

BİYOKİMYADA

TEMEL VE ÖZEL KONULAR

Editörler

Prof. Dr. Ayşen Yarat
Prof. Dr. Tuğba Tunalı Akbay
Prof. Dr. Ebru Işık Alturfan

© Copyright 2019

Bu kitabın, basım, yayım ve satış hakları Akademisyen Kitabevi A.Ş.'ne aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kağıt ve/veya başka yöntemlerle çoğaltılamaz, basılamaz, dağıtılamaz. Tablo, şekil ve grafikler izin alınmadan, ticari amaçlı kullanılamaz. Bu kitap T.C. Kültür Bakanlığı bandrolü ile satılmaktadır.

ISBN	Sayfa ve Kapak Tasarımı
978-605-258-707-2	Akademisyen Dizgi Ünitesi
Kitap Adı	Yayıncı Sertifika No
Biyokimyada Temel ve Özel Konular	25465
Editörler	Baskı ve Cilt
Prof. Dr. Ayşen Yarat Prof. Dr. Tuğba Tunalı Akbay Prof. Dr. Ebru Işık Alturfan	Özyurt Matbaacılık
Yayın Koordinatörü	Bisac Code
Yasin Dilmen	MED008000
	DOI
	10.37609/akya.2087

UYARI

Bu üründe yer alan bilgiler sadece lisanslı tıbbi çalışanlar için kaynak olarak sunulmuştur. Herhangi bir konuda profesyonel tıbbi danışmanlık veya tıbbi tanı amacıyla kullanılmamalıdır. *Akademisyen Kitabevi* ve alıcı arasında herhangi bir şekilde doktor-hasta, terapist-hasta ve/veya başka bir sağlık sunum hizmeti ilişkisi oluşturmaz. Bu ürün profesyonel tıbbi kararların eşleniği veya yedeği değildir. *Akademisyen Kitabevi* ve bağlı şirketleri, yazarları, katılımcıları, partnerleri ve sponsorları ürün bilgilerine dayalı olarak yapılan bütün uygulamalardan doğan, insanlarda ve cihazlarda yaralanma ve/veya hasarlardan sorumlu değildir.

İlaçların veya başka kimyasalların reçete edildiği durumlarda, tavsiye edilen dozunu, ilacın uygulanacak süresi, yöntemi ve kontraendikasyonlarını belirlemek için, okuyucuya üretici tarafından her ilaca dair sunulan güncel ürün bilgisini kontrol etmesi tavsiye edilmektedir. Dozun ve hasta için en uygun tedavinin belirlenmesi, tedavi eden hekimin hastaya dair bilgi ve tecrübelerine dayanak oluşturması, hekimin kendi sorumluluğundadır.

Akademisyen Kitabevi, üçüncü bir taraf tarafından yapılan ürüne dair değişiklikler, tekrar paketlemeler ve özelleştirmelerden sorumlu değildir.

GENEL DAĞITIM

Akademisyen Kitabevi A.Ş.

Halk Sokak 5 / A

Yenişehir / Ankara

Tel: 0312 431 16 33

siparis@akademisyen.com

www.akademisyen.com

Önsöz

Biyokimya, canlı sistemde gerçekleşen kimyasal olayları, bu sistemde yer alan tüm moleküllerin yapısını, bileşimini ve fonksiyonunu inceleyen bir bilim dalıdır. Temel biyokimya, biyokimyasal mekanizmaların moleküler düzeyde anlaşılması için alt yapıyı oluştururken hastalıklar ve tedavilerin öğrenilmesini kolaylaştırmaktadır. Biyokimyasal olayların normal bir şekilde gerçekleşmesi sağlığımızın temelini oluşturmaktadır; bu sistemin bozulması ile hastalıklar ortaya çıkmakta, hastalıklar için uygun ilaçların geliştirilmesi, kullanılması ve hastalıkların tedavi süreci başlamaktadır.

