeksiyon, staz zonunda nekroza dolayısıyla yanığın derinleşmesine neden olabilir. Özellikle ilk bir haftada yanık yarasının kuru kalmaması, topikal antimikrobiyal ajanların kullanılması, uygun resüsitasyonun sağlanması nekrozun ilerlememesi için gereklidir. Yanık dokularında çeşitli vazoaktif enflamatuar mediatörler özellikle tromboksan A2 ve prostaglandin F2 açığa çıkar. Staz zonunun periferik kısmı hiperemi zonu olarak adlandırılır. Bu zonda, enflamatuar cevap sonucu açığa çıkan vazoaktif mediatörlerin etkisi ile kan akımında artış ile birlikte belirgin vazodilatasyon gözlenir. Hiperemi zonu minimal hücre hasarı ile karakterizedir. Travma ve enfeksiyon gibi komplikasyonlar gelişmediği takdirde bu zonda tam bir hücresel iyileşme görülür.

## Sistemik cevap

### *İnflamasyon, Ödem ve Yanık Şoku*

İnhalasyon hasarı olsun ya da olmasın ciddi yanıklar başlangıçtan itibaren sistemik hastalıktır. Yanıkla birlikte hem yanık bölgesinden hem de diğer dokulardan yoğun bir inflamatuvar mediyatör salınımı olur ve bu sistemik inflamatuvar cevap sendromu (SIRS) ile sonuçlanır. Bu mediyatörler vazokonstrüksiyon ve vazodilatasyona, kapiller permeabilitede artışa ve hem yanık bölgesi hem de uzak organlarda ödem gelişimine neden olurlar. Yaygın ödem yanık ve yanık olmayan bölgelerin starling güçlerindeki değişikliklere bağlı olarak gelişir. Başlangıçta yanık bölgesinde hidrostatik basınç dramatik olarak düşerken yanmamış bölgede interstiyel basınç hafif artar. Artmış kapiller geçirgenlik protein kaybına neden olur ve bu da plazma onkotik basıncında azalma, interstiyel onkotik basınçta artma ile sonuçlanır. Tüm bunların sonucunda hem yanık hem de yanmamış

bölgede ödem gelişir. Ancak, düşük interstisyel basınç nedeniyle yanık bölgede ödem daha fazladır. Hafif yanıklarda maksimum ödem 8-12 saatte gelişirken, geniş yanıklarda maksimum ödem 12-24 saatte gelişir. Ödemden sorumlu tutulan mediyatörlerin çoğu venül endotel bütünlüğünü etkileyerek yanık sonrası permeabilite artışına yol açarlar. Bu mediyatörlerin başlıcaları histamin, kininler, vazoaktif aminler, prostaglandinler, lökotrienler, aktive komplemanlar, platelet aktive edici faktör (PAF) ve katekolaminlerdir.

Yanık hasarından hemen sonra yanık bölgesi mast hücrelerinden bol miktarda salgılanan histamin, yanık sonrası artmış vasküler permeabilitenin sadece en erken fazından sorumludur ve bunu destekleyen bulgu serum histamin değerinin yanık sonrası ilk birkaç saatte pik yapmasıdır. Antihistaminler yanık ödemi tedavisinde kullanılmış ancak, yeterince başarılı olamamıştır. Yanıktan hemen sonra yığılaşmış trombositlerden salınan serotonin hem doğrudan hem de norepinefrin, histamin, anjiyotensin-II ve bazı eikosanoidlerin mikrovasküler düzeydeki vazokonstriktör etkisini arttırarak dolaylı yoldan pulmoner vasküler dirençte artmaya yol açar. Serotonin blokajı yanık sonrası oksijen ihtiyacını da azaltır, kardiyak indeksi düzeltir ve pulmoner arter basıncını azaltır. Araşidonik asid metabolimasının vazoaktif ürünleri olan eikozanoidler, yanık bölgeden salınırlar ve yanık ödeminde rol alırlar. Bunlar vasküler permeabiliteyi doğrudan arttırmazlar, PGE2 ve prostasiklin (PGI2) gibi vazodilatatör prostaglandinlerin seviyesini arttırarak yanık dokuda arteryal kan akımını ve hasarlı mikrosirkülasyonun hidrostatik basıncını arttıırırlar ve bu da ödemi belirginleştirir. Ayrıca, tromboksan A2'nin vazokonstriktör etkisi mezenterik kan akımını azaltarak gastrointestinal sistem (GİS) mukoza bütünlüğünü bozmakta ve GİS immün fonksiyonlarında azalmaya da yol açmaktadır (52). Kininler-

den özellikle bradikininin birincil olarak venülleri etkileyerek vasküler permeabilityyi artırır. PAF de yanık hasarına bağlı salınarak vasküler permeabilityyi artırır.

Yanık sonrası erken dönemde sistemik mikrovasküler kaçağa bağlı olarak hiperkoagulabilite ve hiperfibrinolitik durum birbirine eşlik eder. Hematolojik ölçümler dissemine intravasküler koagülasyonu (DİC) andırır ve bu durumun derecesi organ yetmezliği ve prognoz ile ilişkilidir. Mikrovasküler değişiklikler plazma miktarında azalma, periferik vasküler dirençte artma ve sonuçta kardiyak outputta azalmaya neden olur. Azalmış kan völümü, artmış kan vizkozitesi ve azalmış kardiyak kontraktilite nedeniyle kardiyak output azalmış olarak kalır. Ventriküler disfonksiyonun lenfatik sıvıdaki dolaşan miyokardiyal depresan faktöre bağlı olduğu öne sürülse de spesifik bir faktör izole edilememiştir. Başarılı bir resüsitasyon sonrası kardiyak output 24–72 saatte tamamen normale döner, hatta tedavi ile iyileşme döneminde normalin üzerinde seyreder. Tüm bu karmaşık mikrosirkulatuar ve hemodinamik olaylar sonucu gelişen yanık şoku, sadece kanama veya sıvı eksikliğine bağlı gelişen hipovolemik şoktan ayrı bir durumdur. Ancak, tedavi-deki birincil amaç tüm şok tiplerinde aynıdır ve bu da doku ve organların perfüzyonunu sağlamaktır.

