



"Developing a Biosecurity Training Program for Preparedness for Future Disasters and Increasing the Vocational Skills of Microbiology Laboratory Health Professionals" (MicroLabSecure)

## MODÜL 2: LABORATUVAR BİYOGÜVENLİK TALİMATLARI

### 1. Eğitim Modülünün Kapsamı

Bu modül; mikrobiyoloji laboratuvarlarında görev yapan sağlık profesyonellerine, afet ve olağandışı koşullar dahil günlük laboratuvar pratiğinde biyogüvenlik talimatlarını doğru ve etkin biçimde uygulamayı öğretmeyi amaçlamaktadır. Modül kapsamında ele alınan başlıca konular şunlardır:

- Kişisel Koruyucu Ekipman (KKE): risk düzeyine göre seçim, giyme (donning) ve çıkarma (doffing) sırası
- Dökülme / Saçılma Yönetimi: kimyasal ve biyolojik olaylara adım adım müdahale algoritması
- Dekontaminasyon: ajan seçimi, temas süresi ve afet koşullarına özgü uygulamalar
- Atık Yönetimi: kategori-renk kodlaması, olağandışı koşullarda geçici depolama ve bertaraf
- Bildirim ve Kayıt: yasal sorumluluklar, bildirim zinciri ve olay kayıt formu

### 1a. Eğitim Modülünün Amacı

Bu eğitim modülünün amacı; mikrobiyoloji laboratuvarı çalışanlarının biyogüvenlik risklerini sistematik biçimde tanınmasını ve bu riskleri kontrol altına alabilmek için gerekli bilgi, beceri ve tutumları geliştirmesini sağlamaktır. Modül özellikle afet ve olağandışı koşullarda standart prosedürlerin neden daha kritik bir önem kazandığını, kısıtlı kaynaklar ve bozuk altyapı ortamında doğru kararların nasıl verileceğini ve bireysel müdahalenin kurumsal bildirim zincirine nasıl bağlandığını ele almaktadır. Bu sayede katılımcılar yalnızca bilgi sahibi olmakla kalmayıp, gerçek olay senaryolarında etkin biçimde hareket edebilen profesyonellere dönüşmeyi hedeflemektedir.

### 1b. Eğitim Modülünün Hedefi

Bu modülü tamamlayan katılımcıların aşağıdaki hedeflere ulaşması beklenmektedir:

1. Risk düzeyini belirleyerek uygun KKE'yi seçmek, doğru sırayla giymek ve çıkarmak.



"Developing a Biosecurity Training Program for Preparedness for Future Disasters and Increasing the Vocational Skills of Microbiology Laboratory Health Professionals" (MicroLabSecure)

2. Kimyasal ve biyolojik dökülme/saçılma olaylarında standart müdahale algoritmasını (DUR–KKE GİY–İZOLE ET–BİLDİR–DEKONTAMİNE ET–KAYDET) uygulamak.
3. Uygun dekontaminasyon ajanını seçmek, temas süresine uymak ve mekanik temizliği kimyasal dezenfeksiyondan önce gerçekleştirmek.
4. Atık kategorisini doğru belirlemek, renk kodlamasına uymak ve afet koşullarında 48 saatlik geçici depolama kuralını uygulamak.
5. Olay bildirimini yasal süreler içinde gerçekleştirmek ve olay kayıt formunu eksiksiz doldurmak.

## 2. Eğitim Modülünün Kazanımları

### 2.1. Bilgi Kazanımları

- Biyogüvenlik (biosafety) ve biyoemniyet (biosecurity) kavramlarını birbirinden ayırt etmek; afet koşullarında her ikisinin eş zamanlı yönetiminin neden kritik olduğunu açıklamak.
- BSL sınıflandırma sistemini ve her düzeyin gerektirdiği KKE standartlarını tanımlamak.
- Kimyasal ve biyolojik dökülme senaryolarında oluşan riskleri (maruziyet türleri, bulaş yolları, toksik eşik değerleri) açıklamak.
- Dekontaminasyon ajanlarının etki mekanizmalarını, etki spektrumlarını ve afet koşullarındaki kısıtlılıklarını bilmek.
- Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği kapsamındaki kategori tanımlarını ve 48 saatlik geçici depolama kuralını açıklamak.
- SGK iş kazası bildirimini (5510 s.K. md.13), Çevre Kanunu kapsamındaki bildirim yükümlülükleri ve AFAD bildirim süreçlerini tanımlamak.