Kitabımız, diğer kitaplardan farklı olarak hem temel konuları hem de bazı ilgili özel konuları ve yeni bilgileri içermektedir. Biyokimyada temel konular çerçevesinde karbohidatlar, lipitler, proteinler, enzimler, nükleik asitler, hormonlar, vitaminler, mineraller gibi temel moleküllerin yapı ve metabolizması, biyoenerjetik, oksidatif fosforilasyon anlatılırken; biyokimyada özel konular çerçevesinde ise sinyal iletimi, Wnt-Beta katenin yolu, yara iyileşmesi, proteomiks, koagülasyon sistemi, kas metabolizması, sinir sistemi, sitokinler, serbest radikaller ve yaşlanma, beslenme biyokimyası, ağız biyokimyası, ağız kokusu, kemik metabolizması, vücut sıvıları, GAS6 proteini hakkında bilgiler içermektedir.

Kitabımızın, Tıp, Diş hekimliği, Eczalık, Veterinerlik, Fen-Edebiyat ve Mühendislik Fakültelerinin yaşam bilimlerindeki tüm lisans ve lisansüstü düzeydeki öğrencilerine yararlı olacağını; ayrıca günümüzde yapılan bilimsel araştırmalar artık multidisipliner nitelikte olduğu ve canlı sistem daha detaylı olarak incelendiğinden kitabımızın araştırma yapan akademisyenler için de fayda sağlayacağını düşünmekteyiz.

Kitabımızın hazırlanmasında emeği geçen, birçok işleri arasında zaman ayırarak özveri ile çalışan ve katkı sunan çok değerli **bölüm yazarlarımıza**; kitabımızın basılmasını ve bilim dünyasına kazandırılmasında bize yardımcı olan Akademisyen Yayınevi Kitabevi Dağıtım Bilgisayar Tercümanlık İthalat İhracat Ticaret A.Ş'ne ve kitabımızın hazırlanma sürecinde bizleri destekleyen ve anlayış gösteren tüm **ailelerimize çok teşekkür ederiz**.

Kitabımızın herkese faydalı olması dileğiyle....

Editörler

Prof. Dr. Ayşen YARAT, Prof. Dr. Tuğba TUNALI AKBAY, Prof. Dr. Ebru Işık ALTURFAN

İçindekiler

Bölüm 1

Su.....	1
1.1. Suyun Önemi.....	3
1.2. Suyun Kimyasal Yapısı ve Özellikleri.....	4
1.3. Vücudumuzdaki Su.....	6
1.4. Vücut Su Dengesi Bozuklukları.....	8
1.5. Laboratuvarda Kullanılan Su Tipleri.....	8
1.6. Kaynaklar.....	10

Bölüm 2

Hücrenin Yapısı ve Organelleri.....	9
2.1. Hücre.....	9
2.2. Prokaryot Hücrelerin Özellikleri.....	10
2.3. Ökaryot Hücreler.....	12
2.4. Kaynaklar.....	24

Bölüm 3

Hücre Membranı ve Transport.....	25
3.1. Giriş.....	25
3.2. Membranların Yapısı ve İçeriği.....	25
3.3. Plazma Membranının Yapısı.....	28
3.4. Membranda Taşıma.....	29
3.5. Kaynaklar.....	38

Bölüm 4

Elektrolitler, Mineraller ve Eser Elementler.....	39
4.1. Giriş.....	39
4.2. Elektrolitler.....	40
4.3. Mineraller.....	41
4.4. Eser ve Ultra Eser Elementler.....	44
4.5. Kaynaklar.....	53

Bölüm 5

Ağır Metaller.....	55
5.1. Giriş.....	55
5.2. Ağır Metal Transportu İle İlişkili Proteinler.....	55
5.3. Ağır Metaller.....	56
5.4. Kaynaklar.....	64

Bölüm 6

pH Kavramı ve Asit-Baz Dengesi.....	65
6.1. pH Kavramı ve Tampon Sistemler.....	65
6.2. Asit-Baz Dengesi.....	70
6.3. Kaynaklar.....	74

Bölüm 7

Biyoenerjetik.....	75
7.1. Biyoenerjetik Tanımı.....	75
7.2. Termodinamik Kanunları.....	75
7.3. Adenozin Trifosfat (ATP).....	78
7.4. Kaynaklar.....	83

Bölüm 8

Elektron Transport Zinciri ve Oksidatif Fosforilasyon.....	85
8.1. Biyokimyasal Önemi.....	85
8.2. Elektron transport Zinciri ve Oksidatif Fosforilasyonda Görevli Elemanlar.....	85
8.3. Kemiozmotik Teori ve Oksidatif Fosforilasyon.....	91
8.4. Elektron Transport Zincir Kontrolü.....	91
8.5. Elektron Transport Zincir İnhibisyonu.....	91
8.6. Mitokondriyal Transport Sistemleri.....	93
8.7. Mitokondri Mekik Sistemleri.....	94
8.8. Enerji Hesabı.....	94
8.9. ETZ Klinik Önemi.....	96
8.10. Kaynaklar.....	98