**Tablo 5: Travmaya karşı sistemik cevapta önemli mediyatörler.**

Mediyatör	Orijin	Etki
Bradikinin	Kinin sistemi (kininojen)	Vazodilatasyon Mikrovasküler permeabilite artışı Düz kas kontraksiyonu Ağrı
Fibrinopeptidler Fibrin yıkım ürünleri	Koagulasyon sistemi	Mikrovasküler permeabilite artışı PMNL ve makrofaj kemotaksisi
C3a	Kompleman C3a	Mast hücre degranülasyonu Düz kas kontraksiyonu
C5a	Kompleman C5a	Mast hücre degranülasyonu Düz kas kontraksiyonu Mikrovasküler permeabilite artışı PMNL ve makrofaj kemotaksisi PMNL aktivasyonu
P maddesi	Duyusal sinir uçları	Vazodilatasyon Mikrovasküler permeabilite artışı
Histamin	Mast hücreleri Bazofiller	Mikrovasküler permeabilite artışı Düz kas kontraksiyonu Kemokinezis
5-Hidroksitriptamin (5-HT Serotonin)	Plateletler Mast hücreleri	Mikrovasküler permeabilite artışı Düz kas kontraksiyonu
Platelet Aktifleyen Faktör (PAF)	PMNL Makrofajlar Bazofiller	Mikrovasküler permeabilite artışı Düz kas kontraksiyonu PMNL aktivasyonu

Mediyatör	Orijin	Etki
PGE2	Siklooksijenaz yolu	Vazodilatasyon
PGF2alfa	Siklooksijenaz yolu	Vazokonstrüksiyon
LTB4	Lipoksinez yolu	PMNL kemotaksisi
LTD4	Lipoksijenaz yolu	Mikrovasküler permeabilite artışı Düz kas kontraksiyonu

### Enfeksiyon

Termal hasar cildin normal bariyer fonksiyonunu bozmakta, dolayısıyla yanık yaralarında mikrobiyal kolonizasyona izin vermekte ve topikal antimikrobial ajanların kullanılmasına rağmen kontaminasyon kaçınılmaz hale gelmektedir. Enfeksiyon, yanık yaralarının sık karşılaşılan en ciddi komplikasyonudur. Yanmayı takiben kıl follikülleri ve ter bezleri içindeki mikroorganizmalarda hızlı çoğalma başlar. Flora başlangıçta gram pozitiflerden oluşur (başlıca Stafilokok) beşinci günden itibaren gram negatiflerde artış olur (başlıca Pseudomonas).

Yanık olayından 1 hafta sonrasında başlayarak 1 g yanık yarasında ortalama  $10^7$  civarında psödomonas bulunması durumuna "Yanık Yarası Sepsisi" denir. Kısa zamanda lenfatik kanallar bu bakteriler tarafından istila edilir, civardaki sağlam dokularda vaskülit gelişir ve kanda mikroorganizma izole edilememesine rağmen ölüm, çoğu kez yanık yarası sepsisi nedeniyle olur. Yanık sepsisi bugün bile hala en geliştirilmiş antibiyotiklere ve en ileri yara bakım olanaklarına rağmen ölümcül varlığını sürdürmektedir. Yanıktaki ölümlerin %75'inde enfeksiyonun başlıca etken olduğu saptanmıştır. Yanık şokunun ilk günlerde atlatılma-



sından sonra immün savunma sistemlerindeki depresyon nedeniyle yaygın ve öldürücü enfeksiyonlar gelişmektedir. Vücudun normal koruyucu cilt örtüsünün kaybı ve organizmanın bakterilere karşı defans mekanizmasındaki yetersizliği enfeksiyonun yayılmasına ve sepsise zemin hazırlar.

### *Sistemik İnflamatuvar Cevap Sendromu (SİCS)*

Bu sendrom sadece yanıkta değil enfeksiyöz veya enfeksiyöz olmayan olaylardan sonra, multipl travma ve pankreatitte de gelişebilir.

### **Sistemik İnflamatuvar Cevap Sendromu'nun klinik bulguları**

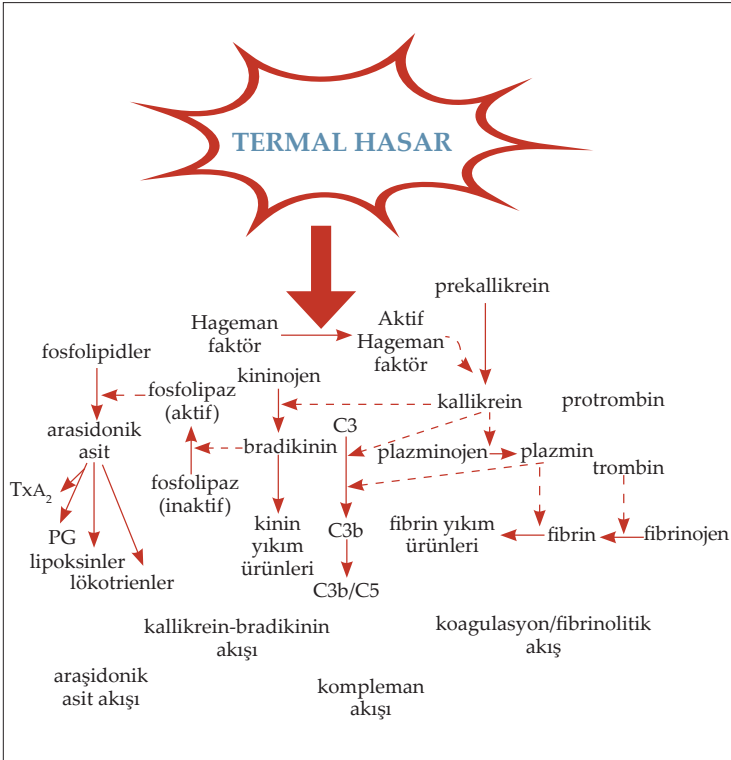
Vücut ısısı	> 38 °C veya < 36 °C
Nabız	> 90/dakika
Solunum hızı	> 20/dk. veya PaCO < 32 mmHg.
Lökosit sayısı	> 12000/ul, veya > %10 olgunlaşmamış.

Plazmada lipid peroksidasyonuna ait ürünlerin bulunması yanıkta lokal ve uzak organ hasarlarında oksijen radikallerinin önemli bir rol üstlendiğini ortaya koymaktadır. Yanıkta gerçek bir iskemi-reperfüzyon hasarı olmamakla birlikte lokal bir iskemi ve yavaş süren reperfüzyon olduğu iddia edilmektedir. Yanık bölgeden uzakta gelişen organ hasarlarında intravasküler kompleman aktivasyonu ve bunun sonucu olarak da "intravasküler nötrofil aktivasyonu" sorumlu tutulmaktadır. Yanıktan hemen sonra hemoglobini ve hemoglobinüri ile kendini gösteren eritrosit yıkımına, aktif nötrofillerden salınan reaktif oksijen ürünlerinin neden olduğu gösterilmiştir.

### Koagülasyon Nekrozu

Sıcak yaralanması epidermis ve altındaki dokularda koagülatif tipte nekroza yol açar. İnsan cildinin sıcak yaralanması iki aşamada oluşur. İlki, hemen ilk anda hücre hasarı ile birlikte oluşan sıcak yaralanmasıdır. İkincisi ise ilerleyici dermal iskemi sonucu oluşan hücre ölümüne bağlı gecikmiş yaralanmadır.

### Termal hasara enflamatuvar cevap



### *Hematolojik Değişiklikler*

Yanık bölgede lokal hasar nedeniyle hemoliz gelişir. Geniş yanıklı hastalarda erken dönemde mikrovasküler trombüs oluşumu sırasında trombositlerin harcanmasına bağlı trombositopeni gelişebilir. Geç dönemde koagülasyon faktörlerinde bir artış dikkati çeker. Yanık sonrası en erken üçüncü günden başlayarak antitrombin III ve protein C seviyelerinde artış dikkati çeker. Buna bağlı tromboembolik olaylar nadir görülse de bu hastaların antikoagüle edilmesi gerekir.

