DEZENFEKSİYON

Temel İlkelerden Geleceğin Teknolojilerine

Editör: Prof. Dr. Murat ARAL

Yazar: Uzm. Dr. Elif Tuğçe GÜNER

© Copyright 2026

Bu kitabın, basım, yayın ve satış hakları Akademisyen Yayınevi'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
978-625-362-265-7

Kitap Adı
DEZENFEKSİYON
Temel İlkelerden Geleceğin Teknolojilerine

Editör
Murat ARAL
ORCID iD: 0000-0002-3576-4380

Yazar
Elif Tuğçe GÜNER
ORCID iD: 0000-0002-8832-2201

Yayın Koordinatörü
Yasin DİLMEN

Sayfa ve Kapak Tasarımı
Akademisyen Dizgi Ünitesi

Yayıncı Sertifika No
47518

Baskı ve Cilt
Vadi Matbaacılık

Bisac Code
MED000000

DOI
10.37609/akya.295

Kütüphane Kimlik Kartı
Güner, Elif Tuğçe.
Dezenfeksiyon Temel İlkelerden Geleceğin Teknolojilerine / Elif Tuğçe Güner ; ed. Murat Aral.
Ankara : Akademisyen Yayınevi Kitabevi, 2026.
198 s. ; 135x210 mm.
Kaynakça, Ekler ve Dizin var.
ISBN 9786253622657

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 Yayınevi

Halk Sokak 5 / A Yenişehir / Ankara
Tel: 0312 431 16 33
siparis@akademisyen.com

www.akademisyen.com

ÖNSÖZ

Dezenfeksiyon, sağlık hizmetlerinde enfeksiyonların önlenmesi ve güvenli bakım ortamlarının sürdürülmesi açısından temel uygulamalardan biridir. Bu sürecin etkinliği yalnızca kullanılan kimyasal ya da fiziksel ajanın antimikrobiyal özelliğine değil; hedef mikroorganizmanın özellikleri, uygulama koşulları, çevresel faktörler, personel eğitimi ve kalite yönetimi gibi birbiriyle ilişkili çok sayıda değişkene bağlıdır.

Bu kitapta dezenfeksiyon konusu, temel kavramlar ve mikrobiyolojik ilkelerden başlayarak dezenfektan grupları ve etki mekanizmaları, klinik kullanım alanları, direnç ve tolerans mekanizmaları, kalite kontrol ve validasyon süreçleri, ulusal ve uluslararası standartlar, antimikrobiyal dirençle mücadele yaklaşımları ve gelişmekte olan teknolojiler çerçevesinde bütüncül bir bakış açısıyla ele alınmıştır.

Bölümler boyunca, etkili bir dezenfeksiyon uygulamasının öncesinde uygun temizliğin sağlanması, ürün seçiminin kullanım alanı ve hedef mikroorganizmaya göre yapılması, önerilen konsantrasyon ve temas sürelerine uyulması ve süreçlerin düzenli olarak izlenmesi gibi temel ilkeler vurgulanmıştır. Bunun yanı sıra, dezenfektan kullanımının yalnızca bireysel uygulamalar düzeyinde değil, antimikrobiyal direnç ve çevresel etkiler bağlamında da değerlendirilmesinin giderek önem kazandığına dikkat çekilmiştir.

Kitap; mikrobiyoloji ve enfeksiyon hastalıkları alanında çalışan hekimler başta olmak üzere enfeksiyon kontrol ekipleri, hemşireler, sağlık yönetimi çalışanları, laboratuvar profesyonelleri ve sağlık bilimleri alanında eğitim gören öğrenciler için yararlanılabilecek bir kaynak oluşturma amacıyla hazırlanmıştır. Bölümlerde yer

verilen anahtar noktalar, öz-değerlendirme soruları ve kaynaklar aracılığıyla konuların hem kuramsal hem de uygulamaya dönük yönlerinin birlikte değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

Dezenfeksiyon ve enfeksiyon kontrolü, bilimsel gelişmeler, değişen standartlar ve yeni teknolojiler doğrultusunda sürekli güncellenen alanlardır. Bu nedenle güncel bilginin izlenmesi, uygulamaların düzenli olarak gözden geçirilmesi ve kalite iyileştirme süreçlerinin sürdürülmesi önem taşımaktadır. Bu kitabın, dezenfeksiyon uygulamalarının bilimsel temellerinin anlaşılmasına ve günlük uygulamaların daha sistematik bir çerçevede değerlendirilmesine katkı sağlaması amaçlanmaktadır.

Dr. Elif Tuğçe Güner

Ankara, 2026

KISALTMALAR

AMR Antimikrobiyal Direnç

ATP Adenozin Trifosfat

CDC Centers for Disease Control and Prevention

CEN Avrupa Standardizasyon Komitesi

EN Avrupa Standardı (European Norm)

HAI Sağlık Hizmeti İlişkili Enfeksiyon

HLD Yüksek Düzey Dezenfeksiyon

IPC Enfeksiyon Önleme ve Kontrol

ISO Uluslararası Standardizasyon Örgütü

KAB Kuaterner Amonyum Bileşikleri

MDR Çoklu İlaç Direnci

NGS Yeni Nesil Dizileme

PAA Perasetik Asit

PUKÖ Planla–Uygula–Kontrol Et–Önlem Al

SOP Standart İşlem Prosedürü

UV-C Ultraviyole-C

VHP Buharlaştırılmış Hidrojen Peroksit

WHO Dünya Sağlık Örgütü

İÇİNDEKİLER

KISIM I - TEMEL İLKELER VE MİKROBİYOLOJİ

BÖLÜM 1

DEZENFEKSİYONUN TEMEL KAVRAMLARI VE TARİHSEL GELİŞİMİ 3

1.1 Dezenfeksiyon Kavramı 4

1.2 Dezenfeksiyon, Antisepsi ve Sterilizasyon Arasındaki İlişki 5

1.3 Mikroorganizmaların Dezenfeksiyona Duyarlılığı 6

1.4 Biyofilmler ve Dezenfeksiyon Güçlüğü 7

1.5 Dezenfeksiyonun Tarihsel Gelişimi 8

1.6 Modern Sağlık Sistemlerinde Dezenfeksiyonun Stratejik Rolü 8

Öz-Değerlendirme Soruları 10

Kaynaklar 10

BÖLÜM 2

DEZENFEKSİYONUN MİKROBİYOLOJİK TEMELLERİ VE MİKROORGANİZMALARIN DEZENFEKTANLARA DİRENCİ 13

2.1 Mikroorganizmaların Yapısal Özellikleri ve Dezenfektan Duyarlılığı 14

2.1.1 Hücre Duvarı ve Membran Yapısının Rolü 15

2.1.2 Mikroorganizmanın Fiziksel Durumu 15

2.1.3 Dezenfektan Direncinde Yapısal Faktörler 16

2.1.4 Dezenfeksiyon Başarısında Mikrobiyolojik Değerlendirmenin Önemi 16

2.2 Gram-Pozitif ve Gram-Negatif Bakterilerde Dezenfektan Etkileşimi 16

2.2.1 Gram-Pozitif Bakterilerde Dezenfektan Duyarlılığı 17

2.2.2 Gram-Negatif Bakterilerde Dezenfektan Duyarlılığı 17

2.2.3 Dış Membranın Dezenfektan Etkinliğine Etkisi.....17
2.2.4 Dezenfektanlara Adaptasyon Mekanizmaları.....18
2.2.5 Klinik Önemi.....18
2.3 Bakteriyel Sporlar ve Dezenfeksiyon Direnci.....18
2.3.1 Spor Yapısının Dezenfektan Direncindeki Rolü.....19
2.3.2 Sporların Dezenfektanlara Duyarlılığı.....19
2.3.3 Clostridioides difficile ve Çevresel Kalıcılık.....19
2.3.4 Sporların Kontrolünde Dezenfeksiyon Stratejileri.....20
2.3.5 Klinik Önemi.....20
2.4 Mikobakterilerde Dezenfektan Direnci ve Özel Yapısal Özellikler...
20
2.4.1 Mikobakteriyel Hücre Duvarının Özellikleri.....20
2.4.2 Mikobakterilerin Dezenfektanlara Duyarlılığı.....21
2.4.3 Tüberkülosidal Aktivitenin Önemi.....21
2.4.4 Klinik Önemi.....21
2.4.5 Mikobakterilerde Tolerans Mekanizmaları.....21
2.4.6 Dezenfeksiyon Yaklaşımı.....22
2.5 Virüslerin Yapısının Dezenfektan Duyarlılığına Etkisi.....22
2.5.1 Zarflı Virüsler.....22
2.5.2 Zarfsız Virüsler.....23
2.5.3 Viral Kapsidin Rolü.....23
2.5.4 Dezenfektanların Viral İnaktivasyon Mekanizmaları.....23
2.5.5 Klinik Önemi.....23
2.6 Mantarların Dezenfektanlara Yanıtı ve Direnç Özellikleri.....24
2.6.1 Mantar Hücre Yapısının Önemi.....24
2.6.2 Maya ve Küflerin Dezenfektan Duyarlılığı.....24
2.6.3 Fungal Sporlar ve Çevresel Dayanıklılık.....24
2.6.4 Dezenfektanlara Karşı Direnç Mekanizmaları.....25
2.6.5 Klinik Önemi.....25
2.7 Biyofilmler ve Dezenfeksiyon Başarısızlığı.....25
2.7.1 Biyofilm Yapısının Özellikleri.....26

2.7.2 Biyofilmlerde Dezenfektan Direnci Mekanizmaları 26
2.7.3 Klinik Açıdan Önemli Biyofilm Oluşturan Mikroorganizmalar . 27
2.7.4 Biyofilmlerin Dezenfeksiyon Uygulamalarına Etkisi 27
2.7.5 Biyofilmler ve Antimikrobiyal Direnç İlişkisi 27
2.8 Dezenfektan Toleransı ve Antimikrobiyal Direnç İlişkisi..... 27
2.8.1 Dezenfektan Tolerans Mekanizmaları 28
2.8.2 Dezenfektan Kullanımı ve Antibiyotik Direnci İlişkisi 28
2.8.3 Yanlış Dezenfektan Kullanımının Riskleri 29
2.8.4 Enfeksiyon Kontrolündeki Önemi..... 29
Öz-Değerlendirme Soruları..... 30
Kaynaklar..... 30

KISIM II - DEZENFEKTAN GRUPLARI

BÖLÜM 3

DEZENFEKTAN GRUPLARI: ETKİ MEKANİZMALARI, KULLANIM ALANLARI VE KLİNİK UYGULAMALAR 35

3.1 Alkoller 35
3.1.1 Etki Mekanizması 36
3.1.2 Konsantrasyonun Etkinlik Üzerindeki Rolü..... 37
3.1.3 Etkili Olduğu Mikroorganizmalar 37
3.1.4 El Antisepsisinde Kullanımı 37
3.1.5 Sınırlılıkları..... 37
3.1.6 Klinik Kullanım Alanları 37
3.2 Klor ve Klor Bileşikleri 39
3.2.1 Etki Mekanizması 39
3.2.2 Antimikrobiyal Etki Spektrumu 39
3.2.3 Organik Yükün Etkisi 39
3.2.4 Sağlık Hizmetlerinde Kullanım Alanları 40
3.2.5 Sınırlılıkları..... 40

3.2.6 Salgın Yönetiminde Kullanımı 40
3.3 Oksitleyici Ajanlar: Hidrojen Peroksit ve Perasetik Asit 40
3.3.1 Hidrojen Peroksitin Etki Mekanizması 41
3.3.2 Hidrojen Peroksitin Antimikrobiyal Etkinliği 41
3.3.3 Perasetik Asit 41
3.3.4 Sporosidal Etki 41
3.3.5 Kullanım Alanları 42
3.3.6 Sınırlılıkları 42
3.4 Aldehitler 42
3.4.1 Etki Mekanizması 42
3.4.2 Glutaraldehit 43
3.4.3 Formaldehit 43
3.4.4 Avantajları 43
3.4.5 Sınırlılıkları 43
3.4.6 Klinik Kullanımdaki Yeri 43
3.5 Kuaterner Amonyum Bileşikleri (KAB) 44
3.5.1 Etki Mekanizması 44
3.5.2 Antimikrobiyal Etki Spektrumu 44
3.5.3 Kullanım Alanları 45
3.5.4 Biyofilm ve KAB Toleransı 45
3.5.5 Antibiyotik Direnci ile İlişkisi 45
3.5.6 Avantaj ve Dezavantajlar 45
3.6 Fenolik Bileşikler 45
3.6.1 Etki Mekanizması 46
3.6.2 Antimikrobiyal Etkinlik 46
3.6.3 Kullanım Alanları 46
3.6.4 Avantajları 46
3.6.5 Güvenlik Sorunları ve Sınırlılıklar 47
3.6.6 Klinik Önemi 47
3.7 İyot Bileşikleri ve İyodoforlar 47
3.7.1 Etki Mekanizması 47