### 2.2. Beceri Kazanımları

- Risk düzeyine göre KKE seçim tablosunu kullanmak ve donning/doffing sırasını hatasız uygulamak.
- Altı adımlı dökülme yönetimi algoritmasını gerçek senaryo üzerinden adım adım uygulamak.



“Developing a Biosecurity Training Program for Preparedness for Future Disasters and Increasing the Vocational Skills of Microbiology Laboratory Health Professionals” (MicroLabSecure)

- Dekontaminasyon ajanını, konsantrasyonu ve temas süresini patojen-yüzey kombinasyonuna göre seçmek.
- Atık kategorisini ve renk kodunu doğru belirlemek; karma patojen içeren atıkta en yüksek risk kategorisini öncelikli uygulamak.
- Olay kayıt formunun zorunlu alanlarını eksiksiz doldurmak ve bildirim zincirini doğru sırayla işletmek.
- İletişim kesik olduğunda el yazılı olay notu tutmak ve fiziksel bildirim rotasını izlemek.

### 2.3. Tutum Kazanımları

- Biyogüvenlik prosedürlerine uymayı bireysel bir tercih değil, mesleki ve yasal bir zorunluluk olarak benimsemek.
- Afet ve olağandışı koşullarda alışılmış rutinlerin bozulabileceğini kabul etmek ve bu duruma önceden hazırlanmış olmayı kurumsal bir değer olarak içselleştirmek.
- Kayıt tutma ve bildirme alışkanlığını kurumsal öğrenmenin ve hasta güvenliğinin temeli olarak benimsemek.
- Meslektaşlarını bilgilendirme ve kurum içi eğitici rolünü üstlenmeye istekli olmak.

### 3. Eğitim Modülünün Yöntem ve Teknikleri

Bu modülde Problem Tabanlı Öğrenme (PBL) ve Vaka Tabanlı Öğrenme (CBL) metodolojileri bir arada kullanılmaktadır. Katılımcılar gerçekçi afet senaryoları üzerinden çözüm stratejileri geliştirir; bilgiyi pasif alım yerine uygulama bağlamında inşa eder. Bu yaklaşım, öğrenmeyi bireysel deneyime dayandırarak kalıcı beceri kazanımını destekler.

Kullanılan başlıca yöntem ve teknikler şunlardır:

#### Problem ve Vaka Tabanlı Öğrenme (PBL/CBL)

Modülün temel öğrenme yöntemi olan PBL/CBL çerçevesinde iki gerçekçi senaryo işlenmektedir. Her senaryo katılımcıları sınırlı kaynak, iletişim güçlüğü ve zaman baskısı gibi gerçek olağandışı koşullarla yüzleştirir. Küçük gruplar halinde (4–5 kişi) çalışarak sorular üzerine tartışır, çözüm önerileri geliştirir ve tartışmalarını sınıfla paylaşırlar.



"Developing a Biosecurity Training Program for Preparedness for Future Disasters and Increasing the Vocational Skills of Microbiology Laboratory Health Professionals" (MicroLabSecure)

### **Vaka 1 — Deprem Sonrası Kimyasal Dökülme Kazası (Selin Vakası)**

7,6 büyüklüğündeki depremden 20 dakika sonra BSL-2 laboratuvarında çalışan teknisyen Selin, devrilmiş kimyasal depolama rafının altında kırılmış formaldehit (formalin %10) şişelerini fark eder. Havalandırma sistemi çalışmıyor, iletişim kesik, uygun KKE mevcut değil. Katılımcılar şu sorular üzerinden tartışır: Selin ne yapmalı — tahliye mi, müdahale mi? Mevcut KKE formaldehit için yeterli mi? İletişim kesikken bildirim zinciri nasıl işler?