### *Gastrointestinal Sistem Değişiklikleri*

Yanığa bağlı en sık görülen gastrointestinal değişiklikler; adinamik ileus, mide dilatasyonu, mide salgısı ve ülser sıklığında artma, gastrointestinal kanamaya eğilim, mezenterik kan akımında azalma ve mukozal değişikliklerdir. Mukozal değişiklikler ise mukozal atrofi, emilim değişikliği ve artmış intestinal permeabilitedir. İnce bağırsak mukoza atrofisi yanık yüzdesi ve apoptoza bağlı artmış epitelyal hücre ölümü ile orantılı olarak ilk 12 saat içinde gelişir. Mikrovilluslarda vezikülasyon ve terminal aktin filamentlerde hasar 18. saatte en belirgin hale gelir. Yanığın ilk saatlerinde mukozal atrofiye paralel olarak glikoz, amino asit ve yağ asitlerinin emilimi ve mukozal lipaz aktivitesi azalır ancak, 48-72 saatte normale döner. Yanıkla birlikte makromoleküllere karşı intestinal permeabilite artar. Yanığın genişliği ile orantılı olarak polietilen glikol, laktuloz ve mannitole karşı intestinal permeabilite artar. Yanık yarasının infekte olması ile intestinal permeabilite daha da artar. Mukoza permeabilitesi GİS epitel apoptozu ile paralel olarak da artar. İntestinal permeabilite ile ilişkili olarak GİS kan akımında değişiklikler olur. Yanığın 5. saatinde intestinal permeabilite artarken intestinal kan akımının azaldığı deneysel olarak gösterilmiştir. Bu etki 24.

saatte kaybolur. Bütün bu değişiklikler sonucu mukozal bariyer bozulur ve bakteriyel translokasyonla sonuçlanır.

### *Pulmoner Değişiklikler*

Geniş yanıklarda sistemik vasküler direncin artışına paralel olarak pulmoner vasküler dirençte de artış gözlenir. Bu durum düşük kalp debisine bağlı gelişen sol kalp yetmezliği ile birlikte pulmoner ödem gelişimini artırıcı etkenlerdir. Göğüs duvarında çevresel yanığı olan hastalarda, gelişen ödem ile birlikte skar dokusu kompresyona ve restriktif tip solunum yetmezliğine neden olur. Buhar yanıkları dışında üst ve alt solunum yolları ısıya doğrudan maruz kalmaz. İnhalasyon yanığı yanma sonrası ortaya çıkan duman ve sayısız toksik madde ile oluşan kimyasal bir trakeobronşit ve akut pnömonidir. İnhalasyon hasarında hem hava yolları hem de pulmoner vasküler sistem etkilenir.

### *Endokrin Değişiklikler*

Yanık sonrası erken dönemde glukagon, kortizol ve katekolamin düzeylerinde artma, insülin ve triiyodotironin düzeylerinde azalma ile tanımlanabilecek akut bir yanıt ortaya çıkar. Bu değişiklikler yanık genişliği ile doğru orantılıdır.

### *Nörolojik Değişiklikler*

Daha sık olarak yüksek voltajlı elektrik yanıklarında, eşlik eden travma ile birlikte ortaya çıkar. Tüm yanık hastalarında diğer travma türlerinde de görülen özgül olmayan nörolojik değişiklikler görülür.

### *İmmünolojik Değişiklikler*

Yanıkta hücresel immün yanıtta baskılanma ve bunun sonucunda gecikmiş tip hipersensitivite reaksiyonunda azalma ile periferik kanda lenfosit çoğalmasında azalma görülür.

### *Kas-iskelet Sistemi Değişiklikleri*

Yanık yaraları tam olarak iyileşse bile iskelet sisteminde geçici veya kalıcı birçok patolojilere neden olur. En sık ortaya çıkan kas-iskelet sistemi değişiklikleri, osteoporoz, osteomyelit ve kemik kırıklarıdır. Yanık hastalarında, özellikle akut dönemde kemiklerden kalsiyum kaybı olur ve kemik gelişimi, büyümesi yavaşlar. Kalsiyum kaybı yanık sonrası 7. haftaya kadar sürer. Geniş yanıklarda, yanık tedavisi tamamlandıktan sonra bile kalsiyum kaybı ve osteoporoz devam eder. Yanığın kemik gelişimindeki olumsuz etkilerinin nedeni tam olarak aydınlatılamamıştır.

### Hücresel bağışıklık sisteminde başlıca sitokinler

IL-1	Makrofajlar LGL'ler, B hücreleri	Endotelial h.h'ler Fibroblastlar	T ve B hücreleri Makrofajlar Endotelial h.h'ler Doku hücreleri	Lenfosit ve makrofajların aktivasyonu Lökosit/endotelial yapılaşma Akut-faz proteini
IL-2	T hücreleri		T hücreleri	Lenfosit ve makrofajların aktivasyonu T hücre proliferasyonu ve diferansiyasyonu
IL-6	T ve B hücreleri	Fibroblastlar	B hücreleri Hepatositler	Akut-faz proteinlerini indükler B-hücre diferansiyasyonu
IL-8	Monositler		PMNL'ler Bazofiller	Kemotaksis
TNF $\alpha$	Makrofajlar Lenfositler Mast hücreleri		Makrofaj Granülositler Doku hücreleri	Makrofajların, granülositlerin ve sitotoksik hücrelerin aktivasyonu Lökosit/endotelial yapılaşma Akut faz proteinleri ve anjiyogenezin stimülasyonu Kaşeksi ve pireksi
IFN $\gamma$	T hücreleri NK hücreleri	Epitelial hücreler Fibroblastlar	Lökositler Doku hücreleri	Makrofajların aktivasyonu Lökosit/endotelial yapılaşma

### *Renal Sistem Değişiklikleri*

Kan volümü ve kardiyak outputtaki azalma renal kan akımı ve glomerüler filtrasyon hızında düşme ile sonuçlanır. Anjiyotensin, aldesteron ve vazopressin gibi stres hormonları da yanık sonrası renal kan akımını daha da düşürür ve sonuçta oligüri gelişir. Miyoglobunüri de tubuler hasara katkıda bulunabilir. Bu aşamada etkili tedavi başlanmazsa oligüri akut tubuler nekroz ve renal yetmezlikle sonuçlanır. Ciddi yanıklarda %1,3-38 oranında akut böbrek yetmezliği gelişebilir ve bu komplikasyona %73-100 oranında ölüm eşlik eder. Erken ve iyi bir resüsitasyon bu tür renal yetmezliği ve mortaliteyi azaltır. Diğer bir renal yetmezlik tipi ise yanıktan sonra geç dönemde gözlenir, patofizyolojisi daha karmaşıktır, sepsis ve çoklu organ yetmezliği ile ilişkilidir ve bu tip yetmezlik daha ölümcüldür.