3.7.2 Antimikrobiyal Etki Spektrumu 47
3.7.3 Klinik Kullanım Alanları 48
3.7.4 Povidon-İyodun Özellikleri 48
3.7.5 Sınırlılıkları 48
3.7.6 Güncel Klinik Önemi 48
3.8 Klorheksidin 48
3.8.1 Etki Mekanizması 49
3.8.2 Antimikrobiyal Etki Spektrumu 49
3.8.3 Rezidüel Aktivite Özelliği 49
3.8.4 Klinik Kullanım Alanları 50
3.8.5 Direnç ve Tolerans 50
3.8.6 Güvenlik ve Sınırlılıklar 50
3.9 Yeni Nesil ve Kombine Dezenfektan Formülasyonları 50
3.9.1 Kombine Dezenfektan Sistemleri 51
3.9.2 Biyofilm Hedefleyen Yeni Yaklaşımlar 51
3.9.3 Antimikrobiyal Yüzey Teknolojileri 51
3.9.4 Sürdürülebilir Dezenfeksiyon Yaklaşımları 52
3.10 Fiziksel Dezenfeksiyon: Isı Temelli Yöntemler 52
Anahtar Noktalar 54
Öz-Değerlendirme Soruları 54
Kaynaklar 55

KISIM III - KLİNİK UYGULAMA ALANLARI

BÖLÜM 4

DEZENFEKSİYON UYGULAMALARINDA KLİNİK ALANLAR, HASTANE ÇEVRESİ VE ENFEKSİYON KONTROL YAKLAŞIMLARI 61

4.1 Sağlık Hizmetlerinde Çevresel Dezenfeksiyonun Önemi 62
4.1.1 Hastane Çevresinin Mikrobiyolojik Önemi 62
4.1.2 Çevresel Kontaminasyon ve Hasta Güvenliği 63

4.1.3 Temizlik ve Dezenfeksiyonun Birlikte Uygulanması 63
4.1.4 Çevresel Dezenfeksiyonda Standart Yaklaşım 63
4.2 Kritik, Yarı Kritik ve Kritik Olmayan Malzemelerde Dezenfeksiyon 64
4.2.1 Kritik Malzemeler 65
4.2.2 Yarı Kritik Malzemeler 65
4.2.3 Kritik Olmayan Malzemeler 66
4.2.4 Spaulding Sınıflandırmasının Klinik Önemi 66
4.2.5 Tıbbi Cihazların Yeniden İşlenmesinde Temel İlkeler 66
4.3 Hastane Yüzeyleri ve Çevresel Kontaminasyon 66
4.3.1 Yüksek Riskli Çevresel Yüzeyler 67
4.3.2 Çevresel Patojenlerin Kalıcılığı 67
4.3.3 Çevresel Dezenfeksiyonun Bulaş Üzerindeki Etkisi 67
4.3.4 Yoğun Temas Alanlarının Yönetimi 68
4.3.5 Yeni Yaklaşımlar ve Teknolojik Destekler 68
4.4 Yoğun Bakım Ünitelerinde Dezenfeksiyon Stratejileri 68
4.4.1 Yoğun Bakım Ortamında Önemli Patojenler 69
4.4.2 Hasta Çevresi Dezenfeksiyonu 69
4.4.3 Çoklu Dirençli Mikroorganizmaların Kontrolü 69
4.4.4 Terminal Temizlik ve Dezenfeksiyon 70
4.4.5 Dezenfeksiyon Kalitesinin İzlenmesi 70
4.5 Endoskop ve Tıbbi Cihazların Yeniden İşlenmesi 70
4.5.1 Endoskoplarda Enfeksiyon Riski 71
4.5.2 Yeniden İşleme Aşamaları 71
4.5.3 Biyofilm Oluşumu ve Yeniden İşleme Sorunları 71
4.5.4 Otomatik Endoskop Yeniden İşleme (AER) Sistemleri 71
4.5.5 Tıbbi Cihazlarda Genel Yeniden İşleme İlkeleri 72
4.6 Salgın Yönetiminde Dezenfeksiyonun Rolü 72
4.6.1 Salgınlarda Çevresel Kontaminasyonun Önemi 72
4.6.2 Pandemi ve Salgınlarda Dezenfeksiyon Yaklaşımı 73
4.6.3 Salgın Kontrolünde Hedefe Yönelik Dezenfeksiyon 73

4.6.4 Salgınlarda Yeni Nesil Dezenfeksiyon Teknolojileri 73
4.6.5 Salgın Yönetiminde Eğitim ve Denetim 73
4.7 Yeni Nesil Dezenfeksiyon Teknolojileri 74
4.7.1 Ultraviyole-C (UV-C) Dezenfeksiyon Sistemleri 74
4.7.2 Hidrojen Peroksit Buhar ve Aerosol Sistemleri 74
4.7.3 Robotik ve Otomatik Dezenfeksiyon Sistemleri 74
4.7.4 Elektrokimyasal ve Yenilikçi Dezenfektan Yaklaşımları 75
4.7.5 Gelecekte Dezenfeksiyon Teknolojilerinin Rolü 75
Anahtar Noktalar 75
Öz-Değerlendirme Soruları 76
Kaynaklar 76

BÖLÜM 5

ÖZEL ALANLARDA DEZENFEKSİYON UYGULAMALARI: YOĞUN BAKIM, AMELİYATHANE, LABORATUVAR VE YÜKSEK RİSKLİ BİRİMLER 81

5.1 Yoğun Bakım Ünitelerinde Dezenfeksiyon Uygulamaları 82
5.1.1 Yoğun Bakım Ortamının Enfeksiyon Riski 82
5.1.2 Yüksek Temaslı Yüzeylerin Önemi 83
5.1.3 Yoğun Bakımda Kullanılan Dezenfektan Yaklaşımları 83
5.1.4 Terminal Temizlik ve Hasta Değişimi Sonrası Dezenfeksiyon 83
5.1.5 Yoğun Bakımda Temassız Dezenfeksiyon Teknolojileri 83
5.1.6 Yoğun Bakımda Biyofilm ve Nemli Alan Kontrolü 84
5.1.7 Yoğun Bakım Dezenfeksiyonunda Personel Eğitimi 84
5.2 Ameliyathanelerde Dezenfeksiyon ve Çevresel Kontrol 85
5.2.1 Ameliyathane Ortamında Kontaminasyon Kaynakları 85
5.2.2 Ameliyathane Temizlik Prensipleri 85
5.2.3 Cerrahi Alan Enfeksiyonlarının Önlenmesinde Çevresel Kontrol 86
5.2.4 Hava Kalitesi ve Havalandırma Sistemleri 86
5.2.5 Ameliyathanelerde Dezenfektan Seçimi 86

5.2.6 Terminal Temizlik ve Kalite Kontrol 86
5.2.7 Robotik Cerrahi Sistemleri ve Özel Ekipmanlar 86
5.2.8 Ameliyathane Dezenfeksiyonunda Personel Rolü 87
5.3 Mikrobiyoloji Laboratuvarları ve Yüksek Riskli Laboratuvar Alanlarında Dezenfeksiyon 87
5.3.1 Mikrobiyoloji Laboratuvarlarında Kontaminasyon Kaynakları .. 88
5.3.2 Biyogüvenlik Kabinlerinin Dezenfeksiyonu 88
5.3.3 Laboratuvar Yüzeylerinin Dezenfeksiyonu 88
5.3.4 Mikrobiyolojik Dökülmelerde Dekontaminasyon 88
5.3.5 Yüksek Riskli Laboratuvarlarda Dezenfeksiyon 88
5.3.6 Laboratuvar Cihazlarının Dekontaminasyonu 89
5.3.7 Laboratuvar Atıklarının Yönetimi 89
5.3.8 Personel Eğitimi ve Biyogüvenlik Kültürü 89
5.4 Eczane, Kemoterapi Hazırlama ve Steril Üretim Birimlerinde Dezenfeksiyon 89
5.4.1 Steril Hazırlama Alanlarının Özellikleri 90
5.4.2 Temiz Oda Sınıflandırması ve Çevresel Kontrol 90
5.4.3 Dezenfeksiyon Prosedürleri 90
5.4.4 Kemoterapi Hazırlama Alanlarında Güvenlik 90
5.4.5 Biyolojik Güvenlik Kabinleri ve İzolasyon Sistemleri 90
5.4.6 Çevresel İzlem Programları 90
5.4.7 Personel Eğitimi ve Aseptik Teknik 91
5.4.8 Yeni Yaklaşımlar 91
5.5 İzolasyon Odaları, Transplantasyon ve Bağışıklığı Baskılanmış Hasta Alanları 91
5.5.1 Bağışıklığı Baskılanmış Hastalarda Çevresel Riskler 91
5.5.2 İzolasyon Odalarında Dezenfeksiyon İlkeleri 91
5.5.3 Hava Kalitesi ve Çevresel Kontrol 92
5.5.4 Aspergillus ve Çevresel Kontrol 92
5.5.5 Transplantasyon Ünitelerinde Dezenfeksiyon Yaklaşımları 92
5.5.6 Clostridioides difficile Kontrolünde Özel Yaklaşım 92

5.5.7 Çok İlaca Dirençli Mikroorganizmaların Kontrolü 92
5.5.8 Hasta ve Çalışan Güvenliği Dengesi 93
5.6 Yeni Nesil Dezenfeksiyon Teknolojileri ve Gelecek Yaklaşımlar . 93
5.6.1 Ultraviyole-C (UV-C) Teknolojileri 93
5.6.2 Hidrojen Peroksit Bazlı Sistemler 93
5.6.3 Antimikrobiyal Yüzey Teknolojileri 93
5.6.4 Robotik ve Otomatik Dezenfeksiyon Sistemleri 94
5.6.5 Dijital İzleme ve Kalite Kontrol Sistemleri 94
5.6.6 Yapay Zekâ ve Veri Tabanlı Enfeksiyon Kontrolü 94
5.6.7 Mikrobiyom ve Geleceğin Dezenfeksiyon Yaklaşımı 94
5.6.8 Sürdürülebilir Dezenfeksiyon Yaklaşımları 94
Anahtar Noktalar 95
Öz-Değerlendirme Soruları 95
Kaynaklar 96

KISIM IV - DİRENÇ, KALİTE VE POLİTİKA

BÖLÜM 6
DEZENFEKTANLARA KARŞI MİKROBİYAL DİRENÇ VE TOLERANS MEKANİZMALARI 101
6.1 Dezenfektan Direnci Kavramı 101
6.1.1 Direnç ve Tolerans Arasındaki Fark 102
6.1.2 Dezenfektan Direncinin Klinik Önemi 102
6.1.3 Dezenfektan Kullanımı ve Seçilim Baskısı 103
6.2 Dezenfektan Toleransının Moleküler Mekanizmaları 103
6.2.1 Hücre Duvarı ve Hücre Membranı Değişiklikleri 104
6.2.2 Efluks Pompaları 105
6.2.3 Stres Yanıt Sistemleri 105
6.2.4 Biyofilm Oluşumu 105
6.2.5 Genetik Adaptasyon ve Yatay Gen Transferi 106
6.2.6 Çevresel Dezenfeksiyonda Temel Stratejiler 106

6.2.7 Temassız Dezenfeksiyon Teknolojilerinin Rolü 106
6.2.8 Çok Bileşenli Kontrol Yaklaşımı 106
6.3 Dezenfektan Kullanımı, Direnç Gelişimi ve Antimikrobiyal Yönetim İlişkisi 107
6.3.1 Dezenfektanların Etki Mekanizmaları 108
6.3.2 Dezenfektan Toleransı ve Direnç Kavramı 108
6.3.3 Biyofilm ve Dezenfektan Toleransı 108
6.3.4 Kuaterner Amonyum Bileşikleri ve Tolerans Gelişimi 108
6.3.5 Dezenfektan Kullanım Hataları 109
6.3.6 Antimikrobiyal Yönetim ile Çevresel Dezenfeksiyonun Birlikte Yürütülmesi 109
6.3.7 Antibiyotik ve Dezenfektan Direnci Arasındaki İlişki 109
6.3.8 Gelecekteki Yaklaşımlar 109
6.4 Antimikrobiyal Dirençle Mücadelede Enfeksiyon Kontrol Programlarının Entegrasyonu 110
6.4.1 Enfeksiyon Kontrol Programlarının Temel Bileşenleri 110
6.4.2 Mikrobiyolojik Sürveyansın Rolü 110
6.4.3 Antimikrobiyal Yönetim Programları (ASP) 110
6.4.4 Çevresel Temizlik Ekibinin Rolü 111
6.4.5 Eğitim ve Davranış Değişikliği 111
6.4.6 Hızlı Tanı Teknolojilerinin Katkısı 111
6.4.7 Yeni Nesil Enfeksiyon Kontrol Yaklaşımları 111
6.4.8 Hastane Politikaları ve Kurumsal Yaklaşım 112
Anahtar Noktalar 112
Öz-Değerlendirme Soruları 112
Kaynaklar 113