### **Vaka 2 — Deprem: Biyolojik Atık ve KKE Krizi (Mehmet Vakası)**

Depremden 45 dakika sonra, BSL-2 laboratuvarının atık deposu kapısı kilitsiz kalmış ve raf devrilmiştir. Temizlik personeli Mehmet, HIV, HBV ve TB şüphede hasta örnekleri içeren biyolojik atık torbalarının yere saçıldığını fark eder. Saat 03:15 — gece nöbetinde sadece iki kişi var, sıvı çatlaktan bodrum kata sızıyor. Katılımcılar üç soru üzerine çalışır: Mehmet'in ilk üç adımı ne olmalı? Karma patojen dökülmesinde KKE standardı nasıl belirlenir? Deprem sonrası ilk 72 saatte biyogüvenliği koruyarak minimum hizmeti sürdürmek için kurumsal acil atık yönetim planı nasıl oluşturulur?

### **Anlatım ve Görsel Sunum**

Teorik çerçevenin aktarımı için interaktif sunum kullanılmaktadır. Slayt materyalleri; KKE seçim tablosu, donning/doffing sırası, dökülme algoritması, dekontaminasyon ajan karşılaştırma tablosu, atık kategorisi renk kodlaması ve bildirim zinciri akış diyagramı gibi görsel modellerle desteklenmektedir. Teori sunumu, toplam 90 dakikalık oturumun 15 dakikasıyla sınırlı tutulmuş; asıl öğrenme vaka çalışmalarına bırakılmıştır.

### **Takım Tabanlı Öğrenme (TBL)**

Vaka 2'nin üçüncü sorusu kapsamında katılımcı gruplar, kendi kurumları için 'Acil Atık Yönetim Planı' taslağı oluşturur. Plan; kapsam ve koşullar, sorumlular ve komuta zinciri, KKE asgari stok listesi, bertaraf akış şeması ve bildirim zinciri başlıklarını içermelidir. Gruplar hazırladıkları planı sınıfla paylaşır, akran değerlendirmesi yapılır.

### **Değerlendirme Araçları**

Modül başında Kahoot tabanlı ön bilgi testi uygulanmaktadır. Modül sonunda aynı sorularla kapanış testi yapılarak kazanım farklılığı ölçülmektedir. Ek olarak çıkış anketi ile



“Developing a Biosecurity Training Program for Preparedness for Future Disasters and Increasing the Vocational Skills of Microbiology Laboratory Health Professionals” (MicroLabSecure)

katılımcıların modülden edindikleri en önemli bilgi, hâlâ anlaşılmayan bir konu ve kurumlarında hemen uygulayabilecekleri bir değişiklik yazılı olarak alınmaktadır.

#### 4. Konu – Kapsam

##### 4.1. Kişisel Koruyucu Ekipman (KKE): Risk Bazlı Seçim ve Doğru Kullanım

Kişisel koruyucu ekipman, laboratuvarında biyolojik ve kimyasal risklere karşı alınan son savunma hattıdır. Ancak KKE'nin tek başına yeterli olmadığı, kontrol hiyerarşisindeki (mühendislik → idari → prosedürel → KKE) son basamağı oluşturduğu unutulmamalıdır.

KKE seçiminde belirleyici üç etken vardır: gerçekleştirilen işlem, çalışılan etken ve sıçrama/aerosol riski. Bu üç etkenin kombinasyonu, gerekli KKE düzeyini belirler. Dört risk düzeyi tanımlanmaktadır:

Risk Düzeyi	Örnek İşlem	Gerekli KKE
Düşük	Rutin kan alma, biyopsi işleme	Eldiven + önlük
Orta	BSL-2 kültür çalışması, santrifüj	Eldiven + önlük + gözlük + cerrahi maske
Yüksek	TB/HIV materyali işleme, BSL-3	Çift eldiven + tulum + FFP2/N95 + siperlik
Afet / Bilinmeyen Risk	Deprem/sel sonrası karma patojen	Yüksek düzey + kimyasal/biyolojik kit