Bölüm 9

Karbohidratların Yapısı.....	101
9.1. Karbohidratların Önemi.....	101
9.2. Karbohidratların Yapısı.....	101
9.3. Monosakkaritler.....	102
9.4. Disakkaritler.....	109
9.5. Polisakkaritler.....	111
9.6. Kan Grubu Maddeleri.....	114
9.7. Kaynaklar.....	117

Bölüm 10

Karbohidrat Metabolizması.....	119
10.1. Giriş	119
10.2. Karbohidratların Sindirimi.....	119
10.3. Glikoliz.....	120
10.4. Glikojen Metabolizması	124
10.5. Sitrik Asit Siklusu.....	127
10.6. Glukoneogenez	130
10.7. Cori Siklusu.....	132
10.8. Pentoz Fosfat Yolu (Heksoz Monofosfat Yolu)	133
10.9. Kaynaklar	137

Bölüm 11

Lipitlerin Yapısı	139
11.1. Giriş	139
11.2. Lipitlerin Biyomedikal Önemi	139
11.3. Lipitlerin Sınıflandırılması.....	139
11.4. Yağ Asitleri.....	140
11.5. Eikozanoidler	143
11.6. Trigliseritler (Triasilgliseroller, Nötral Yağlar).....	145
11.7. Mumlar	146
11.8. Fosfolipitler.....	146
11.9. Glikolipitler	149
11.10. Süfolipitler	150
11.11. Aminolipitler (Proteolipitler)	150
11.12. Lipoproteinler	150
11.13. Steroidler	152
11.14. Kaynaklar	155

Bölüm 12

Lipit Metabolizması.....	157
12.1. Lipitlerin Sindirimi	157
12.2. Lipitlerin Plazmada Taşınması	158
12.3. Adipoz Dokuda Lipit Metabolizması	158
12.4. Yağ Asitlerinin Oksidasyonu	160
12.5. Yağ Asitlerinin Sentezi	166
12.6. Triasilgliserol Sentezi	170
12.7. Fosfolipitlerin Sentezi	172
12.8. Keton Cisimleri	173
12.9. Kolesterol Metabolizması	176
12.10. Safra Asitlerinin Sentezi	180
12.11. Lipoprotein Metabolizması.....	181
12.13. Kaynaklar	188

Bölüm 13

Amino Asitler ve Proteinler.....	189
13.1. Amino Asitler.....	189
13.2. Peptitler	200

13.3. Proteinlerin Yapıları	203
13.4. Protein Katabolizması	215
13.5. Amino Asitlerin Katabolizması	218
13.6. Protein Katlanma Bozuklukları ve Amino Asit Metabolizma Hastalıkları.....	222
13.7. Amino Asit Metabolizma Bozuklukları	226
13.8. Kaynaklar	229

Bölüm 14

Proteom	231
14.1. Protein Saflaştırılması ve Karakterizasyonu	231
14.2. Proteom Analizi	245
14.3. Hastalıkların Teşhis ve Tedavisinde Proteom Analizi	251
14.4. Kaynaklar	255

Bölüm 15

Porfirinler ve Metabolizmaları.....	257
15.1. Giriş	257
15.2. Yapılar	257
15.3. Hem Biyosentezi.....	260
15.4. Hem Biyosentezindeki Bozukluklar.....	264
15.5. Hemoglobin (Hb).....	267
15.6. Hemoglobin Türleri.....	270
15.7. Hemoglobinopatiler	272
15.8. Talasemiler (Thalassemia)	273
15.9. Miyogloblin (Mb).....	274
15.10. Hem'in Yıkılışı (Bilirubin Metabolizması)	274
15.11. Bilirubin Metabolizması Bozuklukları	276
15.12. Kaynaklar	282