BÖLÜM 7

DEZENFEKSİYONDA KALİTE KONTROL, VALİDASYON VE STANDARTLAR 117

7.1 Dezenfeksiyon Uygulamalarında Kalite Kontrolün Önemi 117
7.1.1 Dezenfeksiyon Kalitesini Etkileyen Faktörler 118

7.1.2 Standart İşlem Prosedürlerinin (SOP) Rolü 118
7.1.3 Dezenfektan Konsantrasyonunun Kontrolü 119
7.1.4 Temas Süresi ve Uygulama Kalitesi 119
7.1.5 Eğitim ve Yetkinlik Değerlendirmesi 119
7.1.6 Kalite Göstergeleri ile İzlem 119
7.2 Dezenfeksiyon Validasyonu ve Performans Değerlendirme Yöntemleri 120
7.2.1 Dezenfeksiyon Validasyonunun Temel İlkeleri 121
7.2.2 Mikrobiyolojik Validasyon Yaklaşımları 121
7.2.3 Log Azalma Kavramı 121
7.2.4 Hızlı Değerlendirme Yöntemleri 122
7.2.5 Çevresel Mikrobiyolojik Sürveyans 122
7.2.6 Dezenfeksiyon Süreçlerinde Yeniden Validasyon 122
7.2.7 Klinik Sonuçlarla İlişkilendirme 122
7.3 Uluslararası Standartlar, Rehberler ve Dezenfeksiyon Uygulamalarının Düzenlenmesi 122
7.3.1 Dünya Sağlık Örgütü (WHO) Rehberleri 123
7.3.2 Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezleri (CDC) Önerileri 123
7.3.3 Avrupa Standartları (EN Standartları) 123
7.3.4 ISO Standartlarının ve Farmasötik Standartların Rolü 123
7.3.5 Dezenfektan Etkinlik Test Standartları 124
7.3.6 Akreditasyon ve Kalite Yönetimi 124
7.3.7 Türkiye'de Dezenfeksiyon Uygulamalarının Yönetimi 124
7.3.8 Standartlara Uyumun Önemi 124
7.3.9 FDA/OSHA Düzenleyici Çerçevesi ve Mesleki Maruziyet Sınırları 125
7.3.10 EN, ISO ve TSE Standartlarının Somut Çerçevesi 126
7.3.11 Dezenfeksiyon Düzeylerinin Mikroorganizma Tipine Göre Karşılaştırılması 128
7.3.12 Kimyasal Dezenfeksiyonun Etkinliğini Etkileyen Kalite Kontrol Faktörleri 129
7.3.13 Kimyasal Dezenfeksiyonda Güvenlik Önlemleri 131

7.4 Hata Kaynakları, Risk Yönetimi ve Sürekli İyileştirme 132
7.4.1 Dezenfeksiyon Süreçlerinde Yaygın Hata Kaynakları 133
7.4.2 İnsan Kaynaklı Faktörler 133
7.4.3 Risk Yönetimi Yaklaşımı 133
7.4.4 FMEA (Hata Türü ve Etkileri Analizi) Yaklaşımı 134
7.4.5 Sürekli Kalite İyileştirme Döngüsü 134
7.4.6 Performans Göstergelerinin Kullanımı 134
7.4.7 Antimikrobiyal Direnç Perspektifinden Risk Yönetimi 134
Anahtar Noktalar 135
Öz-Değerlendirme Soruları 135
Kaynaklar 135

BÖLÜM 8
ANTİMİKROBİYAL DİRENÇLE MÜCADELEDE DEZENFEKSİYON POLİTİKALARI VE GELECEK STRATEJİLER 139
8.1 Antimikrobiyal Direnç Kontrolünde Dezenfeksiyon Politikalarının Önemi 140
8.1.1 Antimikrobiyal Direncin Küresel Boyutu 140
8.1.2 Dezenfeksiyon Politikalarının Temel Bileşenleri 141
8.1.3 Enfeksiyon Kontrol Programları ile Entegrasyon 141
8.1.4 Antimikrobiyal Yönetim Programları ile İş Birliği 142
8.1.5 Kurumsal Dezenfeksiyon Politikalarının Oluşturulması 142
8.1.6 Sürveyans ve Veri Kullanımı 142
8.2 Antibiyotik Direnci, Çevresel Rezervuarlar ve Tek Sağlık (One Health) Yaklaşımı 142
8.2.1 Çevrenin Antimikrobiyal Dirençteki Rolü 143
8.2.2 Hastane Ortamının Dirençli Mikroorganizmalar İçin Rezervuar Olması 143
8.2.3 Dezenfektanlar ve Direnç Genlerinin Seçilimi 144
8.2.4 Tek Sağlık Yaklaşımında Dezenfeksiyonun Yeri 144
8.2.5 Atık Yönetimi ve Çevresel Koruma 144

8.2.6 Sektörler Arası İş Birliği 144
8.2.7 Gelecekteki Yaklaşımlar 145
8.3 Gelecek Perspektifi: Yapay Zekâ, Moleküler İzlem ve Sürdürülebilir Dezenfeksiyon 145
8.3.1 Yapay Zekânın Enfeksiyon Kontrolündeki Rolü 145
8.3.2 Moleküler Sürveyans ve Direnç Takibi 146
8.3.3 Gerçek Zamanlı Çevresel İzlem Sistemleri 146
8.3.4 Kişiselleştirilmiş Enfeksiyon Kontrol Yaklaşımı 146
8.3.5 Robotik ve Otomasyonun Artan Kullanımı 146
8.3.6 Yeni Nesil Antimikrobiyal Yaklaşımlar 147
8.3.7 Sürdürülebilir ve Çevre Dostu Dezenfeksiyon 147
8.3.8 Geleceğin Enfeksiyon Kontrol Modeli 147
Anahtar Noktalar 147
Öz-Değerlendirme Soruları 148
Kaynaklar 148

KISIM V - GELECEK

BÖLÜM 9

DEZENFEKSİYONDA YENİ NESİL TEKNOLOJİLER, MOLEKÜLER SÜRVEYANS VE GELECEK PERSPEKTİFİ .. 153

9.1 Giriş: Akıllı ve Veri Temelli Dezenfeksiyona Geçiş 154
9.1.1 Yeni Nesil Dezenfeksiyon İhtiyacı 154
9.1.2 Akıllı Dezenfeksiyon Sistemleri 154
9.1.3 Yapay Zekâ ve Veri Tabanlı Yaklaşımlar 155
9.2 Yeni Nesil Dezenfeksiyon Teknolojileri 155
9.2.1 Ultraviyole-C (UV-C) Dezenfeksiyon Sistemleri 156
9.2.2 Hidrojen Peroksit Bazlı Teknolojiler 156
9.2.3 Soğuk Plazma Teknolojisi 157
9.2.4 Antimikrobiyal Nanoteknolojiler 157

9.2.5 Robotik ve Otonom Dezenfeksiyon Sistemleri 157
9.3 Moleküler Sürveyans ve Dezenfektan Direncinin Geleceği 157
9.3.1 Direnç Genlerinin İzlenmesi 158
9.3.2 Yeni Nesil Dizileme Teknolojileri 158
9.3.3 Mikrobiyom Yaklaşımı 158
9.3.4 Yapay Zekâ Destekli Direnç Tahmini 158
9.3.5 Dezenfektan Stewardship Yaklaşımı 159
9.4 Sürdürülebilir ve Entegre Dezenfeksiyon Yaklaşımları 159
9.4.1 Çevre Dostu Dezenfektanların Geliştirilmesi 159
9.4.2 Entegre Enfeksiyon Kontrol Yaklaşımı 159
9.4.3 Kaynak Kullanımının Optimizasyonu 160
9.4.4 Pandemi Hazırlığında Dezenfeksiyonun Rolü 160
9.4.5 Geleceğin Hastanelerinde Dezenfeksiyon 160
Anahtar Noktalar 160
Öz-Değerlendirme Soruları 161
Kaynaklar 161
Genel Sonuç 165
Ek A 169
Dezenfeksiyon Terimleri Sözlüğü 169
Ek B 171
İlgili Standartlar ve Rehberler 171
Ek C 172
Dezenfektan Hazırlama, Konsantrasyon ve Temas Süresi 172
Ek D 173
Dezenfeksiyon Kontrol Listesi 173
Ek E 174
Örnek SOP: Hasta Odası Yüzey Dezenfeksiyonu 174
Ek F 175
Örnek Dezenfeksiyon İzlem ve Validasyon Formu 175

BÖLÜM 1

DEZENFEKSİYONUN TEMEL KAVRAMLARI VE TARİHSEL GELİŞİMİ

Bölüm Amacı ve Öğrenim Hedefleri

Bu bölüm, dezenfeksiyonun temel kavramsal çerçevesini ve tarihsel gelişimini ele alır; dezenfeksiyonun antisepsi ve sterilizasyondan farkını, mikroorganizmaların değişken duyarlılığını ve modern enfeksiyon kontrolündeki yerini bütünlüklü biçimde ortaya koymayı amaçlar.

- Dezenfeksiyon, antisepsi ve sterilizasyon kavramlarını uygulama alanı ve mikrobiyolojik hedef düzeyi açısından ayırt etmek;
- Dezenfeksiyon etkinliğini belirleyen değişkenleri (organik yük, konsantrasyon, temas süresi, sıcaklık) ilişkilendirmek;
- Mikroorganizmaların yapısal özellikleriyle dezenfektan duyarlılığı arasındaki bağı açıklamak;
- Biyofilmlerin dezenfeksiyondaki güçlüğünü ve mekanik temizliğin rolünü kavramak;
- Dezenfeksiyonun tarihsel gelişimini ve çağdaş sağlık sistemlerindeki stratejik rolünü değerlendirmek.

- Biyofilmler penetrasyonu sınırlar; bu nedenle mekanik temizleme çoğu işlemin ayrılmaz ilk basamağıdır.
- Dezenfeksiyon; el hijyeni, izolasyon, antimikrobiyal yönetim ve eğitimle bütünleşen çok bileşenli bir yaklaşımın parçasıdır.

Öz-Değerlendirme Soruları

1. Dezenfeksiyon, antisepsi ve sterilizasyonu uygulama alanı ve hedeflenen mikrobiyolojik düzey açısından karşılaştırınız.

2. Bir dezenfeksiyon uygulamasının etkinliğini belirleyen başlıca değişkenleri sıralayıp her birinin etkisini açıklayınız.

3. Mikroorganizmaların dezenfektanlara duyarlılığındaki farklılıkları, yapısal özellikleriyle ilişkilendirerek tartışınız.

4. Biyofilmlerin dezenfeksiyon başarısını neden düşürdüğünü ve mekanik temizlemenin rolünü açıklayınız.

5. Semmelweis ve Lister'in katkılarının modern enfeksiyon kontrolüne etkisini değerlendiriniz.

Kaynaklar

1. McDonnell G, Russell AD. Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance. *Clin Microbiol Rev.* 1999;12(1):147–179. doi:10.1128/CMR.12.1.147.
2. Rutala WA, Weber DJ. Disinfection, sterilization, and antisepsis: an overview. *Am J Infect Control.* 2019;47(Suppl)–A9. doi:10.1016/j.ajic.2019.01.018.
3. Otter JA, Yezli S, French GL. The role played by contaminated surfaces in the transmission of nosocomial pathogens. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2011;32(7):687–699. doi:10.1086/660363.
4. Rutala WA, Weber DJ; Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). *Guideline for Disinfection and Sterilization in Healthcare Facilities, 2008.* Updated 2019. Atlanta, GA: Centers for Disease Control and Prevention; 2019.
5. Donlan RM. Biofilms: microbial life on surfaces. *Emerg Infect Dis.* 2002;8(9):881–890. doi:10.3201/eid0809.020063.
6. Paul S, Salunkhe S, Sravanthi K, Mane SV. Pioneering hand hygiene: Ignaz Semmelweis and the fight against puerperal fever. *Cureus.* 2024;16(10). doi:10.7759/cureus.71689.

7. Michaleas SN, Laios K, Charalabopoulos A, Samonis G, Karamanou M. Joseph Lister (1827–1912): a pioneer of antiseptic surgery. *Cureus.* 2022;14(12). doi:10.7759/cureus.32777.
8. Weber DJ, Rutala WA, Miller MB, Huslage K, Sickbert-Bennett E. Role of hospital surfaces in the transmission of emerging health care-associated pathogens: norovirus, *Clostridium difficile*, and *Acinetobacter* species. *Am J Infect Control.* 2010;38(5 Suppl 1)–S33. doi:10.1016/j.ajic.2010.04.196.
9. World Health Organization. *Guidelines on Core Components of Infection Prevention and Control Programmes at the National and Acute Health Care Facility Level.* Geneva: World Health Organization; 2016.
10. European Committee for Standardization. *Chemical Disinfectants and Antiseptics—Application of European Standards for Chemical Disinfectants and Antiseptics (EN 14885).* Brussels: European Committee for Standardization; 2018.

BÖLÜM 2

DEZENFEKSİYONUN MİKROBİYOLOJİK TEMELLERİ VE MİKROORGANİZMALARIN DEZENFEKTANLARA DİRENCİ

Bölüm Amacı ve Öğrenim Hedefleri

Bu bölüm, mikroorganizmaların dezenfektanlara neden farklı düzeylerde direnç gösterdiğini yapısal ve fizyolojik temelde açıklamayı amaçlar; direnç hiyerarşisini, spor ve biyofilm gibi özel yapıların rolünü ve tolerans ile antimikrobiyal direnç arasındaki bağı bütünlüklü biçimde ortaya koyar.

- Mikroorganizma gruplarını dezenfektanlara göreli dirençlerine göre sıralamak ve yapısal nedenlerini açıklamak;
- Gram-pozitif/negatif duvarı, mikobakteri mikolik asit tabakası ve viral zarf yapısının duyarlılığa etkisini ilişkilendirmek;
- Bakteriyel sporun yüksek direncini yapısal düzeyde çözümlemek;
- Biyofilmlerin dezenfeksiyon başarısızlığındaki rolünü değerlendirmek;
- Dezenfektan toleransı ile antimikrobiyal direnç arasındaki olası bağlantıları yorumlamak.