##### Donning ve Doffing Sırası

KKE çıkarma sırası, giyme sırası kadar kritiktir. Sıranın bozulması, temizlenmiş ellerin ya da yüzün kontamine yüzeylere temasına yol açar. Standart sıra şöyledir:

- Giyme (Donning): El hijyeni → Önlük → Maske/FFP2 → Gözlük/siperlik → Eldiven (önlük bileklerini örtecek şekilde)
- Çıkarma (Doffing): Eldiven (en kontamine bileşen, içe katlayarak) → Gözlük/siperlik (arka tarafından tutarak) → Önlük (içe doğru yuvarlayarak) → El hijyeni → Maske (bağlarından veya elastik kısımdan tutarak, ön yüzeyine dokunulmadan)



"Developing a Biosecurity Training Program for Preparedness for Future Disasters and Increasing the Vocational Skills of Microbiology Laboratory Health Professionals" (MicroLabSecure)

Afet koşullarında KKE stoğu yetersiz kalabilir. Bu durumda yüksek riskli alanlara öncelik tanınmalı ve alternatif KKE kullanımını kurumsal Standart Operasyonel Prosedür (SOP) ile belgelenmelidir.

#### **4.2. Dökülme / Saçılma Yönetimi: Adım Adım Algoritma**

Biyolojik veya kimyasal bir dökülme/saçılma olayında içgüdüsel tepki 'hemen temizle' olmaktadır; oysa bu en tehlikeli karardır. Standart müdahale algoritması altı adımdan oluşmaktadır:

1. **DUR:** Alana yaklaşma. Çevreyi uyar, kapıları kapat. Yapısal güvenliği değerlendir (afet koşullarında tavan ve raf çökme riskini mutlaka sorgula).
2. **KKE GİY:** Risk düzeyine uygun KKE'yi tam olarak giy. Uygun KKE mevcut değilse müdahale etme — tahliye et ve güvenli konumdan yardım çağır.
3. **İZOLE ET:** Temiz/kirli sınırını belirle. Gerekirse koridoru boşalt. 'GİRİLMEZ' uyarısı yerleştir.
4. **BİLDİR:** Birim sorumlusu → İş Sağlığı → Enfeksiyon Kontrol → Yönetim zincirini işlet. İletişim kesikse el yazılı kayıt tut ve ilk ulaşılan amire fiziksel olarak ilet.
5. **DEKONTAMİNE ET:** Doğru ajanı seç, yüzey ve etken uyumunu dikkate al. Bekleme süresine uy. Mekanik temizliği (organik maddeyi uzaklaştırmayı) kimyasal dezenfeksiyondan önce yap.
6. **KAYDET:** Olay formunu doldur: zaman, yer, etken, maruz kalan kişi(ler), KKE durumu, alınan aksiyonlar. Kayıt olmadan kurumsal öğrenme gerçekleşemez.

#### **4.3. Dekontaminasyon: Ajan Seçim Rehberi**

Dekontaminasyonda üç kritik kural her zaman önceliklidir: (1) Organik maddeyi mekanik olarak uzaklaştır, sonra kimyasal dezenfektan uygula — ters sıra etkinliği %60–80 oranında düşürür. (2) Temas süresine uy — 'silip geçmek' yeterli değildir, yüzey boyunca ıslak kalma süresi kritiktir. (3) Kullanılan bez, mop ve absorban malzeme bizzat biyolojik atık haline gelir; ayrı kırmızı torbada bertaraf et.



"Developing a Biosecurity Training Program for Preparedness for Future Disasters and Increasing the Vocational Skills of Microbiology Laboratory Health Professionals" (MicroLabSecure)

Ajan	Etki Spektrumu	Temas Süresi	Afet Koşulu Notu
Na Hipoklorit ≥1000 ppm	Geniş spektrum, sporoidal, HIV/TB/HBV	10–30 dk (TB için 30 dk)	Metal yüzeylerde korozif; durulayın. Hazırla ve kullan — 24 saatte bozulur.
Glutaraldehit %2	Enstrüman sterilizasyonu, mantar dahil	10–20 dk	Güçlü iritan; havalandırma yoksa KULLANMA.
%70 Etanol	Vejetatif bakteri, zarflı virüsler	3–5 dk	TB (Mycobacterium tuberculosis) için tek başına YETERSİZ. Yüzeyi tam ıslatın.
Otoklav 121°C	Tüm mikroorganizmalar	15–30 dk	Elektrik kesintisinde kullanılmaz — afet planında alternatif belirtin.