Bölüm 16

Enzimler.....	285
16.1. Giriş	285
16.2. Enzimlerin Tarihçesi	285
16.3. Enzimlerin Sınıflandırılması	285
16.4. Enzimlerin Yapısı ve Genel Özellikleri.....	286
16.5. Aktivasyon Enerjisi.....	291
16.6. Enzimlerin Aktivitesini Etkileyen Faktörler ve Enzim Kinetiği.....	293
16.7. İki Substratlı Enzimatik Reaksiyon Mekanizmaları	302
16.8. Metabolik Yolların Düzenlenmesinde Enzimler.....	304
16.9. Klinik Tanıda Enzimler.....	314
16.10. Enzimlerin Diğer Kullanım Alanları	315
16.11. Kaynaklar	316

Bölüm 17

Sinyal İletimi	317
17.1. Giriş	317
17.2. Hücre Dışı Uyarılarla Hücrelerarası İletişim	317
17.3. Uyarı Molekülü- Reseptör Etkileşimi	320
17.4. Reseptör Tipleri	321
17.5. Heterotrimerik G Proteinine Bağlı Hücre Yüzey Reseptörleri	327
17.6. Enzime Bağlı Reseptörler	333
17.7. Kaynaklar	339

Bölüm 18

Hormonlar	341
18.1. Giriş	341
18.2. Hormonların Sınıflandırılması	342
18.3. Hormonların Salınımı	342
18.4. Hormonların Genel Özellikleri	342
18.5. Endokrin Fonksiyonların Değerlendirilmesinde Hormonlar	343
18.6. Endokrin Bezler ve Hormonları	344
18.7. Hipotalamus Hormonları	344
18.8. Hipofiz Bezi Hormonları	346
18.9. Tiroid Bezi ve Hormonları	351
18.10. Paratiroid Bezi Hormonları	355
18.11. Adrenal Bezler (Böbrek Üstü Bezleri)	356
18.12. Pankreas Hormonları	364
18.13. Erkek Cinsiyet Hormonları (Androjenler)	367
18.14. Kadın Cinsiyet Hormonları	368
18.15. Böbrek Hormonları	369
18.16. Epifiz (Pineal Bez) Hormonu	370
18.17. Timus Hormonları	370
18.18. Kalp Hormonları	371
18.19. Sindirim Sistemi Hormonları	371
18.20. Plasenta Hormonları	372
18.21. Endokrin Sistem Bozukluklarının Nedenleri	373
18.22. Primer Bozukluklar	373
18.23. Sekonder Endokrin Sistem Bozuklukları	373
18.24. Kaynaklar	373

Bölüm 19

Vitaminler	375
19.1. Giriş	375
19.2. Yağda Çözünen Vitaminler	375
19.3. Suda Çözünen Vitaminler	382
19.4. Kaynaklar	392

Bölüm 20

Nükleik Asitlerin Yapısı	393
20.1. Tanım, Tarihçe ve Önemi	393
20.2. Chargaff Kuralları	394
20.3. Yapı ve Sınıflandırma	394
20.4. Polinükleotidler: Nükleik Asitler	404
20.5. Kaynaklar	417

Bölüm 21

Nükleik Asitlerin (Nükleotidlerin) Metabolizması	415
21.1. Giriş	415
21.2. Nükleotidlerin Sentezi	416
21.3. Pürin Nükleotidlerinin Yıkılımı	420
21.4. Diyetle Alınan Nükleik Asitlerin İnce Barsakta Yıkılımı	421
21.5. Primidin Sentezi	421
21.6. Pirimidinlerin Yıkılımı	422
21.7. Pürin Metabolizması Bozuklukları	423
21.8. Kaynaklar	424

Bölüm 22

Transkripsiyon	425
22.1. Giriş	425
22.2. Yapı ve Sınıflandırma	426
22.3. Kaynaklar	440

Bölüm 23

Posttranslasyonel Modifikasyonlar	443
23.1. İçerik ve Önemi	443
23.2. Yapı ve Sınıflandırma	443
23.4. Sinyal Dizilerin Çıkarılması	446
23.5. Proteinin Amino Asit Yan Zincirlerindeki Kovalent Modifikasyonlar	446
23.6. Kaynaklar	466

Bölüm 24

DNA Replikasyonu, DNA Hasarları ve Onarımı	467
24.1. DNA Replikasyonu ve Onarımı	467
24.2. DNA Replikasyonu: DNA'nın Kendini Eşlemesi	467
24.3. DNA Hasarları	469
24.4. DNA Onarımı	471
24.5. Hücre Döngüsü Kontrol Noktaları	477
24.6. DNA Onarım Kusurları	479
24.7. Kaynaklar	482