Öz-Değerlendirme Soruları

1. Mikroorganizma gruplarını dezenfektanlara göreli dirençlerine göre sıralayıp bu sıralamanın yapısal nedenlerini açıklayınız.
2. Gram-pozitif ve Gram-negatif bakterilerin dezenfektan duyarlılığındaki farkı hücre zarfı yapısıyla ilişkilendiriniz.
3. Bakteriyel spor yapısının yüksek direncini ve C. difficile kontrolünde önerilen stratejileri tartışınız.
4. Zarflı ve zarfsız virüslerin dezenfektanlara duyarlılık farkını ve klinik sonuçlarını açıklayınız.
5. Biyofilmlerin dezenfeksiyon başarısızlığındaki rolünü ve antimikrobiyal dirençle ilişkisini değerlendiriniz.

Kaynaklar

1. McDonnell G, Russell AD. Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance. *Clin Microbiol Rev.* 1999;12(1):147–179. doi:10.1128/CMR.12.1.147.
2. Russell AD. Bacterial resistance to disinfectants: present knowledge and future problems. *J Hosp Infect.* 1999;43(Suppl)–S68. doi:10.1016/S0195-6701(99)90066-X.
3. Nikaido H. Outer membrane barrier as a mechanism of antimicrobial resistance. *Antimicrob Agents Chemother.* 1989;33(11):1831–1836. doi:10.1128/AAC.33.11.1831.
4. Silhavy TJ, Kahne D, Walker S. The bacterial cell envelope. *Cold Spring Harb Perspect Biol.* 2010;2(5). doi:10.1101/cshperspect.a000414.
5. Krewing M, Mönch E, Bolten A, Niesalla H. Resistance or tolerance? Highlighting the need for precise terminology in the field of disinfection. *J Hosp Infect.* 2024;150:51–60. doi:10.1016/j.jhin.2024.05.006.
6. Chapman JS. Disinfectant resistance mechanisms, cross-resistance, and co-resistance. *Int Biodeterior Biodegradation.* 2003;51(4):271–276. doi:10.1016/S0964-8305(03)00044-1.
7. Poole K. Efflux-mediated antimicrobial resistance. *J Antimicrob Chemother.* 2005;56(1):20–51. doi:10.1093/jac/dki171.
8. Denyer SP, Maillard JY. Cellular impermeability and uptake of biocides and antibiotics in Gram-negative bacteria. *J Appl Microbiol.* 2002;92(Suppl):35S–45S. doi:10.1046/j.1365-2672.92.5s1.19.x.
9. Kramer A, Schwebke I, Kampf G. How long do nosocomial pathogens persist on inanimate surfaces? A systematic review. *BMC Infect Dis.* 2006;6:130. doi:10.1186/1471-2334-6-130.

10. Setlow P. Spores of *Bacillus subtilis*: their resistance to and killing by radiation, heat and chemicals. *J Appl Microbiol.* 2006;101(3):514–525. doi:10.1111/j.1365-2672.2005.02736.x.
11. Leggett MJ, McDonnell G, Denyer SP, Setlow P, Maillard JY. Bacterial spore structures and their protective role in biocide resistance. *J Appl Microbiol.* 2012;113(3):485–498. doi:10.1111/j.1365-2672.2012.05336.x.
12. Rutala WA, Weber DJ. Disinfection, sterilization, and antisepsis: an overview. *Am J Infect Control.* 2019;47(Suppl)–A9. doi:10.1016/j.ajic.2019.01.018.
13. Weber DJ, Anderson DJ, Sexton DJ, Rutala WA. Role of the environment in the transmission of *Clostridium difficile* in health care facilities. *Am J Infect Control.* 2013;41(5 Suppl)–S110. doi:10.1016/j.ajic.2012.12.009.
14. Brennan PJ, Nikaido H. The envelope of mycobacteria. *Annu Rev Biochem.* 1995;64:29–63. doi:10.1146/annurev.bi.64.070195.000333.
15. McDonnell G. *Antisepsis, Disinfection, and Sterilization: Types, Action, and Resistance.* Washington, DC: ASM Press; 2007.
16. Best M, Sattar SA, Springthorpe VS, Kennedy ME. Efficacies of selected disinfectants against *Mycobacterium tuberculosis*. *J Clin Microbiol.* 1990;28(10):2234–2239. doi:10.1128/JCM.28.10.2234-2239.1990.
17. Rutala WA, Weber DJ; Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). *Guideline for Disinfection and Sterilization in Healthcare Facilities, 2008.* Updated May 2019. Atlanta, GA: Centers for Disease Control and Prevention; 2019.
18. Kampf G. Efficacy of ethanol against viruses in hand disinfection. *J Hosp Infect.* 2018;98(4):331–338. doi:10.1016/j.jhin.2017.08.025.
19. Kampf G, Todt D, Pfaender S, Steinmann E. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. *J Hosp Infect.* 2020;104(3):246–251. doi:10.1016/j.jhin.2020.01.022.
20. Hall AJ, Vinjé J, Lopman B, et al. Updated norovirus outbreak management and disease prevention guidelines. *MMWR Recomm Rep.* 2011;60(RR-03):1–18.
21. Darnell MER, Subbarao K, Feinstone SM, Taylor DR. Inactivation of the coronavirus that induces severe acute respiratory syndrome, SARS-CoV. *J Virol Methods.* 2004;121(1):85–91. doi:10.1016/j.jviromet.2004.06.006.
22. Gow NAR, Hube B. Importance of the *Candida albicans* cell wall during commensalism and infection. *Curr Opin Microbiol.* 2012;15(4):406–412. doi:10.1016/j.mib.2012.04.005.
23. Jeffery-Smith A, Taori SK, Schelenz S, et al. *Candida auris*: a review of the literature. *Clin Microbiol Rev.* 2018;31(1). doi:10.1128/CMR.00029-17.
24. Latgé JP. *Aspergillus fumigatus* and aspergillosis. *Clin Microbiol Rev.* 1999;12(2):310–350. doi:10.1128/CMR.12.2.310.
25. Flemming HC, Wingender J. The biofilm matrix. *Nat Rev Microbiol.* 2010;8(9):623–633. doi:10.1038/nrmicro2415.
26. Donlan RM, Costerton JW. Biofilms: survival mechanisms of clinically relevant microorganisms. *Clin Microbiol Rev.* 2002;15(2):167–193. doi:10.1128/CMR.15.2.167-193.2002.

27. Donlan RM. Biofilms and device-associated infections. *Emerg Infect Dis.* 2001;7(2):277–281. doi:10.3201/eid0702.010226.
28. Hall-Stoodley L, Costerton JW, Stoodley P. Bacterial biofilms: from the natural environment to infectious diseases. *Nat Rev Microbiol.* 2004;2(2):95–108. doi:10.1038/nrmicro821.
29. Costerton JW, Stewart PS, Greenberg EP. Bacterial biofilms: a common cause of persistent infections. *Science.* 1999;284(5418):1318–1322. doi:10.1126/science.284.5418.1318.
30. Russell AD. Biocide use and antibiotic resistance: the relevance of laboratory findings to clinical and environmental situations. *Lancet Infect Dis.* 2003;3(12):794–803. doi:10.1016/S1473-3099(03)00833-8.
31. Maillard JY. Bacterial resistance to biocides in the healthcare environment: should it be of genuine concern? *J Hosp Infect.* 2007;65(Suppl 2):60–72. doi:10.1016/S0195-6701(07)60018-8.
32. European Committee for Standardization. *EN 13727:2012+A2:2015. Chemical disinfectants and antiseptics—Quantitative suspension test for the evaluation of bactericidal activity in the medical area—Test method and requirements (phase 2, step 1).* Brussels: CEN; 2015.
33. European Committee for Standardization. *EN 13624:2021. Chemical disinfectants and antiseptics—Quantitative suspension test for the evaluation of fungicidal or yeasticidal activity in the medical area—Test method and requirements (phase 2, step 1).* Brussels: CEN; 2021.
34. European Committee for Standardization. *EN 14476:2013+A2:2019. Chemical disinfectants and antiseptics—Quantitative suspension test for the evaluation of virucidal activity in the medical area—Test method and requirements (phase 2, step 1).* Brussels: CEN; 2019.
35. European Committee for Standardization. *EN 17126:2018. Chemical disinfectants and antiseptics—Quantitative suspension test for the evaluation of sporicidal activity of chemical disinfectants in the medical area—Test method and requirements (phase 2, step 1).* Brussels: CEN; 2018.
36. Kampf G. Biocidal agents used for disinfection can enhance antibiotic resistance in Gram-negative species. *Antibiotics (Basel).* 2018;7(4):110. doi:10.3390/antibiotics7040110.
37. Wales AD, Davies RH. Co-selection of resistance to antibiotics, biocides and heavy metals, and its relevance to foodborne pathogens. *Antibiotics (Basel).* 2015;4(4):567–604. doi:10.3390/antibiotics4040567.
38. Kampf G. Acquired resistance to chlorhexidine—is it time to establish an "antiseptic stewardship" initiative? *J Hosp Infect.* 2016;94(3):213–227. doi:10.1016/j.jhin.2016.08.018.

BÖLÜM 3

DEZENFEKTAN GRUPLARI: ETKİ MEKANİZMALARI, KULLANIM ALANLARI VE KLİNİK UYGULAMALAR

Bölüm Amacı ve Öğrenim Hedefleri

Bu bölüm, sağlık hizmetlerinde kullanılan başlıca dezenfektan gruplarını etki mekanizmaları, antimikrobiyal spektrumları, klinik kullanım alanları ve sınırlılıklarıyla bütünlüklü biçimde ele alır; ayrıca hedef mikroorganizma ve kullanım alanına göre doğru ürün seçiminin ilkelerini ve yeni nesil/kombine formülasyonları tartışır.

- Başlıca dezenfektan ve antiseptik gruplarının etki mekanizmalarını açıklamak;
- Her grubun antimikrobiyal spektrumunu ve sınırlılıklarını değerlendirmek;
- Kullanım alanına ve hedef mikroorganizmaya göre uygun ajanı seçmek;
- Tolerans/direnç riskini ve yeni nesil ile kombine formülasyonların yerini yorumlamak.

3.1 Alkoller

Alkoller, hızlı mikrobisidal etkileri, geniş kullanım alanları ve uygulama kolaylıkları nedeniyle sağlık hizmetlerinde en

Kaynaklar

1. McDonnell G, Russell AD. Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance. *Clin Microbiol Rev.* 1999;12(1):147–179. doi:10.1128/CMR.12.1.147.
2. Kampf G, Kramer A. Epidemiologic background of hand hygiene and evaluation of the most important agents for scrubs and rubs. *Clin Microbiol Rev.* 2004;17(4):863–893. doi:10.1128/CMR.17.4.863-893.2004.
3. Kampf G. Efficacy of ethanol against viruses in hand disinfection. *J Hosp Infect.* 2018;98(4):331–338. doi:10.1016/j.jhin.2017.08.025.
4. World Health Organization. *WHO Guidelines on Hand Hygiene in Health Care.* Geneva: World Health Organization; 2009.
5. Boyce JM, Pittet D. Guideline for hand hygiene in health-care settings. *MMWR Recomm Rep.* 2002;51(RR-16):1–45.
6. Rutala WA, Weber DJ. Disinfection, sterilization, and antisepsis: an overview. *Am J Infect Control.* 2019;47(Suppl)–A9. doi:10.1016/j.ajic.2019.01.018.
7. Rutala WA, Weber DJ. Uses of inorganic hypochlorite (bleach) in health-care facilities. *Clin Microbiol Rev.* 1997;10(4):597–610. doi:10.1128/CMR.10.4.597.
8. Block SS, ed. *Disinfection, Sterilization, and Preservation.* 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2001.
9. Donskey CJ. Does improving surface cleaning and disinfection reduce health care-associated infections? *Am J Infect Control.* 2013;41(5 Suppl)–S19. doi:10.1016/j.ajic.2012.12.010.
10. Finnegan M, Linley E, Denyer SP, McDonnell G, Simons C, Maillard JY. Mode of action of hydrogen peroxide and other oxidizing agents: differences between liquid and gas forms. *J Antimicrob Chemother.* 2010;65(10):2108–2115. doi:10.1093/jac/dkq308.
11. Linley E, Denyer SP, McDonnell G, Simons C, Maillard JY. Use of hydrogen peroxide as a biocide: new consideration of its mechanisms of biocidal action. *J Antimicrob Chemother.* 2012;67(7):1589–1596. doi:10.1093/jac/dks129.
12. Kitis M. Disinfection of wastewater with peracetic acid: a review. *Environ Int.* 2004;30(1):47–55. doi:10.1016/S0160-4120(03)00147-8.
13. Rutala WA, Weber DJ. Sterilization, high-level disinfection, and environmental cleaning. *Infect Dis Clin North Am.* 2011;25(1):45–76. doi:10.1016/j.idc.2010.11.009.
14. McDonnell G. *Antisepsis, Disinfection, and Sterilization: Types, Action, and Resistance.* Washington, DC: ASM Press; 2007.
15. Rutala WA, Weber DJ; Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). *Guideline for Disinfection and Sterilization in Healthcare Facilities, 2008.* Updated 2019. Atlanta, GA: Centers for Disease Control and Prevention; 2019.