### *Hipermetabolizma*

Siddetli yanık ve resüsitasyon sonrası hipermetabolizma gelişir bu da taşikardi, artmış kardiyak output, artmış enerji harcaması, artmış oksijen tüketimi, proteoliz, lipoliz ve ciddi nitrojen kaybı ile karakterizedir. Bu yanıt tüm büyük travmalarda gözlenirse de en dramatik şekli ciddi yanıklarda ortaya çıkar, aylarca devam eder, kilo ve güç kaybına neden olur. Bu değişimlerden katekolaminler, glukokortikoidler ve glukagonları da içeren katabolik hormonların salınması sorumludur. Katekolaminler glukoz yararlanırlığını arttırmada hepatik glukoneogenez ve glikojenoliz üzerinden direkt ve indirekt olarak etkiler. Yağ asidi yararlanırlığını da periferik lipoliz üzerinden etkiler. Hepatosit ve lipositler üzerinde direkt etki alfa ve beta adrenerjik reseptörler yoluyla olur. İndirekt etki ise pankreastaki endokrin dokuda adrenerjik reseptörlerin stimülasyonu ile olur, bu da insülin

salınımına göre glukagon salınımında göreceli bir artma ile sonuçlanır. Normal olarak glukagon salınımı hepatik glukoz yapımını ve periferik lipolizi artırır. İnsülin ise tam tersi etkiye sahiptir, hepatik glukoz yapımını ve periferik lipolizi azaltır. Pankreastaki  $\alpha$ -adrenerjik reseptörlerin katekolaminlerce uyarılması ile hem glukagon hem de insülin salınımı artar, ancak eş zamanlı  $\alpha$ -reseptörlerin uyarılması glukagona göre insülin üzerinde daha fazla inhibitör etkiye sahiptir. Bu da glukagonun insülinde daha fazla salınımı ile sonuçlanır. Katekolamince stimule edilmiş glukagonun etkileri, yağ asidi üretiminde ve salınımında insüline göre ağır basar.

Glukokortikoid hormon salınımı nöral stimülasyon yolu ile hipotalamik, hipofizer-adrenal aks ile sağlanır. Kortizol enerji substratları üzerinde benzer etkilere sahiptir, insülin direncini artırır, bu da karaciğer glukoz salınımını artırarak hiperglisemiye katkıda bulunur. Katekolaminler kortizol ve glukagon ile kombine olduğunda glukoz salınımını aşırı derecede artırırlar, (ki bu da başlangıçta yararlı olabilir) çünkü glukoz nöral dokular için olduğu kadar inflamatuvar hücreler için de temel yakıttır. Ancak, yanıklı hastada hiperinsülinemik duruma rağmen hepatik insülin direnci nedeniyle hipergliseminin devam etmesi, yanık tedavisinin sonuçlarını kötüleştirebilir. Hatta, hiperglisemi bazal enerji gereksinimini değiştirmeden kas katabolizmasını arttırabilir.

Hepatik glukoneogenez için substrat, proteoliz ve periferik lipoliz ile sağlanır. Yapısal ve temel proteinler amino asitlere parçalanır; bunlar da enerji üretimi için trikarboksilik asit siklüsüne katılır, karaciğerde glukoneogenez için substrat olarak kullanılır veya akut faz reaktanı sentezinde



kullanılırlar. Bu süreç için en elverişli vücut proteini kaslarda depolanmıştır ve ilk olarak buradan kullanılır. Yanığın büyüklüğü ile orantılı olarak ortama önemli miktarda laktat ve alanin salınır. Glutamin de aşırı miktarlarda salınır, hatta kas dokusu glutamin depolarının %50'sini tüketilebilir.

Piruvat veya oksaloasetatata dönüştükten sonra, bu amino asitler ATP kaybı ile glukoz oluştururlar. Yirmi amino asidin onsekizi glukojeniktir ve glukoz sentezi için kullanılabilir. Karaciğerde C-reaktif protein, fibrinojen,  $\beta$ -2 makroglobulin ve bazı komplement faktörleri gibi akut faz reaktanlarının sentezi de artmıştır. Şiddetli yanıklarda gelişen metabolik yanıtlardan bir başkası da katabolik hormonlarla ilişkili periferik lipolizdir. Katekolaminler, glukagon ve kortizol seviyelerinin artması, yağ dokusundaki intraselüler hormon-duyarlı lipazı stimule ederek serbest yağ asitlerinin salınmasına neden olurlar. Bunlar karaciğere dönerler, burada enerji için oksitlenirler, tekrar esterlenerek trigliseride döndürülür ve karaciğerde depolanırlar veya VLDL yoluyla diğer dokulara gitmek için ileri paketlenme işlemine tabi tutulurlar. Hasarlanmış yağ dokusundan açığa çıkan gliserol, fosforilasyon sonrası gliseraldehit 3-fosfat düzeyinden glukojenik yola katılır. Yaralanmış hastalarda, hormonların ve sitokinlerin etkisiyle veya normal enzimatik sürecin aşırı olmasıyla, lipoliz oranları dramatik oranlarda yüksektir, bu durum dolayısıyla aşırı artmış yağın karaciğerde yeterince işlenememesine neden olur. Bu da karaciğer yağlanması ile sonuçlanır.

## NOTLAR

## DERİNİN YARA VE YANIKLARININ İYİLEŞMESİ

İnsanlarda yaralara karşı vücudun geliştirdiği ilk reaksiyon, rejenerasyon adı verilen basit tip parankim hücrelerinin yerini aynı tip hücrelerin yeniden yapılarak almasıdır. Kaybedilen hücreler kalan hücrelerin proliferatif aktivitesi ile yerine konur. Bu olay değişik dokuların rejenerasyon kapasitelerine göre değişir ve en iyi deri ve subkütan doku yaralanmalarında gözlenir. Fakat yaralanma, rejenerasyon kapasitesi olmayan hücreleri kapsarsa doku onarımı güçleşir ve iyileşme fibröz skar formasyonu ile gerçekleşir.

Yara tamirinde rol oynayan somatik hücreler verdikleri cevaba göre üç ana grupta toplanmaktadır:

*Stabil Hücreler:* Karaciğer, pankreas, adrenal korteks, renal tubüler epitel ve tiroit bezlerinde bulunur. Büyüme durduğu zaman çoğalmayı durduran hücrelerdir ancak herhangi bir yaralanma durumunda mitotik yeteneklerini tekrar kazanırlar.

*Labil Hücreler:* Epidermis, solunum ve üriner sistem mukozası, endometrium, lenfoid hücreler ve hemopoetik kemik iliği hücreleri bu tip hücrelerdir. Normal şartlarda

çoğalmaya ve kaybolan hücrelerin yenilenmesine yönelik hücrelerdir.

*Permenant Hücreler:* En klasik örnek nöronlardır. İnsanın erişkin döneminden önce mitoz kabiliyetlerini yitiren hücrelerdir.

### **Deri Yanıklarında Primer İyileşme Fazı**

Primer iyileşmede, ilk önce yara kenarlarında ve yüzeyinde kan pıhtılaşır ve koruyucu bir kabuk halinde kurur. Bu dönemde, birinci derece yanıkta deri kurudur ve vezikül yoktur, enfeksiyon yanığın hiçbir kademesinde görülmez. İyileşme 3-6 gün içinde olur ve epidermis küçük kabarcıklar halinde kalkarak soyulur, iz bırakmayan geçici bir kırmızılık meydana gelir. Ölü dokunun uzaklaştırılması işlemi önce polimorflar sonra makrofajlar üstlenir, bu sırada kuru kabuğun altında hızla epitel yayılması gözlenir. Bu olay ilk 2 gün içinde oluşur. Üçüncü ve altıncı günler arasında ise kapiller damarlar ve fibroblastlar epitel altında büyür. Eğer yanık bölgesi büyük ise iyileşme süreci uzun sürebilir ve fibroblastların sentezlediği kollajen birinci haftanın sonunda yara kenarlarını tutturmaya başlar. Kollajenin bu aktivitesi 2-4 hafta sürer, ancak yaranın dayanıklılığının artması ayları bulabilir.