Bölüm 25

Gen İfadesi ve Denetimi	485
25.1. Giriş	485
25.2. Ökaryotlarda Gen İfadesinin Kontrolü.....	486
25.3. Sinyal Dizileri ve Post-Translasyonel Modifikasyonlar	496
25.4. Prokaryotlarda Gen ifadesinin Kontrolü.....	497
25.5. Kaynaklar	502

Bölüm 26

Kas Metabolizması	503
26.1. Önemi.....	503
26.2. Kasın Yapısı	503
26.3. Kas Çeşitleri.....	507
26.4. Kas Kasılması	508
26.5. Kas Metabolizması.....	511
26.6. Kas Hastalıkları	515
26.7. Kaynaklar	518

Bölüm 27

Kemik Metabolizması.....	519
27.1. Kemik Nedir? Önemi ve Fonksiyonları	519
27.2. Kemik Şekli ve Tipleri	520
27.3. Kemiği Oluşturan Yapılar	522
27.4. Kemiklerin Tümüdeki Ortak Yapılar.....	526
27.5. Kemikleşme (Ossifikasyon, Osteogenesis)	526
27.6. Kemik Metabolizması	527
27.7. Kemik Metabolizmasına Etki Eden Faktörler	528
27.8. Kemik Metabolizmasını İncelemek İçin Kullanılan Yöntemler	528
27.9. Kemik Hastalıkları	534
27.10. Kaynaklar	540

Bölüm 28

Ksenobiyotik Metabolizması.....	543
28.1. Giriş	543
28.2. Ksenobiyotik Metabolizması Reaksiyonları.....	544
28.3. Ksenobiyotik Metabolizmasına Etki Eden Faktörler.....	550
28.4. Kaynaklar	552

Bölüm 29

Kanser Biyokimyası	553
29.1. Giriş	553
29.2. Hücre Siklusu	554

29.3. Kanser Genetiği	554
29.4. Kanser Etyolojisi ve Karsinogenler.....	556
29.5. Kanser Hücrelerinin Özellikleri	557
29.6. Kanserde Metabolik Değişiklikler	557
29.7. Kanser Engellenebilir mi?	559
29.8. Kanser Laboratuvar Tanısında Tümör Belirteçleri	559
29.9. Kaynaklar	563

Bölüm 30

Sinir Sistemi Biyokimyası.....	565
30.1. Sinir Sistemi	565
30.2. Sinir Hücresi.....	566
30.3. Sinir Hücrelerinde Sinyal İletimi.....	566
30.4. Nöronlar Arası İletişim	569
30.5. Demiyelinizan Bozukluklar	570
30.6. Nörotransmitterler	570
30.7. Nöromodülatörler.....	576
30.8. Ko-Transmisyon ve Ko-Transmitterler	577
30.9. Kaynaklar	579

Bölüm 31

Hemostatik Sistem Biyokimyası.....	581
31.1. Vasküler Sistem	581
31.2. Trombositler Sistem (Primer Hemostaz).....	582
31.3. Pıhtılaşma Sistemi (Sekonder Hemostaz).....	582
31.4. Fibrinolitik Sistem	590
31.5. Pıhtılaşma Proteinlerinin Kandan İzolasyonu	590
31.6. Kaynaklar	591

Bölüm 32

Biyolojik Sıvılar	593
32.1. Giriş	593
32.2. Plazma	593
32.3. İdrar	594
32.4. Beyin Omurilik Sıvısı (BOS, Serebrospinal Sıvı, CSF)	596
32.5. Plevral Sıvı	597
32.6. Perikardiyal Sıvı	597
32.7. Peritoneal Sıvı.....	597
32.8. Ter.....	597
32.9. Amniyotik Sıvı	598
32.10. Tükürük	598
32.11. Semen Sıvısı.....	599
32.12. Sinovyal Sıvı.....	600
32.13. Kaynaklar	601