16. Kovaleva J, Peters FTM, van der Mei HC, Degener JE. Transmission of infection by flexible gastrointestinal endoscopy and bronchoscopy. *Clin Microbiol Rev.* 2013;26(2):231–254. doi:10.1128/CMR.00085-12.
17. Jennings MC, Minbiole KPC, Wuest WM. Quaternary ammonium compounds: an antimicrobial mainstay and platform for innovation. *ACS Infect Dis.* 2015;1(7):288–303. doi:10.1021/acsinfecdis.5b00047.
18. European Committee for Standardization. *EN 13727:2012+A2:2015. Chemical disinfectants and antiseptics—Quantitative suspension test for the evaluation of bactericidal activity in the medical area—Test method and requirements (phase 2, step 1).* Brussels: CEN; 2015.
19. European Committee for Standardization. *EN 13624:2021. Chemical disinfectants and antiseptics—Quantitative suspension test for the evaluation of fungicidal or yeasticidal activity in the medical area—Test method and requirements (phase 2, step 1).* Brussels: CEN; 2021.
20. European Committee for Standardization. *EN 14476:2025. Chemical disinfectants and antiseptics—Quantitative suspension test for the evaluation of virucidal activity in the medical area—Test method and requirements (phase 2, step 1).* Brussels: CEN; 2025.
21. European Committee for Standardization. *EN 17126:2018. Chemical disinfectants and antiseptics—Quantitative suspension test for the evaluation of sporicidal activity of chemical disinfectants in the medical area—Test method and requirements (phase 2, step 1).* Brussels: CEN; 2018.
22. Gerba CP. Quaternary ammonium biocides: efficacy in application. *Appl Environ Microbiol.* 2015;81(2):464–469. doi:10.1128/AEM.02633-14.
23. Buffet-Bataillon S, Tattevin P, Bonnaure-Mallet M, Jolivet-Gougeon A. Emergence of resistance to antibacterial agents: the role of quaternary ammonium compounds. *Int J Antimicrob Agents.* 2012;39(5):381–389. doi:10.1016/j.ijantimicag.2012.01.011.
24. McBain AJ, Ledder RG, Moore LE, Catrenich CE, Gilbert P. Effects of quaternary-ammonium-based formulations on bacterial community dynamics and antimicrobial susceptibility. *Appl Environ Microbiol.* 2004;70(6):3449–3456. doi:10.1128/AEM.70.6.3449-3456.2004.
25. Webber MA, Randall LP, Cooles S, Woodward MJ, Piddock LJV. Triclosan resistance in *Salmonella enterica* serovar Typhimurium. *J Antimicrob Chemother.* 2008;62(1):83–91. doi:10.1093/jac/dkn137.
26. Russell AD. Biocide use and antibiotic resistance: the relevance of laboratory findings to clinical and environmental situations. *Lancet Infect Dis.* 2003;3(12):794–803. doi:10.1016/S1473-3099(03)00833-8.
27. Denyer SP, Stewart GSAB. Mechanisms of action of disinfectants. *Int Biodeterior Biodegradation.* 1998;41(3–4):261–268. doi:10.1016/S0964-8305(98)00023-7.
28. Gottardi W. Iodine and iodine compounds. In: Block SS, ed. *Disinfection, Sterilization, and Preservation.* 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2001.

29. Bigliardi PL, Alsagoff SAL, El-Kafrawi HY, et al. Povidone iodine in wound healing: a review of current concepts and practices. *Int J Surg.* 2017;44:260–268. doi:10.1016/j.ijsu.2017.06.073.
30. Milstone AM, Passaretti CL, Perl TM. Chlorhexidine: expanding the armamentarium for infection control and prevention. *Clin Infect Dis.* 2008;46(2):274–281. doi:10.1086/524736.
31. O'Grady NP, Alexander M, Burns LA, et al. Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections. *Clin Infect Dis.* 2011;52(9)–e193. doi:10.1093/cid/cir257.
32. Kampf G. Acquired resistance to chlorhexidine—is it time to establish an "antiseptic stewardship" initiative? *J Hosp Infect.* 2016;94(3):213–227. doi:10.1016/j.jhin.2016.08.018.
33. Maillard JY. Resistance of bacteria to biocides. *Microbiol Spectr.* 2018;6(2). doi:10.1128/microbiolspec.ARBA-0006-2017.
34. Bridier A, Briandet R, Thomas V, Dubois-Brissonnet F. Resistance of bacterial biofilms to disinfectants: a review. *Biofouling.* 2011;27(9):1017–1032. doi:10.1080/08927014.2011.626899.
35. Rai M, Yadav A, Gade A. Silver nanoparticles as a new generation of antimicrobials. *Biotechnol Adv.* 2009;27(1):76–83. doi:10.1016/j.biotechadv.2008.09.002.
36. Chen W, Yang H, Peng C, Wu T. Resolving the "health vs environment" dilemma with sustainable disinfection during the COVID-19 pandemic. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2023;30(9):24737–24741. doi:10.1007/s11356-023-25167-6.
37. International Organization for Standardization. *ISO 15883-1:2024. Washer-disinfectors—Part 1: General requirements, terms and definitions and tests.* Geneva: ISO; 2024.

BÖLÜM 4

DEZENFEKSİYON UYGULAMALARINDA KLİNİK ALANLAR, HASTANE ÇEVRESİ VE ENFEKSİYON KONTROL YAKLAŞIMLARI

Bölüm Amacı ve Öğrenim Hedefleri

Bu bölüm, dezenfeksiyonun klinik uygulama alanlarını ele alır; hastane çevresinin mikrobiyolojik önemini, Spaulding sınıflandırmasına göre malzeme yönetimini, yoğun bakım ve cihaz yeniden işleme süreçlerini, salgın yönetiminde dezenfeksiyonun rolünü ve yeni nesil teknolojileri bütüncül bir enfeksiyon kontrol perspektifiyle inceler.

- Çevresel dezenfeksiyonun enfeksiyon kontrolündeki yerini açıklamak;
- Spaulding sınıflandırmasına göre kritik, yarı kritik ve kritik olmayan malzemeleri yönetmek;
- Yoğun bakım ve cihaz yeniden işleme süreçlerinin risklerini değerlendirmek;
- Salgın yönetiminde ve yeni teknolojilerde dezenfeksiyonun rolünü yorumlamak.

Öz-Değerlendirme Soruları

1. Çevresel yüzeylerin sağlık hizmeti ilişkili enfeksiyonlardaki rolünü ve temizlik–dezenfeksiyon ilişkisini açıklayınız.

2. Spaulding sınıflandırmasını örneklerle tanımlayıp her kategori için gerekli işlem düzeyini belirtiniz.

3. Yoğun bakımda yüksek temaslı yüzey yönetimini ve terminal temizliğin önemini tartışınız.

4. Endoskop yeniden işleme aşamalarını ve biyofilmin bu süreçteki rolünü açıklayınız.

5. Temassız dezenfeksiyon teknolojilerinin avantaj ve sınırlılıklarını değerlendiriniz.

Kaynaklar

1. Weber DJ, Rutala WA. Understanding and preventing transmission of healthcare-associated pathogens due to the contaminated hospital environment. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2013;34(5):449–452. doi:10.1086/670223.
2. Dancer SJ. The role of environmental cleaning in the control of hospital-acquired infection. *J Hosp Infect.* 2009;73(4):378–385. doi:10.1016/j.jhin.2009.03.030.
3. Kramer A, Schwebke I, Kampf G. How long do nosocomial pathogens persist on inanimate surfaces? A systematic review. *BMC Infect Dis.* 2006;6:130. doi:10.1186/1471-2334-6-130.
4. Rutala WA, Weber DJ. Monitoring and improving the effectiveness of surface cleaning and disinfection. *Am J Infect Control.* 2016;44(5 Suppl)–e76. doi:10.1016/j.ajic.2015.10.039.
5. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). *Guidelines for Environmental Infection Control in Health-Care Facilities.* 2003; updated 2019. Atlanta, GA: CDC; 2019.
6. Spaulding EH. Chemical disinfection of medical and surgical materials. In: Lawrence CA, Block SS, eds. *Disinfection, Sterilization and Preservation.* Philadelphia: Lea & Febiger; 1968:517–531.
7. Rutala WA, Weber DJ. Disinfection and sterilization in health care facilities: an overview and current issues. *Infect Dis Clin North Am.* 2016;30(3):609–637. doi:10.1016/j.idc.2016.04.002.
8. McDonnell G, Russell AD. Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance. *Clin Microbiol Rev.* 1999;12(1):147–179. doi:10.1128/CMR.12.1.147.

9. Alfa MJ. Monitoring and improving the effectiveness of cleaning medical and surgical devices. *Am J Infect Control.* 2013;41(5 Suppl)–S59. doi:10.1016/j.ajic.2012.12.006.
10. Otter JA, Yezli S, Salkeld JAG, French GL. Evidence that contaminated surfaces contribute to the transmission of hospital pathogens and an overview of strategies to address contaminated surfaces in hospital settings. *Am J Infect Control.* 2013;41(5 Suppl)–S11. doi:10.1016/j.ajic.2012.12.004.
11. Carling PC, Huang SS. Improving healthcare environmental cleaning and disinfection: current and evolving issues. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2013;34(5):507–513. doi:10.1086/670222.
12. Boyce JM. Environmental contamination makes an important contribution to hospital infection. *J Hosp Infect.* 2007;65(Suppl 2):50–54. doi:10.1016/S0195-6701(07)60015-2.
13. Anderson DJ, Chen LF, Weber DJ, et al. Enhanced terminal room disinfection and acquisition and infection caused by multidrug-resistant organisms and *Clostridium difficile* (BETR Disinfection): a cluster-randomised, multicentre, crossover study. *Lancet.* 2017;389(10071):805–814. doi:10.1016/S0140-6736(16)31588-4.
14. Kim YA. Roles of clinical microbiology in hospital environmental cleaning and disinfection: a narrative review. *Ann Clin Microbiol.* 2024;27(3):171–177. doi:10.5145/ACM.2024.27.3.3.
15. Vincent JL. Nosocomial infections in adult intensive-care units. *Lancet.* 2003;361(9374):2068–2077. doi:10.1016/S0140-6736(03)13644-6.
16. Allegranzi B, Pittet D. Role of hand hygiene in healthcare-associated infection prevention. *J Hosp Infect.* 2009;73(4):305–315. doi:10.1016/j.jhin.2009.04.019.
17. Munoz-Price LS, Weinstein RA. *Acinetobacter* infection. *N Engl J Med.* 2008;358(12):1271–1281. doi:10.1056/NEJMra070741.
18. Passaretti CL, Otter JA, Reich NG, et al. An evaluation of environmental decontamination with hydrogen peroxide vapor for reducing the risk of patient acquisition of multidrug-resistant organisms. *Clin Infect Dis.* 2013;56(1):27–35. doi:10.1093/cid/cis839.
19. Carling PC, Parry MF, Von Beheren SM. Identifying opportunities to enhance environmental cleaning in 23 acute care hospitals. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2008;29(1):1–7. doi:10.1086/524329.
20. ASGE Quality Assurance in Endoscopy Committee. Multisociety guideline on reprocessing flexible gastrointestinal endoscopes: 2016 update. *Gastrointest Endosc.* 2017;85(2):282–294.
21. Rutala WA, Weber DJ. Reprocessing semicritical items: current issues and new technologies. *Am J Infect Control.* 2016;44(5 Suppl)–e62. doi:10.1016/j.ajic.2015.12.029.
22. Kovaleva J, Peters FTM, van der Mei HC, Degener JE. Transmission of infection by flexible gastrointestinal endoscopy and bronchoscopy. *Clin Microbiol Rev.* 2013;26(2):231–254. doi:10.1128/CMR.00085-12.

23. Ofstead CL, Wetzler HP, Snyder AK, Horton RA. Endoscope reprocessing methods: a prospective study on the impact of human factors and automation. *Gastroenterol Nurs.* 2010;33(4):304–311. doi:10.1097/SGA.0b013e3181e9431a.
24. Dancer SJ. Controlling hospital-acquired infection: focus on the role of the environment and new technologies for decontamination. *Clin Microbiol Rev.* 2014;27(4):665–690. doi:10.1128/CMR.00020-14.
25. Rutala WA, Weber DJ; Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). *Guideline for Disinfection and Sterilization in Healthcare Facilities, 2008.* Updated 2019. Atlanta, GA: Centers for Disease Control and Prevention; 2019.
26. Weber DJ, Rutala WA, Miller MB, Huslage K, Sickbert-Bennett E. Role of hospital surfaces in the transmission of emerging health care-associated pathogens: norovirus, *Clostridium difficile*, and *Acinetobacter* species. *Am J Infect Control.* 2010;38(5 Suppl 1)–S33. doi:10.1016/j.ajic.2010.04.196.
27. Kampf G, Todt D, Pfaender S, Steinmann E. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. *J Hosp Infect.* 2020;104(3):246–251. doi:10.1016/j.jhin.2020.01.022.
28. Rutala WA, Weber DJ. Best practices for disinfection of noncritical environmental surfaces and equipment in health care facilities. *Am J Infect Control.* 2019;47(Suppl)–A105. doi:10.1016/j.ajic.2019.01.014.
29. Boyce JM. Modern technologies for improving cleaning and disinfection of environmental surfaces in hospitals. *Antimicrob Resist Infect Control.* 2016;5:10. doi:10.1186/s13756-016-0111-x.
30. Guh A, Carling P; Centers for Disease Control and Prevention. *Options for Evaluating Environmental Cleaning.* Atlanta, GA: Centers for Disease Control and Prevention; 2010.
31. Jain S, Dempsey K, Clezy K, Mitchell BG, Kiernan MA. Sustainability and novel technologies to improve environmental cleaning in healthcare—implications and considerations. *Infect Dis Health.* 2025;30(1):74–78. doi:10.1016/j.idh.2024.07.002.
32. Anderson DJ, Gergen MF, Smathers E, et al. Decontamination of targeted pathogens from patient rooms using an automated ultraviolet-C-emitting device. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2013;34(5):466–471. doi:10.1086/670215.
33. Otter JA, Yezli S, Perl TM, Barbut F, French GL. Is there a role for "no-touch" automated room disinfection systems in infection prevention and control? *J Hosp Infect.* 2013;83(1):1–13. doi:10.1016/j.jhin.2012.10.002.
34. Weber DJ, Rutala WA, Anderson DJ, et al. Effectiveness of ultraviolet devices and hydrogen peroxide systems for terminal room decontamination: focus on clinical trials. *Am J Infect Control.* 2016;44(5 Suppl)–e84. doi:10.1016/j.ajic.2015.11.015.