### *Yara Pıhtısı ve Ortamdan Kaldırılması*

Yanıklarda zedelenen deri ve subkütan dokudaki kan damarlarından dışarı sızan kan yara yüzeyinde pıhtılaşır ve yara kenarlarının arasındaki boşluğu doldurur. Kan pıhtısındaki fibrin bir zambak gibi görev yaparak kesi yüzeylerini bir arada tutar. Böylece dehidrate olan kan pıhtısı yüzeyde bir kabuk oluşturarak yarayı kapatır. Yaranın iç

kısımlarında aşırı miktarda kan pıhtısı bulunması ise iyileşmeyi geciktirici bir faktördür. Çünkü bu durumda enfeksiyon riski artar ve özellikle de derin dermal ve üçüncü derece yanıklarda risk oluşabilir. Eğer pıhtı boşaltılmaz ise yerini yavaş yavaş fibröz dokuya bırakır. İlk 24 saat içinde yara kenarlarında hafif enflamatuvar reaksiyon gözlenir. Hasarın yoğun olduğu kısımda eksudasyon sıvısı ve fibrin depolanması görülürken polimorfların, monositlerin ve lenfositlerin göçü de başlar. Kan pıhtısı polimorfların enzimleri tarafından sindirilir ve üçüncü günden itibaren makrofajlar bu olaya yardımcı olmaya başlayarak geriye kalan fibrini ve hücresel artıkları ortadan kaldırırlar. Tüm bu değişiklikler yaralanmaya karşı akut inflamatuvar fazı oluşturur ve genellikle bu fazda enfeksiyon yoksa oldukça hafif seyreder.

### *Epitel Rejenerasyonu*

Hasarlı dokuyu ilk onaran kısım epidermisin skuamöz epitelidir. Yara kenarlarından 3-4 mm uzaklığa kadar olan alanda ilk 24 saat içinde bazal hücreler yoğunlaşır. Bunu takiben yaralara yakın yerlerde epitelin derin kısımlarındaki hücreler birbirleri üzerinden kayarak yara yüzeyine göç etmeye başlarlar. Bu hücreler düzleşerek yara yüzeyinde kesintisiz bir örtü oluştururlar. Bu aşamada, epidermisin bazal katındaki kök hücreler ve komşu yağ foliküllerin proliferasyonu başlarlar. Bu safha daha çok derin dermal ikinci derece yanıklarda görülür. Bu tip yanıklarda derinin yüzeysel tabakaları ısı ile koagüle olduğundan veziküller oluşmaz ve epitel rejenerasyonu sadece ter bezleri ve kıl foliküllerinden gelişir. Üçüncü derece yanıklarda ise deri ve tüm epitel yapıları hasara uğradığından iyileşme farklı bir tabloda seyreder. Bu tip yaralanmalar sonucu dermis ve deri altı

yağ dokusu ve kıl folikülleri koagülasyon nekrozu sonucu tahrip olur ve epitelizasyon yalnızca yara kenarından başlar ki, bu da ilk bir haftada çok az bir bölgede oluşur. Normal bir yaralanmada mitoz, göç eden hücrelerde nadiren gözlenirken, yeni oluşan epitelde daha geç oluşur. Oluşan yeni epidermis tek kat düz hücreleri içerir ve yaranın periferinde hücreler stratifiye olarak belirgin bir kalınlığa ulaşırlar. Bu aşamada hücreler, kan pıhtısının ve yara artıklarının altında, dermisin kesilmiş kenarlarından aşağıya doğru, proteolitik enzimleri salgılayarak kollajen fibriller arasından kendilerine yol açar ve epitelin oluşmasını sağlarlar ancak dermal papillaya uzanan kıvrımları oluşturmazlar. Dermise doğru gelişen epitel ise daha sonra rezorbe olur. Derin dermal yanıklarda enfeksiyon görülmezse iyileşme süreci yukarıda kaydedildiği gibi gerçekleşir. Üçüncü derece yanıklarda ise mitoz ve bunu takiben oluşan granülasyon yumuşak ve uzun sürelidir. Yara enfekte olabilir, uzun sürede kendi kendine iyileşme görülebilir fakat iyileşme şekil bozuklukları ile birlikte olmaktadır.

### *Dermisin ve Subkutan Dokunun Tamiri*

Yaralı dermis ve subkutan doku, yeni kan damarlarının ve fibroblastların proliferasyonu ile granülasyon dokusunun oluşması sonucu iyileşir. Makrofajlar trombositlerle birlikte fibroblastları yara yüzeyine çekerken, aynı zamanda da proliferasyonu stimüle etmekte ve kan damarlarının oluşmasında rol oynamaktadırlar. Hücrelerin göçü, lokal hyalüronik asidin artıp suyu çekmesi ve ekstraselüler matriksi arttırması ile sonuçlanır. Granülasyon dokusunda bulunan fibronektin fibrinlerle beraber göç eden hücrelerin yapışabileceği bir ortam oluşturur. İkinci günden sonra yara kenarlarında yeni oluşan kapiller damarlar görülür, hücrele-

rin göçü ve proliferasyonu ile oluşan bu damarlar vasküler proliferasyon şeklinde yaranın direncinin en düşük olduğu yerde kendini gösterir. Bu hücreler göç ederek tek bir damarı oluşturur daha sonra ise kapillerler kendi aralarında birleşerek lümeni oluştururlar. Yeni oluşan kapiller damarlar çok incedir ve bazal membranları yoktur. Eğer yara bölgesinde akut enflamasyon söz konusu ise proteince zengin sıvı polimorflarla birlikte serbestleşir. Birkaç gün sonra oluşan kapillerlerden bazıları birleşerek arter ve venüle dönüşür. Lenfatik kanallar da aynı tip kapillerden, benzer şekilde oluşurlar.

Yeni damarların oluşmasından sonra uzun iğ şeklinde fibroblastlar perivasküler bağ dokusuna yönelirler ve proliferere olduktan sonra yara içinde Tip I ve Tip III kollajen sentezini başlatırlar. Kollajen fibrilleri yaranın iyileşmesinde önemlidir çünkü bu yapılar yaranın kenarlarını birleştirmeye yardım ederler. Aynı zamanda fibroblastlardan proteoglikan bazlı bir madde de ortama salgılanır. Bu madde fibrillerin büyüklük ve yönünün saptanmasında ve kollajen moleküllerinin arasındaki çapraz bağların arttırılmasında önemli rol oynar. Yarada kollajen miktarı giderek artar ve daha sonra Tip I kollajenin yerini Tip III kollajene bırakması ile kollajen molekülleri arasındaki bağlar daha da kuvvetlenir. Fibroblastlar kollajeni sentezleyip, çözünür halde salgırlar ve ekstraselüler mesafede depolatırlar.