Bölüm 33

Beslenme Biyokimyası	603
33.1. Giriş	603
33.2. Enerji Metabolizması	604
33.3. Karbonhidratlar.....	607
33.4. Proteinler	610
33.5. Lipitler.....	611
33.6. Açlık ve Tokluk Metabolizması.....	613
33.7. Adipoz Dokunun Beslenmedeki Önemi	617
33.8. Vitamin, Mineral ve Eser Elementler.....	618
33.9. Beslenme Bozuklukları ve Beslenme İlişkili Hastalıklar	619
33.10. Kaynaklar	625

Bölüm 34

Wnt-β Katenin Yolağı	627
34.1. Giriş	627
34.2. Kanonik veya Wnt / β -katenin Yolağı.....	627
34.3. Wnt Proteinlerinin Hücreler Arası Transportu	629
34.4. Wnt Reseptörleri ve Ekstraselüler İnhibitörlerle Etkileşimleri.....	630
34.5. Wnt Reseptörleri Vasıtası ile Sinyal Oluşumu.....	630
34.6. Sitoplazmadaki Wnt Sinyali	631
34.7. Nükleustaki Wnt Sinyali	631
34.8. Wnt Hedef Genleri	632
34.9. Kanserde ve Diğer Hastalıklarda Wnt Sinyali.....	633
34.10. Kök Hücrelerde Wnt Sinyalinin Önemi	633
34.11. Sonuç.....	634
34.12. Kaynaklar	634

Bölüm 35

K Vitaminine Bağımlı Yeni Keşfedilmiş Proteinler	635
35.1. Giriş	635
35.2. Gla proteinlerinin Önemi.....	635
35.3. K Vitamini	635
35.4. Koagülasyon Sistemindeki Gla Proteinleri	639
35.5. Kemik Gla Proteinleri: Osteokalsin ve Matriks Gla Proteini	640
35.6. Periostin.....	642
35.7. Prolince Zengin Gla-Proteinleri.....	642
35.8. Konopeptidler	642
35.9. Gla Zengini Protein.....	643
35.10. Plak Gla Proteini	643

35.11. Transmembran Gla Proteinleri 3 ve 4.....	643
35.12. Nefrokalsin	643
35.13. Transtiretin	643
35.14. "TGF beta ile indüklenen" Protein (TGF beta induced, β ig-h3 veya TGFB1p).....	643
35.15. Inter-alfa-tripsin İnhibitör Ağır Zincir H2	644
35.16. "Büyüme Engellenmesine-Spesifik 6" Proteini (GAS6)	644
35.17. Kaynaklar	651

Bölüm 36

Siyalik Asit	653
36.1. Tarihçe	653
36.2. Yapı	653
36.3. Adlandırma	653
36.4. Metabolizması	654
36.5. Siyalik Asit Metabolizması İle İlgili Önemli Enzimler.....	656
36.6. Hastalıklarda Siyalik Asit	658
36.7. Serum, Plazma ve İdrarda Siyalik Asit	662
36.8. Siyalik Asit Tayin Metotları	662
36.9. Kaynaklar	663

Bölüm 37

Ağız Biyokimyası	665
37.1. Giriş	665
37.2. Diş Dokuları ve Biyokimyası.....	665
37.3. Periodontal Dokular.....	669
37.4. Dişin Mineralizasyonu ve Çürük Oluşum Mekanizması	669
37.5. Oral Ortamdaki Plak Oluşumu, Diş Taşı (Calculus) ve Klinik Önemi.....	674
37.6. Ağız Ekosistemi (Homeostaz ve Disbiyozis)	675
37.7. Oral Ortamda Tükürük ve Önemi	676
37.8. Tükürük Kompozisyonu ve Çeşitleri	677
37.9. Tükürük Bezi Hastalıkları	681
37.10. Tükürük Araştırmaları	682
37.11. Kaynaklar	684

Bölüm 38

Ağız Kokusu ve Biyokimyasal Etkenleri	685
38.1. Ağız Kokusu Nedir?	685
38.2. Ağız Kokusu Sıklığı	685
38.3. Ağız Kokusunun Oluşumu	686
38.4. Ağız Kokusunun Sınıflandırılması	686

38. 5. Ağız Kokusunun Belirlenmesi ve Ölçüm Teknikleri.....	688
38.6. Ağız Kokusunun Tedavisi	690
38.7. Sonuç.....	690
38.8. Kaynaklar	691