#### 4.4. Afet Koşullarında Atık Yönetimi

Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği (Resmi Gazete, Sayı: 25883, 22 Temmuz 2005) kapsamında dört atık kategorisi ve renk kodlaması tanımlanmaktadır:

Kategori	Kap/Renk	Temel Kural
Enfeksiyöz	Kırmızı torba (çift katman)	Biyotehlike etiketi + tarih + birim. Otoklav öncesi max 48 saat bekletme.
Kesici-Delici	Sarı delinmez konteyner	Kırık cam ELLE TOPLANAMAZ — forseps/tong zorunlu. Dolunca değiştir.
Kimyasal	Mor etiketli sızdırmaz kap	Kimyasala özgü kap kullan. Diğer kategorilerle karıştırmak YASAK.
Evsel	Siyah/şeffaf torba	Diğerleriyle asla karıştırılmaz. Kontaminasyon şüphesinde enfeksiyöz olarak değerlendir.

#### Karma Patojen Durumunda Kategori Belirleme

Birden fazla kategoriye giren atıklarda en riskli kategoriye göre yönetim yapılır. Örneğin HIV, HBV ve TB şüphede örnekler içeren kırık tüpler hem kesici-delici hem enfeksiyöz özellik taşımaktadır. Bu durumda biyolojik bulaş riski fiziksel kesik riskinden önce



“Developing a Biosecurity Training Program for Preparedness for Future Disasters and Increasing the Vocational Skills of Microbiology Laboratory Health Professionals” (MicroLabSecure)

geldiğinden enfeksiyöz kategori (kırmızı torba) önceliklidir. Uygulamada kırmızı torba içine delinmez kap kombinasyonu kullanılır.

### **Afet / Olağandışı Koşul Ek Protokolü**

Normal bertaraf rotası kesildiğinde üç ek kural devreye girer:

- Geçici depolama: Altyapı hasarı nedeniyle normal bertaraf gerçekleştirilemiyorsa, atıklar kilitli, biyotehlike etiketli ve yeterli havalandırılmalı geçici bir alanda maksimum 48 saat bekletilebilir. 48 saati aşacağı öngörüldüğünde İl Sağlık Müdürlüğü aranarak alternatif lisanslı taşıyıcı talep edilmelidir.
- Alternatif bertaraf rotası: Normal taşıyıcı ulaşamıyorsa, önceden belirlenmiş yedek lisanslı taşıyıcı devreye alınır. Her teslim işlemi tarih, saat ve imza içeren yazılı belgeyle kayıt altına alınmalıdır.
- Rota güvenliği ve ikincil kaplama: Hasar görmüş yollardan enfeksiyöz atık taşınmamalıdır. Taşıma zorunlu olduğunda atık torbası, sızdırmaz ve kapaklı sert bir dış kaba (ikincil kaplama) yerleştirilmelidir. Torba yırtılsa bile sıvı dışarı çıkmaz ve kontaminasyon yayılmaz.

### **4.5. Bildirim ve Kayıt: Olay Yönetiminin Omurgası**

Laboratuvarda gerçekleşen her türlü biyolojik veya kimyasal kaza — iğne batması, dökülme, aerosol maruziyeti, atık sızıntısı — sonrasında yapılandırılmış bir bildirim ve kayıt süreci işletilmelidir. Kayıt olmadan ne bireysel izlem yapılabilir ne de kurumsal önlem geliştirilebilir.

### **Bildirim Zinciri**

Olayın gerçekleşmesiyle birlikte aşağıdaki sıra izlenmelidir:

- Birim sorumlusu → İş Sağlığı / OSGB → Enfeksiyon Kontrol → Yönetim (birincil zincir)
- SGK iş kazası bildirim: 3 iş günü içinde (5510 s.K. md.13); geç bildirimde idari para cezası uygulanır.
- Kimyasal dökülme: İl Çevre Müdürlüğü'ne bildirim zorunludur (2872 s. Çevre Kanunu).