35. Ke D, Tan X, Chen K, et al. Advances in novel disinfection technologies for biofilm-associated nosocomial infections. *Sichuan Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban.* 2025;56(5):1243–1250. doi:10.12182/20250960203.
36. Gastaldi S, Accorgi D, D'Ancona F. Tools and strategies for monitoring hospital environmental hygiene services. *J Hosp Infect.* 2025;159:52–61. doi:10.1016/j.jhin.2025.01.011.

BÖLÜM 5

ÖZEL ALANLARDA DEZENFEKSİYON UYGULAMALARI: YOĞUN BAKIM, AMELİYATHANE, LABORATUVAR VE YÜKSEK RİSKLİ BİRİMLER

Bölüm Amacı ve Öğrenim Hedefleri

Bu bölüm, sağlık kuruluşlarının yüksek riskli özel alanlarında dezenfeksiyon uygulamalarını ele alır; yoğun bakım, ameliyathane, mikrobiyoloji laboratuvarı, steril üretim ve kemoterapi birimleri, izolasyon ve transplantasyon alanları ile yeni nesil teknolojileri, her alanın kendine özgü riskleri ve öncelikli kontrol stratejileriyle inceler.

- Özel alanların kendine özgü enfeksiyon risklerini tanımlamak;
- Her alan için uygun dezenfeksiyon ve çevresel kontrol yaklaşımını seçmek;
- Biyogüvenlik, temiz oda ve izolasyon ilkelerini değerlendirmek;
- Yeni nesil teknolojilerin özel alanlardaki rolünü yorumlamak.

Kaynaklar

1. Vincent JL, Bihari DJ, Suter PM, et al. The prevalence of nosocomial infection in intensive care units in Europe: results of the European Prevalence of Infection in Intensive Care (EPIC) study. *JAMA.* 1995;274(8):639–644. doi:10.1001/jama.1995.03530080055041.
2. Huslage K, Rutala WA, Sickbert-Bennett E, Weber DJ. A quantitative approach to defining "high-touch" surfaces in hospitals. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2010;31(8):850–853. doi:10.1086/655016.
3. Carling PC, Huang SS. Improving healthcare environmental cleaning and disinfection: current and evolving issues. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2013;34(5):507–513. doi:10.1086/670222.
4. Boyce JM. Modern technologies for improving cleaning and disinfection of environmental surfaces in hospitals. *Antimicrob Resist Infect Control.* 2016;5:10. doi:10.1186/s13756-016-0111-x.
5. Trautmann M, Lepper PM, Haller M. Ecology of *Pseudomonas aeruginosa* in the intensive care unit and the evolving role of water outlets as a reservoir of the organism. *Am J Infect Control.* 2005;33(5 Suppl 1)–S49. doi:10.1016/j.ajic.2005.03.006.
6. Mangram AJ, Horan TC, Pearson ML, Silver LC, Jarvis WR. Guideline for prevention of surgical site infection, 1999. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 1999;20(4):250–278. doi:10.1086/501620.
7. World Health Organization. *Global Guidelines for the Prevention of Surgical Site Infection.* 2nd ed. Geneva: World Health Organization; 2018.
8. Anderson DJ, Podgorny K, Berríos-Torres SI, et al. Strategies to prevent surgical site infections in acute care hospitals: 2014 update. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2014;35(6):605–627. doi:10.1086/676022.
9. Dharan S, Pittet D. Environmental controls in operating theatres. *J Hosp Infect.* 2002;51(2):79–84. doi:10.1053/jhin.2002.1217.
10. Carling PC, Briggs JL, Perkins J, Highlander D. Improved cleaning of patient rooms using a new targeting method. *Clin Infect Dis.* 2006;42(3):385–388. doi:10.1086/499361.
11. World Health Organization. *Laboratory Biosafety Manual.* 4th ed. Geneva: World Health Organization; 2020.
12. Centers for Disease Control and Prevention, National Institutes of Health. *Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories (BMBL).* 6th ed. Atlanta, GA: CDC/NIH; 2020.
13. Sehulster L, Chinn RYW; CDC; HICPAC. Guidelines for environmental infection control in health-care facilities. *MMWR Recomm Rep.* 2003;52(RR-10):1–42.
14. Occupational Safety and Health Administration (OSHA). *Occupational Exposure to Bloodborne Pathogens; Standard (29 CFR 1910.1030).* Washington, DC: OSHA; 1991, as amended.

15. United States Pharmacopeia. *USP General Chapter <797>: Pharmaceutical Compounding—Sterile Preparations.* Rockville, MD: United States Pharmacopeia; 2023.
16. International Organization for Standardization. *ISO 14644-1:2015. Cleanrooms and Associated Controlled Environments—Part 1: Classification of Air Cleanliness by Particle Concentration.* Geneva: ISO; 2015.
17. United States Pharmacopeia. *USP General Chapter <800>: Hazardous Drugs—Handling in Healthcare Settings.* Rockville, MD: United States Pharmacopeia; 2023.
18. Sandle T. Cleanroom and microbiological environmental monitoring in pharmaceutical and healthcare settings. In: *Pharmaceutical Microbiology: Essentials for Quality Assurance and Quality Control.* Cambridge: Woodhead Publishing; 2016.
19. Centers for Disease Control and Prevention; Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). *Guidelines for Environmental Infection Control in Health-Care Facilities.* 2003; updated 2019. Atlanta, GA: CDC; 2019.
20. Siegel JD, Rhinehart E, Jackson M, Chiarello L; HICPAC. *Guideline for Isolation Precautions: Preventing Transmission of Infectious Agents in Healthcare Settings.* Atlanta, GA: Centers for Disease Control and Prevention; 2007.
21. Boyce JM. Hand and environmental hygiene: respective roles for MRSA, multi-resistant Gram-negatives, *Clostridioides difficile*, and *Candida* spp. *Antimicrob Resist Infect Control.* 2024;13(1):110. doi:10.1186/s13756-024-01461-x.
22. Gastaldi S, Accorgi D, D'Ancona F. Tools and strategies for monitoring hospital environmental hygiene services. *J Hosp Infect.* 2025;159:52–61. doi:10.1016/j.jhin.2025.01.011.
23. Anderson DJ, Gergen MF, Smathers E, et al. Decontamination of targeted pathogens from patient rooms using an automated ultraviolet-C-emitting device. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2013;34(5):466–471. doi:10.1086/670215.
24. Mehta I, Hsueh HY, Taghipour S, Li W, Saeedi S. UV disinfection robots: a review. *Rob Auton Syst.* 2023;161:104332. doi:10.1016/j.robot.2022.104332.

BÖLÜM 6

DEZENFEKTANLARA KARŞI MİKROBİYAL DİRENÇ VE TOLERANS MEKANİZMALARI

Bölüm Amacı ve Öğrenim Hedefleri

Bu bölüm, mikroorganizmaların dezenfektanlara karşı geliştirdiği tolerans ve direnç mekanizmalarını moleküler düzeyde ele alır; içsel ve kazanılmış direnci, efluks, membran ve biyofilm gibi mekanizmaları, subletal kullanımın seçici baskısını ve biyosit–antibiyotik ko-direnci ile enfeksiyon kontrolü açısından sonuçlarını inceler.

- Dezenfektan direncinde içsel ve kazanılmış mekanizmaları ayırt etmek;
- Efluks, membran geçirgenliği, biyofilm ve hedef/enzim değişimi mekanizmalarını açıklamak;
- Subletal konsantrasyon ve yanlış kullanımın seçici baskısını değerlendirmek;
- Biyosit–antibiyotik ko-direncini ve enfeksiyon kontrolü açısından sonuçlarını yorumlamak.

6.1 Dezenfektan Direnci Kavramı

Dezenfektanlar sağlık hizmetlerinde mikroorganizmaların kontrolünde temel araçlar olsa da, mikroorganizmaların bu ajanlara karşı azalmış duyarlılık geliştirebildiği bilinmektedir.

Anahtar Noktalar

- Direnç içsel (doğal) veya kazanılmış olabilir; tolerans genellikle çok mekanizmalı ve çevresel koşullara bağlıdır.
- Efluks pompaları, azalmış membran geçirgenliği, biyofilm ve hedef/enzim değişimi başlıca mekanizmalardır.
- Subletal (yetersiz) konsantrasyon ve yanlış kullanım seçici baskı oluşturarak tolerans gelişimini kolaylaştırır.
- Bazı efluks ve genetik ögeler biyosit ile antibiyotik direncini birlikte taşıyabilir (ko-direnç).
- Doğru ürün, uygun konsantrasyon, yeterli temas süresi ve stewardship yaklaşımı direnç riskini azaltır.

Öz-Değerlendirme Soruları

1. Dezenfektan direncinde içsel ve kazanılmış mekanizmaları örneklerle karşılaştırınız.

2. Efluks pompalarının ve membran geçirgenliğinin tolerans gelişimindeki rolünü açıklayınız.

3. Subletal konsantrasyonda dezenfektan kullanımının seçici baskı oluşturma mekanizmasını tartışınız.

4. Biyosit–antibiyotik ko-direncinin moleküler temelini ve klinik önemini değerlendiriniz.

5. Dezenfektan direncini sınırlamak için önerilen kullanım ilkelerini (stewardship) açıklayınız.

Kaynaklar

1. World Health Organization. *Global Action Plan on Antimicrobial Resistance.* Geneva: World Health Organization; 2015.
2. McDonnell G, Russell AD. Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance. *Clin Microbiol Rev.* 1999;12(1):147–179. doi:10.1128/CMR.12.1.147.

3. Kampf G. Acquired resistance to chlorhexidine—is it time to establish an "antiseptic stewardship" initiative? *J Hosp Infect.* 2016;94(3):213–227. doi:10.1016/j.jhin.2016.08.018.
4. Magiorakos AP, Srinivasan A, Carey RB, et al. Multidrug-resistant, extensively drug-resistant and pandrug-resistant bacteria: an international expert proposal for interim standard definitions for acquired resistance. *Clin Microbiol Infect.* 2012;18(3):268–281. doi:10.1111/j.1469-0691.2011.03570.x.
5. Weber DJ, Rutala WA. Understanding and preventing transmission of healthcare-associated pathogens due to the contaminated hospital environment. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2013;34(5):449–452. doi:10.1086/670223.
6. Maillard JY, Pascoe M. Disinfectants and antiseptics: mechanisms of action and resistance. *Nat Rev Microbiol.* 2024;22(1):4–17. doi:10.1038/s41579-023-00958-3.
7. Donlan RM, Costerton JW. Biofilms: survival mechanisms of clinically relevant microorganisms. *Clin Microbiol Rev.* 2002;15(2):167–193. doi:10.1128/CMR.15.2.167-193.2002.
8. Buffet-Bataillon S, Tattevin P, Bonnaure-Mallet M, Jolivet-Gougeon A. Emergence of resistance to antibacterial agents: the role of quaternary ammonium compounds. *Int J Antimicrob Agents.* 2012;39(5):381–389. doi:10.1016/j.ijantimicag.2012.01.011.
9. Bridier A, Briandet R, Thomas V, Dubois-Brissonnet F. Resistance of bacterial biofilms to disinfectants: a review. *Biofouling.* 2011;27(9):1017–1032. doi:10.1080/08927014.2011.626899.
10. Wales AD, Davies RH. Co-selection of resistance to antibiotics, biocides and heavy metals, and its relevance to foodborne pathogens. *Antibiotics (Basel).* 2015;4(4):567–604. doi:10.3390/antibiotics4040567.
11. Kampf G. Antibiotic resistance can be enhanced in Gram-positive species by some biocidal agents used for disinfection. *Antibiotics (Basel).* 2019;8(1):13. doi:10.3390/antibiotics8010013.
12. Otter JA, Yezli S, Salkeld JAG, French GL. Evidence that contaminated surfaces contribute to the transmission of hospital pathogens and an overview of strategies to address contaminated surfaces in hospital settings. *Am J Infect Control.* 2013;41(5 Suppl)–S11. doi:10.1016/j.ajic.2012.12.004.
13. Wendt C, Dietze B, Dietz E, Rüden H. Survival of *Acinetobacter baumannii* on dry surfaces. *J Clin Microbiol.* 1997;35(6):1394–1397. doi:10.1128/JCM.35.6.1394-1397.1997.
14. Hayden MK, Bonten MJM, Blom DW, et al. Reduction in acquisition of vancomycin-resistant enterococcus after enforcement of routine environmental cleaning measures. *Clin Infect Dis.* 2006;42(11):1552–1560. doi:10.1086/503845.
15. Centers for Disease Control and Prevention. *Facility Guidance for Control of Carbapenem-resistant Enterobacteriaceae (CRE).* Atlanta, GA: CDC; 2015.