Yara ve yanıkların iyileşmesinde önemli rol oynayan kollajenin 5 temel tipi vardır. Üçlü helikal konfigürasyona sahip olan bu tiplerden Tip I, II ve III benzer görünümde, diğerleri ise farklılık göstermektedir. Kollajenlerin sentezi ve sekresyonu için gereken zaman, kollajen lizisi yapan değişik enzimlerin sentezindeki öncelik sıralarına göre değişik-

lik gösterir. Birçok doku birden fazla tip kollajen içerirken, fibrilleri bulundurmaz. İyileşen deri dokusunda başlangıçta Tip III fibriller normal deriye göre fazlayken, daha sonra yerini Tip I fibrillere bırakır.

#### Kollajen türleri.

Tip	Moleküler Form	Bulunduğu Doku
I	İki $\alpha 1(I)2$ benzer zincirleri bir tane $\alpha 2(I)$ zinciri içerir	Dermis, tendon, kemik, dentin, kornea
II	Üç benzer $\alpha 1(II)3$ zinciri içerir	Kıkırdak, intervertebral disk, vitröz
III	Üç benzer $\alpha 1(III)3$ zinciri içerir.	Embriyonik dermis, yetişkin dermisinin %10-15'i, erken skar dokusu granüloması, kardiovasküler doku, sinovial membran
IV	Üç benzer $\alpha 1(IV)3$ zinciri içerir.	Bazal membran
V	İki benzer $\alpha 1(V)2$ zincirleri ile bir tane $\alpha 2(V)$ zinciri içerir.	İnterstisyel doku

*Kollojen lizisi:* Kollajenazlar yaralanma bölgesine yakın yerlerde makrofajlar, polimorflar veya epitel hücreleri tarafından sentezlenmektedirler. Kollajenaz fibrini parçalamak üzere doğrudan fibrin üzerine salgılanır ve parçalanmış fibrin makrofajlarca sindirilir. Parçalanma, az sayıda ve stabil olmayan çapraz bağ içeren fibrinlerde daha fazladır. Fagozomların içinde yapılar parçalanarak aminoasit veya küçük peptidlere ayrıştırılırlar. Kollajen lizisi iyileşme süreci içinde yara yüzeyindeki kollajen parçalarının temizlenmesinde görülmektedir. Eğer bu yıkım beslenme bozukluğu ve protein yetersizliğinden kaynaklanıyorsa ki, bu genelde ikinci



derece derin dermal ve üçüncü derece yanıklarda görülür, o zaman yaranın iyileşme süreci normal seyrinden çok daha uzar, çünkü sepsis nedeniyle vücutta protein eksikliği oluşur ve protein sentez-yıkım dengesi bozulduğunda yara kollajeni önemli ölçüde sindirilir.

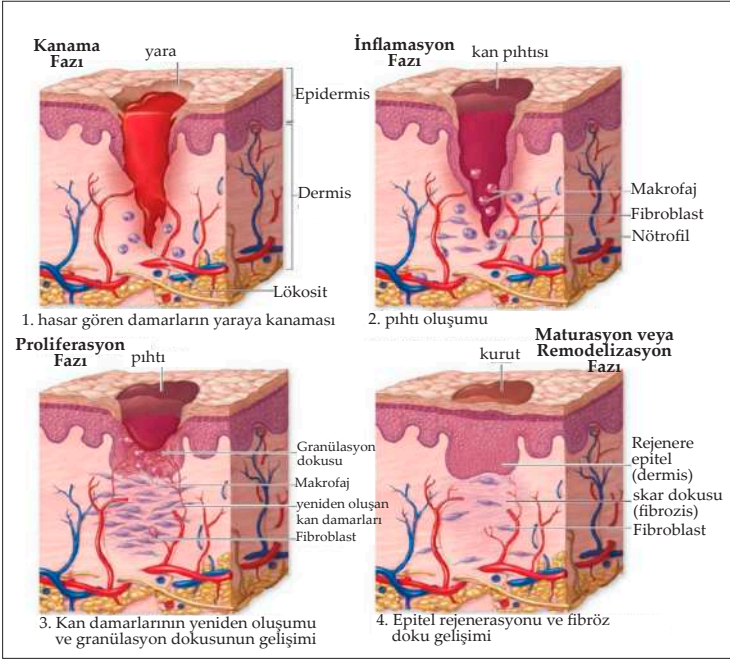
### *Primer Yara ve Yanık İyileşmesinin Son Evresi*

Yara iyileşirken, genç skar tabakası alttaki proliferatif doku nedeniyle normal deriden kabarık ve vasküleritenin artması sebebiyle de kırmızıdır. Kan damarları sayısı iyileşmeyi takiben azalırken, kollajen miktarı da düşer ve kollajenlerden elastik fibriller oluşur. Elastik fibriller, sert kollajenin aksine, düzensiz çapraz bağlı yapıdadırlar ve bu yapılar deriye elastikiyet kazandırır. Oluşan skarda ilk önce duyu sinirleri sonra daha özel sinir uçları gelişir. Birincil iyileşmenin son safhasında yüksek seviyede olan skar yavaş yavaş deri ile aynı hızda olan ve rengi deriye benzeyen skar yapıya yerini bırakır. Bu yeni skar, düz olabildiği gibi, bazen hipertrofik skar veya keloid şeklinde de olabilir.

### **Deri Yanıklarında Sekonder İyileşme Fazı**

Bu faz genelde ağır termal yanıklara maruz kalan hastalarda oluşmaktadır. Doku kaybıyla meydana gelen bir yaralanmanın veya enfekte olmuş kapalı bir yaranın iyileşmesi alttan gelişen granülasyon dokusunun yara bölgesini doldurması ile olur. Vasküler ve fibroblastik proliferasyon beraberce granülasyon dokusunu oluşturur. Yara bölgesinde yüksek miktarda granülasyon dokusu vardır ve iyileşme primer iyileşmeye göre daha uzun zaman alır. Eğer yara yüzeyi temiz ise enfekte olma riski de daha düşüktür. Açık tip yaralanmalarda da kapalı yaralarda olduğu gibi kesi yüzeyinde hemoraji ve fibrin eksudasyonu vardır. Bunu

hızla polimorfonükleer lenfositlerin ve makrofajların göçü izler, bu hücreler yaralanmış dokunun kan damarlarından sağlanırlar. Enzimatik degradasyon ve fagositozla fibrin ve diğer debride olan doku parçaları uzaklaştırılır ve böylece yaranın kenarlarındaki epitelyal hücreler genişler ve yanık bölgesinin merkezine doğru göç etmeye başlarlar. Proliferasyon ve göç ile beraber yara yüzeyindeki kan pıhtıları aktive olarak yeni bir hücre tabakası oluştururlar. Tek katlı hücre tabakaları yara merkezine doğru ilerledikçe yara kenarlarındaki hücreler de aktive olurlar. Eğer yara veya yanık alanı geniş ise, ilerleyen epitel hücre tabakasının yakınında bulunan granülasyon dokusu yara boşluğunu doldurmaz, epitel hücre tabakası yarayı tamamen örtmez. Yara yüzeyi bütünüyle hücre ile kapandıktan sonra, hücre göçü durur ve dokunun keratinizasyonu son aşamada tamamlanmış olur. Yanık tipi yaralanmalarda, üçüncü derece yanıklarda görüldüğü gibi derinin tüm katmanları zarar görürse; re-epitelizasyon işlemi hücre bazında yavaş gelişir ve reepitelizasyon hücre kollajenazlarının yardımıyla, kalın ölü pıhtılaşmış kollajen katman altından ilerlemek zorunda kalır. Fakat yüzeysel yara ve yanıklarda, derinin en fazla hasar gördüğü bölgelerde bile reepitelizasyon hızlıdır, çünkü bu tip yaralarda reepitelizasyon sadece yara kenarında değil, yaranın tümünde gerçekleşir.