“Developing a Biosecurity Training Program for Preparedness for Future Disasters and Increasing the Vocational Skills of Microbiology Laboratory Health Professionals” (MicroLabSecure)

- Afet koşulunda biyolojik/kimyasal kaza: AFAD ve İl Sağlık Müdürlüğü'ne bildirim gerekir.
- İletişim kesikse: El yazısıyla zaman damgalı olay notu tut → ilk ulaşılan amire fiziksel olarak ilet → iletişim sağlanınca dijital sisteme işle. Dijital sistem çökmüşse kağıt form hukuken geçerlidir.

### Olay Kayıt Formunun Zorunlu Alanları

Olay kayıt formu aşağıdaki alanları eksiksiz içermelidir: tarih ve saat, yer (bölüm ve oda), etken/numune türü, maruz kalan kişi(ler), KKE durumu (giyildi mi?), alınan aksiyonlar ve tıbbi müdahale gerekliliği.

### Yasal Süreler

Süre	Yükümlülük
Aynı gün	Enfeksiyon kontrol + İş Sağlığı bildirimini. HIV maruziyetinde PEP kararı için 72 saat kritik penceredir.
3 iş günü	SGK iş kazası bildirimini (5510 s.K. md.13). Geç bildirimde idari para cezası.
Ay sonu	Olay kayıt defterinin kapatılması ve imzalanması.
Olay sonrası	Kök neden analizi (DÖF) ve düzeltici faaliyet planı.

### 5. Sonuç

Bu modül; mikrobiyoloji laboratuvarı çalışanlarının olağan ve olağandışı koşullarda biyogüvenlik talimatlarını doğru uygulamasını sağlamak amacıyla tasarlanmıştır. KKE seçimi ve kullanımından dökülme yönetimine, dekontaminasyondan atık bertarafına, bildirim zincirinden olay kaydına uzanan bu bütünleşik çerçeve; hem bireysel güvenliği hem de kurumsal sorumluluğu kapsamaktadır.

Afet senaryoları, standart prosedürlerin ne zaman en çok ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir: altyapı bozulduğunda, iletişim kesildiğinde ve kaynaklar kısıtlandığında. Bu nedenle modülde ele alınan her kural ve her adım, yalnızca rutin labortuvar pratiği için değil, kriz koşulları gözetilerek tasarlanmıştır.



“Developing a Biosecurity Training Program for Preparedness for Future Disasters and Increasing the Vocational Skills of Microbiology Laboratory Health Professionals” (MicroLabSecure)

Modülün temel çıkış sorusu şudur: Yarın kurumunuzda bu beş alanda — KKE, dökülme yönetimi, dekontaminasyon, atık yönetimi ve bildirim — bir değişiklik yapacak olsaydınız, ilk adımınız ne olurdu?

## KAYNAKLAR

1. World Health Organization. Laboratory Biosafety Manual, 4th ed. Geneva: WHO, 2020.
2. Centers for Disease Control and Prevention / National Institutes of Health. Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories (BMBL), 6th ed. Atlanta: CDC, 2020.
3. Rutala WA, Weber DJ, HICPAC. Guideline for Disinfection and Sterilization in Healthcare Facilities. CDC, 2008 (updated 2019).
4. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği. Resmi Gazete Sayı: 25883, 22 Temmuz 2005.
5. 5510 Sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu, Madde 13 (İş Kazasının Bildirimi).
6. 2872 Sayılı Çevre Kanunu ve ilgili yönetmelikler.
7. T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü. Laboratuvar Güvenliği Rehberi. Ankara: Sağlık Bakanlığı Yayınları, 2021.
8. CDC/NIOSH. Sequence for Putting On and Removing Personal Protective Equipment (PPE). Atlanta: CDC, 2019.
9. World Health Organization. Safe Management of Wastes from Health-Care Activities, 2nd ed. Geneva: WHO, 2014.