16. Carling PC, Parry MF, Von Beheren SM. Identifying opportunities to enhance environmental cleaning in 23 acute care hospitals. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2008;29(1):1–7. doi:10.1086/524329.
17. Weber DJ, Rutala WA, Anderson DJ, Chen LF, Sickbert-Bennett EE, Boyce JM. Effectiveness of ultraviolet devices and hydrogen peroxide systems for terminal room decontamination: focus on clinical trials. *Am J Infect Control.* 2016;44(5 Suppl)–e84. doi:10.1016/j.ajic.2015.11.015.
18. Dancer SJ. Controlling hospital-acquired infection: focus on the role of the environment and new technologies for decontamination. *Clin Microbiol Rev.* 2014;27(4):665–690. doi:10.1128/CMR.00020-14.
19. Siegel JD, Rhinehart E, Jackson M, Chiarello L; Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). *Guideline for Isolation Precautions: Preventing Transmission of Infectious Agents in Healthcare Settings.* Atlanta, GA: Centers for Disease Control and Prevention; 2007.
20. World Health Organization. *Guidelines on Core Components of Infection Prevention and Control Programmes at the National and Acute Health Care Facility Level.* Geneva: World Health Organization; 2016.
21. Allegranzi B, Pittet D. Role of hand hygiene in healthcare-associated infection prevention. *J Hosp Infect.* 2009;73(4):305–315. doi:10.1016/j.jhin.2009.04.019.
22. Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR). *Assessment of the Antibiotic Resistance Effects of Biocides.* Brussels: European Commission; 2009.
23. Valencia-Shelton F, Anderson N, Palavecino EL, Navas ME, Larkin PMK, She R, Filkins LM. Approaches to developing and implementing a molecular diagnostics stewardship program for infectious diseases: an ASM Laboratory Practices Subcommittee report. *J Clin Microbiol.* 2024;62(11). doi:10.1128/jcm.00941-24.
24. Barlam TF, Cosgrove SE, Abbo LM, et al. Implementing an antibiotic stewardship program: guidelines by the Infectious Diseases Society of America and the Society for Healthcare Epidemiology of America. *Clin Infect Dis.* 2016;62(10)–e77. doi:10.1093/cid/ciw118.
25. Dellit TH, Owens RC, McGowan JE, et al. Infectious Diseases Society of America and the Society for Healthcare Epidemiology of America guidelines for developing an institutional program to enhance antimicrobial stewardship. *Clin Infect Dis.* 2007;44(2):159–177. doi:10.1086/510393.
26. Baur D, Gladstone BP, Burkert F, et al. Effect of antibiotic stewardship on the incidence of infection and colonisation with antibiotic-resistant bacteria: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Infect Dis.* 2017;17(9):990–1001. doi:10.1016/S1473-3099(17)30325-0.
27. Carling PC. Methods for assessing the adequacy of practice and improving room disinfection. *Am J Infect Control.* 2013;41(5 Suppl)–S25. doi:10.1016/j.ajic.2013.01.003.

28. Ward DJ. The role of education in the prevention and control of infection: a review of the literature. *Nurse Educ Today.* 2011;31(1):9–17. doi:10.1016/j.nedt.2010.03.007.
29. El Arab RA, Almoosa Z, Alkhunaizi M, Abuadas FH, Somerville J. Artificial intelligence in hospital infection prevention: an integrative review. *Front Public Health.* 2025;13:1547450. doi:10.3389/fpubh.2025.1547450.
30. Bassetti M, Vena A, Croxatto A, Righi E, Guery B. How to manage *Pseudomonas aeruginosa* infections. *Drugs Context.* 2018;7:212527. doi:10.7573/dic.212527.

BÖLÜM 7

DEZENFEKSİYONDA KALİTE KONTROL, VALİDASYON VE STANDARTLAR

Bölüm Amacı ve Öğrenim Hedefleri

Bu bölüm, dezenfeksiyon uygulamalarının kalite güvencesini ele alır; kalite kontrolün bileşenlerini, validasyon ve performans değerlendirme yöntemlerini, uluslararası standart ve rehberleri ile hata kaynakları, risk yönetimi ve sürekli iyileştirme yaklaşımlarını bütüncül bir çerçevede inceler.

- Dezenfeksiyon kalitesini etkileyen faktörleri ve kalite kontrol araçlarını açıklamak;
- Validasyon ve performans değerlendirme yöntemlerini (ATP, log azalma, sürveyans) yorumlamak;
- İlgili uluslararası standart ve rehberleri tanımak;
- Hata kaynaklarını, risk yönetimini ve sürekli iyileştirme döngüsünü değerlendirmek.

7.1 Dezenfeksiyon Uygulamalarında Kalite Kontrolün Önemi

Dezenfeksiyon uygulamalarının etkinliği yalnızca uygun ürün seçimine bağlı değildir; başarılı bir süreç doğru ürün, uygun konsantrasyon, yeterli temas süresi, doğru uygulama tekniği ve sürekli kalite değerlendirmesinin birlikte sağlanmasıyla mümkündür. Kalite kontrol süreçleri; uygulamaların standartlara

Anahtar Noktalar

- Dezenfeksiyon başarısı ürün kadar uygulama kalitesine bağlıdır; SOP, konsantrasyon ve temas süresi kritiktir.
- Validasyon 'yapıldı' değil 'etkili yapıldı' sorusunu yanıtlar; log azalma temel ölçüttür.
- ATP ve floresan işaretleme hızlı geri bildirim verir; mikrobiyolojik kültür doğrulayıcıdır.
- EN etkinlik testleri, ISO ve WHO/CDC rehberleri uygulamalara standart çerçeve sağlar.
- Hataların çoğu önlenebilir; risk yönetimi, denetim-geri bildirim ve sürekli iyileştirme esastır.

Öz-Değerlendirme Soruları

1. Dezenfeksiyon kalite kontrolünün temel bileşenlerini (SOP, konsantrasyon, temas süresi, eğitim) açıklayınız.

2. Validasyon ile kalite kontrol arasındaki farkı ve log azalma kavramını tanımlayınız.

3. ATP biyolüminesans, floresan işaretleme ve mikrobiyolojik kültür yöntemlerini karşılaştırınız.

4. Dezenfeksiyon uygulamalarını düzenleyen başlıca standart ve rehberleri özetleyiniz.

5. Hata kaynaklarını, risk yönetimini ve PUKÖ döngüsünü örneklerle tartışınız.

Kaynaklar

1. Rutala WA, Weber DJ. Disinfection, sterilization, and antisepsis: an overview. *Am J Infect Control.* 2019;47(Suppl)–A9. doi:10.1016/j.ajic.2019.01.018.
2. Carling PC, Huang SS. Improving healthcare environmental cleaning and disinfection: current and evolving issues. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2013;34(5):507–513. doi:10.1086/670222.
3. McDonnell G. *Antisepsis, Disinfection, and Sterilization: Types, Action, and Resistance.* 2nd ed. Washington, DC: ASM Press; 2017.

4. Carling PC, Parry MF, Von Beheren SM. Identifying opportunities to enhance environmental cleaning in 23 acute care hospitals. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2008;29(1):1–7. doi:10.1086/524329.
5. Weber DJ, Rutala WA. Understanding and preventing transmission of healthcare-associated pathogens due to the contaminated hospital environment. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2013;34(5):449–452. doi:10.1086/670223.
6. World Health Organization. *Guidelines on Core Components of Infection Prevention and Control Programmes at the National and Acute Health Care Facility Level.* Geneva: World Health Organization; 2016.
7. European Committee for Standardization. *EN 14885:2022. Chemical disinfectants and antiseptics—Application of European Standards for chemical disinfectants and antiseptics.* Brussels: CEN; 2022.
8. Sehulster L, Chinn RYW; CDC; HICPAC. Guidelines for environmental infection control in health-care facilities. *MMWR Recomm Rep.* 2003;52(RR-10):1–42.
9. European Committee for Standardization. *EN 13727:2012+A2:2015. Chemical disinfectants and antiseptics—Quantitative suspension test for the evaluation of bactericidal activity in the medical area—Test method and requirements (phase 2, step 1).* Brussels: CEN; 2015.
10. European Committee for Standardization. *EN 13697:2023. Chemical disinfectants and antiseptics—Quantitative non-porous surface test for the evaluation of bactericidal and yeasticidal and/or fungicidal activity of chemical disinfectants used in food, industrial, domestic and institutional areas without mechanical action—Test method and requirements (phase 2, step 2).* Brussels: CEN; 2023.
11. International Organization for Standardization. *ISO 14644-1:2015. Cleanrooms and associated controlled environments—Part 1: Classification of air cleanliness by particle concentration.* Geneva: ISO; 2015.
12. United States Pharmacopeia. *USP General Chapter <797>: Pharmaceutical Compounding—Sterile Preparations.* Rockville, MD: United States Pharmacopeia; 2023.
13. U.S. Food and Drug Administration. *Guidance for Industry and FDA Staff: Content and Format of Premarket Notification [510(k)] Submissions for Liquid Chemical Sterilants/High Level Disinfectants.* Rockville, MD: FDA; 2000.
14. Association for the Advancement of Medical Instrumentation. *ANSI/AAMI ST58:2024. Chemical Sterilization and High-Level Disinfection in Health Care Facilities.* Arlington, VA: AAMI; 2024.
15. European Committee for Standardization. *EN 14476:2025. Chemical disinfectants and antiseptics—Quantitative suspension test for the evaluation of virucidal activity in the medical area—Test method and requirements (phase 2, step 1).* Brussels: CEN; 2025.
16. European Committee for Standardization. *EN 17126:2018. Chemical disinfectants and antiseptics—Quantitative suspension test for the evaluation of*

sporicidal activity of chemical disinfectants in the medical area—Test method and requirements (phase 2, step 1). Brussels: CEN; 2018.
17. European Committee for Standardization. *EN 16615:2026. Chemical disinfectants and antiseptics—Quantitative test method for the evaluation of bactericidal, yeasticidal and/or fungicidal and/or tuberculocidal and/or mycobactericidal activity on non-porous surfaces with mechanical action employing wipes or mops in the medical area (4-field test)—Test method and requirements (phase 2, step 2).* Brussels: CEN; 2026.
18. European Committee for Standardization. *EN 1500:2013. Chemical disinfectants and antiseptics—Hygienic handrub—Test method and requirements (phase 2, step 2).* Brussels: CEN; 2013.
19. European Committee for Standardization. *EN 12791:2016+A1:2017. Chemical disinfectants and antiseptics—Surgical hand disinfection—Test method and requirements (phase 2, step 2).* Brussels: CEN; 2017.
20. Türk Standardları Enstitüsü. *TS EN 14885:2022. Kimyasal dezenfektanlar ve antiseptikler—Kimyasal dezenfektanlar ve antiseptikler için Avrupa standartlarının uygulanması.* Ankara: TSE; 2022.
21. Türk Standardları Enstitüsü. *TS EN ISO 14644-1:2016. Temiz odalar ve ilgili kontrollü ortamlar—Bölüm 1: Parçacık konsantrasyonuna göre hava temizliğinin sınıflandırılması.* Ankara: TSE; 2016.
22. Occupational Safety and Health Administration. *Air Contaminants—Permissible Exposure Limits (29 CFR 1910.1000); Ethylene Oxide (29 CFR 1910.1047); Formaldehyde (29 CFR 1910.1048).* Washington, DC: U.S. Department of Labor.
23. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. *TLVs and BEIs: Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices.* Cincinnati, OH: ACGIH; 2010.
24. Dancer SJ. The role of environmental cleaning in the control of hospital-acquired infection. *J Hosp Infect.* 2009;73(4):378–385. doi:10.1016/j.jhin.2009.03.030.
25. Ivers N, Jamtvedt G, Flottorp S, et al. Audit and feedback: effects on professional practice and healthcare outcomes. *Cochrane Database Syst Rev.* 2012;(6). doi:10.1002/14651858.CD000259.pub3.
26. Han JH, Sullivan N, Leas BF, Pegues DA, Kaczmarek JL, Umscheid CA. Cleaning hospital room surfaces to prevent health care-associated infections: a technical brief. *Ann Intern Med.* 2015;163(8):598–607. doi:10.7326/M15-1192.

BÖLÜM 8

ANTİMİKROBİYAL DİRENÇLE MÜCADELEDE DEZENFEKSİYON POLİTİKALARI VE GELECEK STRATEJİLER

Bölüm Amacı ve Öğrenim Hedefleri

Bu bölüm, dezenfeksiyonun antimikrobiyal dirençle (AMR) mücadeledeki stratejik rolünü ele alır; kurumsal dezenfeksiyon politikalarını, enfeksiyon kontrol ve antimikrobiyal yönetim programlarıyla entegrasyonu, çevresel rezervuarları ve Tek Sağlık yaklaşımını, ayrıca yapay zekâ ve sürdürülebilirlik gibi geleceğe yönelik stratejileri inceler.