Bölüm 39

Bağ Dokusu ve Yara İyileşmesi.....693

39.1. Bağ Dokusu ve Tipleri	693
39.2. Yara İyileşmesi	698
39.3. Yara İyileşmesinin Aşamaları	699
39.4. Kaynaklar	701

Bölüm 40

Serbest Radikaller, Çeşitleri, Kaynakları ve Hedefleri703

40.1. Giriş ve Tarihçe	703
40.2. Serbest Radikaller	703
40.3. Reaktif Oksijen Türleri ve Reaktif Nitrojen Türleri	703
40.4. Serbest Radikallerin Kaynakları	705
40.5. Serbest Radikallerin Moleküler Hedefleri.....	706
40.6. Kaynaklar	708

Bölüm 41

Serbest Radikaller ve Yaşlanma İlişkisi709

41.1. Giriş	709
41.2. İnsan Yaşlanmasında Protein Oksidasyonu ve İlgili Model Sistemleri.....	710

41.3. İnsan ve Memelilerde Yaş İlişkili Protein Oksidasyonu	714
-------------------------------------------------------------------	-----

41.4. Yaşlı Hücrelerde Lipofuskinin Patofizyolojik Rollerini	717
--------------------------------------------------------------------	-----

41.5. Yaşlanmanın İncelenmesinde Yeni Hayvan Modelleri: Yaşlanma ve Oksidatif Stres Hipotezinin Test Edilmesi.....	719
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

41.6. Kaynaklar	723
-----------------------	-----

Bölüm 42

Apoptoz725

42.1. Apoptoz.....	725
42.2. Apoptotik Yolaklar	727
42.3. Apoptozun Tespit Yöntemleri	734
42.4. Kaynaklar	736

Bölüm 43

Sitokinler737

43.1. Sitokinlerin Tanımı.....	737
43.2. Sitokinlerin Sınıflandırılması	737
43.3. Sitokinlerin Biyolojik Etkileri.....	738
43.4. Sitokin Reseptörleri	738
43.5. Sitokinler Aracılığı İle Olan Sinyal İletimi.....	742
43.6. Bazı Önemli Sitokinler	742
43.7. Sitokinler ve Yara İyileşmesi.....	744
43.8. Sitokinler ve Enflamasyon.....	745
43.9. Sitokinlerle İlişkili Hastalıklar	745
43.10. Kaynaklar	746

Yazarlar

Prof. Dr. Tuğba AKBAY

Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Temel Tıp Bilimleri Anabilim Dalı, İstanbul
Mail: ttunali@marmara.edu.tr

Prof. Dr. Nuriye AKEV

İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı, İstanbul
Mail: nakev@istanbul.edu.tr

Prof. Dr. Serap AKYÜZ

Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti (Çocuk Diş Hekimliği), İstanbul
Mail: sakyuz@marmara.edu.tr

Prof. Dr. Ahmet Ata ALTURFAN

İstanbul Üniversitesi- Cerrahpaşa, Temel Bilimler Bölümü, Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı, İstanbul
Mail: ataalturfan@gmail.com

Prof. Dr. Ebru İşık ALTURFAN

Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Temel Tıp Bilimleri Anabilim Dalı, İstanbul
Mail: ebruemekli@yahoo.com

Prof. Dr. Yıldız ATAMER

Beykent Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı, İstanbul
Mail: yatamer1@gmail.com

Dr. Öğr. Üyesi Müjdat AYTEKİN

Haliç Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı, İstanbul
Mail: mujdataytekin@gmail.com

Doç. Dr. Özlem BİNGÖL ÖZAKPINAR

Marmara Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı, İstanbul
Mail: ozlemozakpinar@gmail.com

Doç. Dr. Özge ÇEVİK

Adnan Menderes Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı, Aydın
Mail: ocevik@cumhuriyet.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Enver ÇIRACI

Biruni Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı, İstanbul
Mail: eciraci@biruni.edu.tr

Doç. Dr. Özkan DANIŞ

Marmara Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Biyokimya Anabilim Dalı, Göztepe, İstanbul
Mail: odanis@marmara.edu.tr

Prof. Dr. Nesrin EMEKLİ

İstanbul Medipol Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı, İstanbul
Mail: nemekli@medipol.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Nezaket EREN

İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı, İstanbul
Mail: nezaketeren@gmail.com