## YARA VE YANIK TEDAVİSİNDE KULLANILAN MATERYALLER

Yaraları tedavi etmek için geliştirilen yöntemler çok eskilere dayanmaktadır. İlk bilgilere Ebers papirüslerinde rastlanmıştır, eski Mısırlıların yaraları kurbağa derisi ve hintyağı ile örterek tedavi ettikleri bilinmektedir. Tarih boyunca insanoğlu birçok biyolojik kaynaklı malzemeleri yara ve yanık tedavisinde kullanmasına ve hayvanlar üzerinde çeşitli denemeler yapmasına rağmen elde edilen sonuçlar kısmen yanıltıcı ve sınırlı kalmıştır. Günümüzde yara ve yanık tedavisinde kullanılan malzemeler üç ana başlık altında toplamak mümkündür.

- *Geleneksel yara örtüleri*
- *Biyosentetik yara örtüleri*
- *Biyolojik yara örtüleri*

### **Geleneksel Yara örtüleri**

Yara iyileşmesinde kullanılan ilk malzemeler yağlı bandajlardır ve eski Mısırlılar tarafından ilk kez kullanılmaya başlanmıştır.

### Biyosentetik Yara Örtüleri:

İlk sentetik örtü materyali metil selülozdur. Daha sonraları hidroksietil metakrilat ve polivinil alkol de yara tedavisinde kullanılmışlardır. Bütün bu malzemelerin ortak özelliği, dış etkenlere karşı yarayı fiziksel olarak korumalarıdır.

### Biyolojik Yara Örtüleri:

Sentetik pansumanlar gibi bu malzemeler de genellikle ikinci derece yanık yüzeyleri örtmek için kullanılırlar. En sık kullanılanları;

- Homogreft (Allogreft: Taze/Donmuş)
- Amnion Zarları (Taze/ donmuş)
- Ksenogreft (Taze/ donmuş/Liyofilize)

### İdeal yara örtüsü özellikleri

Mutlak gerekli özellikler	Ek olarak istenen özellikler
Acıyı azaltmalı	Biyobozunur, biyoemilir olmalı
Absorbsiyon kabiliyeti olmalı	Transparan olmalı
Toksik olmamalı	Kolay uygulanabilmeli
Enfeksiyonu önlemeli	Yaray hücre göçüne yardımcı olmalı
Optimum gaz geçirgenliği, sıcaklık ve pH sağlamalı	Yaraya yapışmamalı Esnek ve konforlu olmalı
Yara kontaminasyonunu önlemeli	Kanamayı azaltmalı
	Optimal iyileşme sağlamalı
	Su buharı geçirgenliği olmalı fakat bakteri geçişine izin vermemeli

## Yara örtüsü çeşitleri

Modern yara örtülerinin gelişimi “nemli iyileşme ortamı” kavramının keşfedilmesiyle başlamıştır. Çok çeşitli ileri teknoloji ürünü yara örtüsü malzemeleri çeşitli yaralarda farklı iyileşme süreçlerine göre değişen özellikte, tek başına veya kombine olarak kullanılmaktadır.

Negatif basınçlı topikal yara örtümü haricinde tüm yara örtüleri pasif örtüler başlığı altında yer almaktadır.

### Yara örtüm ürünlerinin sınıflaması.

Pasif Yara Örtüleri	Aktif Yara Örtüleri
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompozit örtüler</li> <li>• Transparan filmler</li> <li>• Hidrokolloidler</li> <li>• Alginatlar</li> <li>• Silikon</li> <li>• Antibakteriyel örtüler</li> <li>• Hidrojeller</li> <li>• Yara temizlik ürünleri</li> <li>• Deri greftleri ve eşdeğerleri</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Topikal negatif basınçlı yara örtüsü</li> </ul>

## NOTLAR



## DERİ

### Embriyoloji

Deri iki majör embriyolojik yapı olan erken gastrulanın yüzey alanından köken alan prospektif epidermis ile gastrulasyon sırasında epidermisin iç yüzeyi ile teması olan prospektif mezodermin jukstapozisyonu ile oluşmaktadır. Mezoderm yalnızca dermisi oluşturmakla kalmaz aynı zamanda memelilerde kıl folikülleri gibi epidermal yapıların farklılaşmasını indüklemek için de gereklidir.

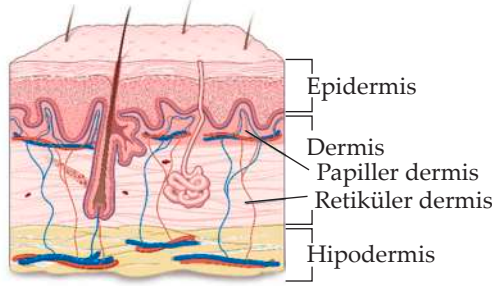
### Derinin Yapısı

Deri vücudun tek başına en ağır organıdır. Toplam vücut ağırlığının yaklaşık %16'sını meydana getirir ve yetişkinlerde 1,2–2,3 m<sup>2</sup> lik bir yüzey oluşturur. Deri ektodermal orijinli epitelyal bir tabaka olan epidermis ve mezodermal orijinli bağ dokusu tabakası olan dermisten meydana gelir.

Dermis ve epidermisin birleşme yerleri düzensizdir ve papillâ denilen dermis uzantıları epidermal çıkıntılar ile iç içedir. Dermisin altında panniculus adiposus da denilen yağ hücrelerinin yer alabileceği bir gevşek bağ dokusu olan hipodermis veya subkutan doku uzanır. Derinin bir parçası

olarak kabul edilmeyen hipodermis deriyi alttaki dokulara gevşekçe bağlar.

### Derinin Katmanları



Epidermis ve ekleri (kıl, tırnak, ter ve yağ bezleri) ektodermden, dermis (karium) ve subkutis (bağ-yag dokusu, kollogen lifler, elastik lifler, kaslar, lenf ve kan damarları) mezodermden, sinirler ve melanositler ise nöroektoderm ve nöral çıkıntıdan meydana gelir.

### Epidermis

Kalınlığı vücudun farklı bölgelerine göre değişkenlik gösterir ve başlıca çok katlı yassı keratinize epitelden meydana gelir. Bununla beraber Melanositler, Langerhans hücreleri ve Merkel hücreleri gibi az görülen 3 hücre tipini de kapsar. Deri oluşumu ektoderm şekillenirken gerçekleşir. Epitelin üst tabakasını oluşturan hücrelerin keratinize olmasıyla bu hücreler derinin ölü ve yüzeyel katmanlarını oluşturacak şekilde yukarı doğru itilir ve yerlerini bazal tabakada mitoz ile çoğalan hücrelere bırakırlar. Bu yer değişikliği sitomorfoz olarak adlandırılır. Sağlıklı bir insanda sitomorfoz 15 ila 30 gün arasında sürmektedir. Epidermisin temel hücre tipi keratinosit hücrelerdir.