- Dezenfeksiyon politikalarının AMR kontrolündeki yerini açıklamak;
- Politikaların enfeksiyon kontrol ve antimikrobiyal yönetim programlarıyla entegrasyonunu değerlendirmek;
- Çevresel rezervuarları ve Tek Sağlık yaklaşımını yorumlamak;
- Geleceğe yönelik teknolojik ve sürdürülebilir yaklaşımları tartışmak.

- Yapay zekâ, moleküler izlem ve sürdürülebilirlik geleceği şekillendirir; temel ilkelerin yerini almaz.

Öz-Değerlendirme Soruları

1. Dezenfeksiyon politikalarının AMR kontrolündeki stratejik rolünü açıklayınız.
2. Kurumsal dezenfeksiyon politikasının temel bileşenlerini ve ASP ile entegrasyonunu tartışınız.
3. Çevresel rezervuarların direnç yayılımındaki rolünü ve atık yönetiminin önemini değerlendiriniz.
4. Tek Sağlık yaklaşımını dezenfeksiyon perspektifinden açıklayınız.
5. Yapay zekâ ve sürdürülebilir yaklaşımların gelecekteki katkılarını yorumlayınız.

Kaynaklar

1. Russell AD. Biocide use and antibiotic resistance: the relevance of laboratory findings to clinical and environmental situations. *Lancet Infect Dis.* 2003;3(12):794–803. doi:10.1016/S1473-3099(03)00833-8.
2. World Health Organization. *Guidelines on Core Components of Infection Prevention and Control Programmes at the National and Acute Health Care Facility Level.* Geneva: World Health Organization; 2016.
3. World Health Organization. *Safe Management of Wastes from Health-care Activities.* 2nd ed. Geneva: World Health Organization; 2014.
4. McDonnell G, Russell AD. Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance. *Clin Microbiol Rev.* 1999;12(1):147–179. doi:10.1128/CMR.12.1.147.
5. Rutala WA, Weber DJ. Disinfection and sterilization in health care facilities: an overview and current issues. *Infect Dis Clin North Am.* 2016;30(3):609–637. doi:10.1016/j.idc.2016.04.002.
6. Allegranzi B, Pittet D. Role of hand hygiene in healthcare-associated infection prevention. *J Hosp Infect.* 2009;73(4):305–315. doi:10.1016/j.jhin.2009.04.019.
7. Larson E. A causal link between handwashing and risk of infection? Examination of the evidence. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 1988;9(1):28–36. doi:10.1086/645729.

8. Otter JA, Yezli S, Salkeld JAG, French GL. Evidence that contaminated surfaces contribute to the transmission of hospital pathogens and an overview of strategies to address contaminated surfaces in hospital settings. *Am J Infect Control.* 2013;41(5 Suppl)–S11. doi:10.1016/j.ajic.2012.12.004.
9. Dyar OJ, Huttner B, Schouten J, Pulcini C. What is antimicrobial stewardship? *Clin Microbiol Infect.* 2017;23(11):793–798. doi:10.1016/j.cmi.2017.08.026.
10. Rutala WA, Weber DJ; Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). *Guideline for Disinfection and Sterilization in Healthcare Facilities, 2008.* Updated 2019. Atlanta, GA: Centers for Disease Control and Prevention; 2019.
11. Boyce JM. Environmental contamination makes an important contribution to hospital infection. *J Hosp Infect.* 2007;65(Suppl 2):50–54. doi:10.1016/S0195-6701(07)60015-2.
12. Kümmerer K. Significance of antibiotics in the environment. *J Antimicrob Chemother.* 2003;52(1):5–7. doi:10.1093/jac/dkg293.
13. Wales AD, Davies RH. Co-selection of resistance to antibiotics, biocides and heavy metals, and its relevance to foodborne pathogens. *Antibiotics (Basel).* 2015;4(4):567–604. doi:10.3390/antibiotics4040567.
14. Buffet-Bataillon S, Tattevin P, Bonnaure-Mallet M, Jolivet-Gougeon A. Emergence of resistance to antibacterial agents: the role of quaternary ammonium compounds. *Int J Antimicrob Agents.* 2012;39(5):381–389. doi:10.1016/j.ijantimicag.2012.01.011.
15. Poole K. Mechanisms of bacterial biocide and antibiotic resistance. *J Appl Microbiol.* 2002;92(Suppl):55S–64S.
16. Martínez-Carballo E, González-Barreiro C, Sitka A, Scharf S, Gans O. Determination of selected quaternary ammonium compounds by liquid chromatography with mass spectrometry. *Environ Pollut.* 2007;145(2):489–496.
17. McBain AJ, Ledder RG, Moore LE, Catrenich CE, Gilbert P. Effects of quaternary-ammonium-based formulations on bacterial community dynamics and antimicrobial susceptibility. *Appl Environ Microbiol.* 2004;70(6):3449–3456. doi:10.1128/AEM.70.6.3449-3456.2004.
18. Kampf G. Acquired resistance to chlorhexidine—is it time to establish an "antiseptic stewardship" initiative? *J Hosp Infect.* 2016;94(3):213–227. doi:10.1016/j.jhin.2016.08.018.
19. Krewing M, Mönch E, Bolten A, Niesalla H. Resistance or tolerance? Highlighting the need for precise terminology in the field of disinfection. *J Hosp Infect.* 2024;150:51–60. doi:10.1016/j.jhin.2024.05.006.
20. El Arab RA, Almoosa Z, Alkhunaizi M, Abuadas FH, Somerville J. Artificial intelligence in hospital infection prevention: an integrative review. *Front Public Health.* 2025;13:1547450. doi:10.3389/fpubh.2025.1547450.
21. Grice EA, Segre JA. The skin microbiome. *Nat Rev Microbiol.* 2011;9(4):244–253. doi:10.1038/nrmicro2537.

22. Quirce S, Barranco P. Cleaning agents and asthma. *J Investig Allergol Clin Immunol.* 2010;20(7):542–550.
23. Occupational Safety and Health Administration. *Protecting Workers Who Use Cleaning Chemicals.* Washington, DC: U.S. Department of Labor; 2012.

BÖLÜM 9

DEZENFEKSİYONDA YENİ NESİL TEKNOLOJİLER, MOLEKÜLER SÜRVEYANS VE GELECEK PERSPEKTİFİ

Bölüm Amacı ve Öğrenim Hedefleri

Bu bölüm, dezenfeksiyonun geleceğini şekillendiren teknolojik gelişmeleri ele alır; akıllı ve veri temelli sistemleri, temassız dezenfeksiyon teknolojilerini (UV-C, hidrojen peroksit, soğuk plazma, nanoteknoloji, robotik), moleküler sürveyansı ve dezenfektan direncinin izlenmesini ile sürdürülebilir ve entegre yaklaşımları inceler.

- Yeni nesil dezenfeksiyon teknolojilerini ve etki ilkelerini açıklamak;
- Moleküler sürveyansın dezenfektan direnci izlemindeki rolünü değerlendirmek;
- Yapay zekâ ve veri temelli yaklaşımların katkısını yorumlamak;
- Sürdürülebilir ve entegre dezenfeksiyon yaklaşımlarını tartışmak.

- Moleküler sürveyans ve NGS, direnç genlerinin ve salgın kaynaklarının izleminde güçlü araçlardır.
- Yapay zekâ, direnç tahmini ve kaynak optimizasyonunda giderek daha fazla rol oynar.
- Dezenfektan stewardship ve çevre dostu ürünler, tolerans ve çevresel yükü azaltmayı hedefler.

Öz-Değerlendirme Soruları

1. Başlıca temassız dezenfeksiyon teknolojilerini etki ilkeleri ve sınırlılıklarıyla karşılaştırınız.
2. UV-C ve hidrojen peroksit buhar sistemlerinin avantaj ve kısıtlarını açıklayınız.
3. Moleküler sürveyans ve yeni nesil dizilemenin direnç izlemindeki rolünü tartışınız.
4. Yapay zekânın enfeksiyon kontrolü ve dezenfeksiyon planlamasındaki katkılarını değerlendiriniz.
5. Sürdürülebilir ve entegre dezenfeksiyon yaklaşımının bileşenlerini açıklayınız.

Kaynaklar

1. Rutala WA, Weber DJ. Disinfection and sterilization in health care facilities: an overview and current issues. *Infect Dis Clin North Am.* 2016;30(3):609–637. doi:10.1016/j.idc.2016.04.002.
2. Kampf G. Acquired resistance to chlorhexidine—is it time to establish an "antiseptic stewardship" initiative? *J Hosp Infect.* 2016;94(3):213–227. doi:10.1016/j.jhin.2016.08.018.
3. Boyce JM. Modern technologies for improving cleaning and disinfection of environmental surfaces in hospitals. *Antimicrob Resist Infect Control.* 2016;5:10. doi:10.1186/s13756-016-0111-x.
4. El Arab RA, Almoosa Z, Alkhunaizi M, Abuadas FH, Somerville J. Artificial intelligence in hospital infection prevention: an integrative review. *Front Public Health.* 2025;13:1547450. doi:10.3389/fpubh.2025.1547450.
5. Weber DJ, Kanamori H, Rutala WA. "No touch" technologies for environmental decontamination: focus on ultraviolet devices and hydrogen pe-

roxide systems. *Curr Opin Infect Dis.* 2016;29(4):424–431. doi:10.1097/QCO.0000000000000284.
6. Kowalski W. *Ultraviolet Germicidal Irradiation Handbook: UVGI for Air and Surface Disinfection.* Berlin: Springer; 2009.
7. Weber DJ, Rutala WA, Anderson DJ, Chen LF, Sickbert-Bennett EE, Boyce JM. Effectiveness of ultraviolet devices and hydrogen peroxide systems for terminal room decontamination: focus on clinical trials. *Am J Infect Control.* 2016;44(5 Suppl)–e84. doi:10.1016/j.ajic.2015.11.015.
8. Laroussi M. Plasma medicine: a brief introduction. *Plasma Process Polym.* 2005;2(5):391–400. doi:10.1002/ppap.200400078.
9. Rai M, Yadav A, Gade A. Silver nanoparticles as a new generation of antimicrobials. *Biotechnol Adv.* 2009;27(1):76–83. doi:10.1016/j.biotechadv.2008.09.002.
10. Marra AR, Schweizer ML, Edmond MB. No-touch disinfection methods to decrease multidrug-resistant organism infections: a systematic review and meta-analysis. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2018;39(1):20–31. doi:10.1017/ice.2017.226.
11. Wales AD, Davies RH. Co-selection of resistance to antibiotics, biocides and heavy metals, and its relevance to foodborne pathogens. *Antibiotics (Basel).* 2015;4(4):567–604. doi:10.3390/antibiotics4040567.
12. Jaglic Z, Cervinkova D. Genetic basis of resistance to quaternary ammonium compounds—the qac genes and their role: a review. *Vet Med (Praha).* 2012;57(6):275–281. doi:10.17221/6013-VETMED.
13. Didelot X, Walker AS, Peto TEA, Crook DW, Wilson DJ. Within-host evolution of bacterial pathogens. *Nat Rev Microbiol.* 2016;14(3):150–162. doi:10.1038/nrmicro.2015.13.
14. Gilbert JA, Stephens B. Microbiology of the built environment. *Nat Rev Microbiol.* 2018;16(11):661–670. doi:10.1038/s41579-018-0065-5.
15. Macesic N, Polubriaginof F, Tatonetti NP. Machine learning: novel bioinformatics approaches for combating antimicrobial resistance. *Curr Opin Infect Dis.* 2017;30(6):511–517. doi:10.1097/QCO.0000000000000406.
16. Kampf G. Antibiotic resistance can be enhanced in Gram-positive species by some biocidal agents used for disinfection. *Antibiotics (Basel).* 2019;8(1):13. doi:10.3390/antibiotics8010013.
17. Chen W, Yang H, Peng C, Wu T. Resolving the “health vs environment” dilemma with sustainable disinfection during the COVID-19 pandemic. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2023;30(9):24737–24741. doi:10.1007/s11356-023-25167-6.
18. Kümmerer K. Significance of antibiotics in the environment. *J Antimicrob Chemother.* 2003;52(1):5–7. doi:10.1093/jac/dkg293.
19. Allegranzi B, Pittet D. Role of hand hygiene in healthcare-associated infection prevention. *J Hosp Infect.* 2009;73(4):305–315. doi:10.1016/j.jhin.2009.04.019.

20. Carling PC, Huang SS. Improving healthcare environmental cleaning and disinfection: current and evolving issues. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2013;34(5):507–513. doi:10.1086/670222.
21. Kampf G, Todt D, Pfaender S, Steinmann E. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. *J Hosp Infect.* 2020;104(3):246–251. doi:10.1016/j.jhin.2020.01.022.
22. Otter JA, Yezli S, Salkeld JAG, French GL. Evidence that contaminated surfaces contribute to the transmission of hospital pathogens and an overview of strategies to address contaminated surfaces in hospital settings. *Am J Infect Control.* 2013;41(5 Suppl)–S11. doi:10.1016/j.ajic.2012.12.004.