Prof. Dr. H. Arzu ERGEN

İstanbul Üniversitesi, Aziz Sancar Deneysel Tıp Araştırma Enstitüsü Moleküler Tıp Anabilim Dalı, İstanbul
Mail: a_ergen@yahoo.com

Prof. Dr. Uzun GÖRMÜŞ

Karolinska Enstitüsü, Tıbbi Biyokimya ve Biyofizik Bölümü, Stockholm
Mail: druzay@gmail.com

Doç. Dr. Özlem KÜÇÜKHÜSEYİN

İstanbul Üniversitesi Aziz Sancar Deneysel Tıp Araştırma Enstitüsü Moleküler Tıp Anabilim Dalı, İstanbul
Mail: ozlemkh@istanbul.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Rabia OBA

Marmara Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı, İstanbul
Mail: rabiaoba@gmail.com

Prof. Dr. Ayse OGAN

Marmara Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Biyokimya Anabilim Dalı, Göztepe, İstanbul
Mail: aogan@marmara.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Şehkâr OKTAY

Marmara Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi
Biyokimya Bilim Dalı, İstanbul
Mail: nsehkar@yahoo.com

Doç. Dr. Ahmet ÖZAYDIN

İstanbul Üniversitesi- Cerrahpaşa, Temel Bilimler Bölümü, Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı, İstanbul
Mail: aozaydin@istanbul.edu.tr

Prof. Dr. Elif ÖZKÖK

İstanbul Üniversitesi, Aziz Sançar Deneysel Tıp Araştırma Enstitüsü, Sinirbilim Anabilim Dalı, İstanbul
Mail: eozkok34@hotmail.com

Prof. Dr. Derya ÖZSAVCI

Marmara Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı, İstanbul
Mail: deryaozsavci@hotmail.com

Prof. Dr. Oğuz ÖZTÜRK

İstanbul Üniversitesi, Aziz Sançar Deneysel Tıp Araştırma Enstitüsü, Moleküler Tıp Anabilim Dalı, İstanbul
Mail: oguzozturk@istanbul.edu.tr

Prof. Dr. Özlem SAÇAN

İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Bölümü Biyokimya Anabilim Dalı, İstanbul
Mail: ozlemozsoysacan@yahoo.com

Prof. Dr. Azize ŞENER

Marmara Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı İstanbul
Mail: azizesener@hotmail.com

Prof. Dr. Şermin TETİK

Marmara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı
Mail: stetik@marmara.edu.tr

Doç. Dr. Sevim TUNALI

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi Kimya Bölümü Biyokimya Anabilim Dalı İstanbul
Mail: sevtunali@gmail.com

Prof. Dr. Fikriye URAS

Marmara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı, İstanbul
Mail: furas@marmara.edu.tr

Prof. Dr. Ezel USLU

İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi
Biyokimya Anabilim Dalı, İstanbul
Mail: ezeluslu@yahoo.com

Prof. Dr. Refiye YANARDAĞ

İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Bölümü Biyokimya Anabilim Dalı, İstanbul
Mail: refiyeyanardag@yahoo.com

Prof. Dr. Ayşen YARAT

MÜ. Diş Hekimliği Fakültesi, Temel Tıp Bilimleri, Biyokimya Bilim Dalı, İstanbul
Mail: ayarat@marmara.edu.tr

Prof. Dr. İlhan YAYLIM

İstanbul Üniveritesi Aziz Sançar Deneysel Tıp Araştırma Enstitüsü Moleküler Tıp Anabilim Dalı, İstanbul
Mail: yaylimyaylim@yahoo.com

Prof. Dr. Hülya YILMAZ AYDOĞAN

İstanbul Üniversitesi, Aziz Sançar DETAE, Moleküler Tıp Anabilim Dalı
Mail: hulyayilmaz6@gmail.com

Prof. Dr. Orhan Gazi YİĞİTBAŞI

İstanbul Medipol Üniversitesi Mega Medipol Hastanesi, İstanbul
Mail: yigitbasi@medipol.edu.tr

Prof. Dr. Türkan YİĞİTBAŞI

İstanbul Medipol Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı, İstanbul
Mail: tyigitbasi@medipol.edu.tr

Prof. Dr. Ümit ZEYBEK

İstanbul Üniversitesi, Aziz Sançar DETAE, Moleküler Tıp Anabilim Dalı, İstanbul
Mail: umz67@yahoo.com