Epidermis beş tabakadan oluşur. Bunlar içten dışa doğru sırasıyla;

1. *Stratum basale (germinatium)*
2. *Stratum spinozum*
3. *Stratum granulozum*
4. *Stratum lusidum*
5. *Stratum korneum'dur.*

### **Stratum basale (germinatium):**

Stratum basale yoğun mitotik aktivite ile karakterizedir ve epidermal hücrelerin sürekli olarak yenilenmesinden sorumludur. İnsan epidermisi yaşa, vücut bölgesine ve diğer faktörlere bağlı olarak 15-30 günde bir yenilenmektedir. Stratum bazaledaki bütün hücreler 10 nm çapında filamentler içerir. Hücreler yukarıya doğru çıkarken filament miktarı artar ve stratum korneumdaki toplam proteinin yarısını oluşturur.

### **Stratum spinozum:**

Bu tabakadaki hücreler filament dolu sitoplazmik dikensi çıkıntılar ve hücre yüzeyindeki desmozomlarla birbirleriyle sıkıca tutunmuşlardır. Işık mikroskop altında görülebilen bu tonofilament demetlerine tonofibriller denir; bunlar desmozomların sitoplazmik kısmında yoğunlaşır ve sonlanır. Filamentler hücreler arasındaki yapışmada ve yıpranma etkilerine karşı dayanıklılıkta önemli bir rol oynarlar. Sürekli sürtünme ve baskıya maruz kalan bölgelerin (ayak tabanı gibi) epidermisi daha bol tonofibril ve desmozom içeren daha kalın bir stratum spinozuma sahiptir.

**Stratum granulozum:**

Stratum spinozum'da ortaya çıkan lamelli yapıların sayıları stratum granulozum'da artar, hücre periferinde birikecek içerikleri hücrelerarası boşluklara salgılanır ve böylece epidermisin bariyer fonksiyonu için gerekli olan hücrelerarası lipitler sağlanmış olur.

**Stratum lusidum:**

Sadece el içi ve ayak tabanında bulunan, oldukça yassılaştırmış nüveleri kaybolmuş saydam hücrelerden oluşur. Hücrelerin taşıdığı maddeye eleidin denir. Kalın deride daha belirgin olan bu tabaka oldukça yassı eozinofilik hücrelerin oluşturduğu yarı geçirgen ince bir tabakadır.

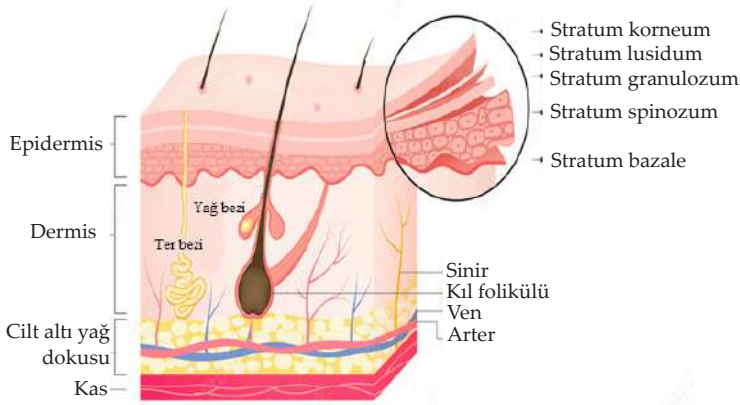
**Stratum korneum:**

Tümüyle keratinleşmiş, nukleuslarını kaybederek lameller halini almış keratinositlerin oluşturduğu tabakadır. Bu tabaka el içi, ayak topuğunda en kalın; göz kapakları, prepisyum, yanaklar, karın ve dirseklerin iç yüzünde en incedir. Bu kat sitoplazması keratin denilen yassı keratinize hücrelerin oluşturduğu 15-20 tabakadan meydana gelmiştir. İnce deride stratum granulozum ve lusidum az gelişmiştir. Stratum korneum da nispeten incedir.

**Dermis**

Epidermisin beslenmesinde vasküler bir stroma gibi rol oynayan ve bu dokunun altında bulunan elastik, bükülebilir nitelikteki yapı bağ dokusudur. Kalınlığı değişiklik gösterir. Avuç içi ve ayak tabanı dermisin en kalın olduğu yerlerdir, koltukaltı ve göz kapağı derisinde ise en ince durumdadır. Kadınlarda genel olarak erkeklere göre daha incedir.

## Deri katmanlarının anatomik görünümü.



Hipodermis ya da subkütan katman ise dermisin altında yer alan, değişik miktarlarda yağ hücresi içeren gevşek bağ dokusudur. Yapısındaki kollajen ve elastik fibriller dermis içinde devam eder. Karın bölgesinde kalınlığı 3cm'ye kadar çıkabilir. Bu kısımda bulunan fibrillerin az ya da çok oluşu, dermisin bu tabakaya sıkı ya da gevşek bağlanması neden olacağından derinin hareketliliği hipodermis fibrillerinin sayısına bağlıdır. Kıl kökleri de bu tabakada bulunur.

## KAYNAKLAR

- Arbuthnot MK, Garcia AV. Early resuscitation and management of severe pediatric burns. *Semin Pediatr Surg.* 2019 Feb;28(1):73-78. doi: 10.1053/j.sempedsurg.2019.01.013. Epub 2019 Jan 18. PMID: 30824139.
- Stewart S, Juang D, Aguayo P. Pediatric burn review. *Semin Pediatr Surg.* 2022 Oct;31(5):151217. doi: 10.1016/j.sempedsurg.2022.151217. Epub 2022 Nov 1. PMID: 36370620.
- Practical Handbook of Burns Management For National Programme for Prevention, Management and Rehabilitation of Burn Injuries (NPPMRBI) under Ministry of Health and Family Welfare Government of India [https://dghs.gov.in/WriteReadData/userfiles/file/Practical\\_handbook-revised\\_Karoon.pdf](https://dghs.gov.in/WriteReadData/userfiles/file/Practical_handbook-revised_Karoon.pdf)
- Yastı AÇ, Şenel E, Saydam M, Özok G, Çoruh A, Yorgancı K. Yanık yaralanmaları tedavi algoritması. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2015;21:79-89.
- Megan AS, Roy MK. Pediatric Burns [https://www.researchgate.net/publication/274721376\\_Pediatric\\_Burns](https://www.researchgate.net/publication/274721376_Pediatric_Burns)
- Birsen Hama, Çocuklarda İkinci Derece Yanıkların Tedavisinde Beş Farklı Yara Örtüsünün Etkinliklerinin Histopatolojik Olarak Değerlendirilmesi. Uzmanlık Tezi, İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi, Malatya, 2011.

# ÇOCUK YANIKLARI

Dr. Birsen HARMA

Pratisyen Hekimler  
Tıp Öğrencileri  
Yanık Hemşireleri  
ve Paramedikler için  
Çocuk Yanıklarına ilk Yaklaşım ve Temel Bilgiler

 ÖZGÜR  
YAYINLARI

