



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

MODÜL 1: RİSK YÖNETİMİ, LABORATUVARDAKİ RİSKLER VE AFET FARKINDALIĞI

1. Eğitim Modülünün Kapsamı

- Eğitim Modülünün Amacı ve Hedefleri
- Eğitim Modülünün Kazanımları
- Eğitim Modülünün Yöntem ve Teknikleri
- Tehlike ve Risk Kavramları
- 5x5 Risk Değerlendirme Yöntemi
- Laboratuvar Güvenliği Hiyerarşisi
- Afet Kavramı ve Sınıflandırması
- Afet Farkındalığı ve Risk Yönetimi
- Biyoterörizm
- Biyogüvenlik ve Biyoemniyet
- Afet Durumunda Laboratuvarların Özel Riskleri

1a. Eğitim Modülünün Amacı

Bu eğitim modülü ile mikrobiyoloji laboratuvarlarında görev yapan sağlık profesyonellerine, afet öncesi, sırası ve sonrasında laboratuvar risklerini sistematik biçimde değerlendirmeyi, biyogüvenlik (biosafety) ile biyoemniyet (biosecurity) kavramları arasındaki temel farkları kavramayı ve uygulamayı öğretmektir. Modül, katılımcıların olası afet senaryolarına hazırlıklı olmalarını ve laboratuvar ortamındaki riskleri etkin biçimde yönetebilmelerini sağlamayı amaçlamaktadır.

1b. Eğitim Modülünün Hedefi

Risk yönetimi stratejilerini ve laboratuvar güvenliği prosedürlerini tanımlamak, afet senaryolarına uyarlayarak uygulamak ve biyogüvenlik ile biyoemniyet risklerini eşzamanlı olarak yönetebilecek yetkinliği kazandırmaktır.

2. Eğitim Modülünün Kazanımları



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

- Tehlike ve risk kavramlarını ayırt etmek, 5x5 risk değerlendirme matrisini doğru şekilde uygulamak.
- Doğal ve insan kaynaklı afet türlerini sınıflandırmak, laboratuvar süreçleri üzerindeki etkilerini analiz etmek.
- Laboratuvar güvenliği hiyerarşisindeki kontrol önlemlerini öncelik sırasına göre listelemek ve uygulamak.
- Biyogüvenlik (biosafety) ile biyoemniyet (biosecurity) kavramlarını birbirinden ayırt etmek ve afet durumlarında eşzamanlı olarak yönetmek.
- Biyoterörizm senaryolarını tanımak, CDC Kategori A ajanlarını ve korunma protokollerini açıklamak.
- Kurumuna özgü bir zafiyet haritası oluşturmak ve iyileştirme eylem planı hazırlamak.

3. Eğitim Modülünün Yöntem ve Teknikleri

- Anlatım
- Takım Tabanlı Öğrenme
- Beyin Fırtınası
- Oyunlaştırma

4. Tehlike ve Risk Kavramları

Her meslekte yapılan işin niteliğine göre çalışanın sağlığını ve hayatını ilgilendiren tehlikeler mevcuttur. Laboratuvar ortamı biyolojik, kimyasal, fiziksel ve ergonomik tehlikeleri bir arada barındıran yüksek riskli bir çalışma alanıdır.

TEHLİKE: Yaralanma, hastalık, hasar veya zarar meydana getirme potansiyeli olan kaynak ya da durumdur.

RİSK: Tehlikenin gerçekleşme olasılığı ile bu olasılık gerçekleştiğinde ortaya çıkabilecek sonucun ciddiyet derecesinin kombinasyonudur.

$$\text{RİSK} = \text{OLASILIK} \times \text{CİDDİYET}$$



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

5. 5x5 Risk Değerlendirme Yöntemi

Risk değerlendirmesi için çok farklı yöntemler olmasına rağmen, en sık kullanılan araçlar arasında 5x5 matrisi yer almaktadır. 5x5 matrisi, tehlikenin gerçekleşme olasılığı (1-5) ile olası sonucun ciddiyet derecesinin (1-5) çarpılmasıyla elde edilen risk skorunu görselleştiren sistematik bir araçtır. Renk kodlaması: Yeşil (1-4) kabul edilebilir, Sarı (5-9) düşük, Turuncu (10-16) orta, Kırmızı (17-25) ise kabul edilemez risk düzeyini gösterir.

Olasılık / Ciddiyet	1	2	3	4	5
1 - Yılda bir (Anlamsız)	1	2	3	4	5
2 - 3 ayda bir	2	4	6	8	10
3 - Ayda bir	3	6	9	12	15
4 - Haftada bir	4	8	12	16	20
5 - Her gün	5	10	15	20	25

Uygulama Örneği: Enjektör iğnesinin kan alma esnasında batma olasılığı "her gün" (5 puan), ciddiyet derecesi ise HIV (%0,3) ve HBV (~%1) bulaş riski nedeniyle "ölümcül" (5 puan) olarak hesaplanmakta; sonuç olarak RİSK = 5x5 = 25 → KABUL EDİLEMEZ risk düzeyi saptanmaktadır. Bu durumda ya olayın olma olasılığını azaltacak ya da sonucun ciddiyetini düşürecek önlemlerin alınması gerekmektedir.

6. Laboratuvar Güvenliği Hiyerarşisi

Laboratuvar güvenliği hiyerarşisi, kontrol önlemlerini etkinliğine göre sıralayan ve en üstte tehlikeyi kaynağında ortadan kaldıran önlemlerin yer aldığı bir piramit yapısıdır. Riski tamamen elimine edecek ya da düşürecek güvenlik önlemleri en güçlüden en zayıfa aşağıdaki şekilde sıralanmıştır:

1. Tehlikenin tamamen ortadan kaldırılması
2. Tehlikenin daha az riskli bir alternatifle değiştirilmesi
3. Mühendislik Kontrolleri: BSC, kesici ve delici atık kapları, otomasyon
4. İdari Kontroller: Eğitim, prosedürler, rotasyon planları
5. Kişisel Koruyucu Ekipman (KKE): Eldiven, önlük, gözlük, maske



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

7. Afet Kavramı ve Sınıflandırması

Afet, bir toplumun veya kurumun normal işleyişini bozan, insan sağlığını ve çevreyi tehdit eden ve hızlı müdahale gerektiren olaylar bütünüdür. Afetler iki ana kategoride incelenmektedir. Ayrıca laboratuvarlarda ciddi sonuçlara yol açabilecek insan kaynaklı olaylarla da karşılaşılabilir.

Doğal Afetler: Deprem, volkanik patlama, heyelan, çığ, fırtına, tayfun, kasırga, tsunami, sel, kuraklık, yangın, böcek istilası, epidemi ve pandemi.

İnsan Kaynaklı Felaketler: Nükleer, biyolojik, fiziksel ve kimyasal savaş, patlama, biyoterörizm ve biyolojik saçılma, kimyasal maruziyet ve zehirlenme.

İnsan Kaynaklı Yapay Laboratuvar Olayları: Laboratuvar kazaları ve ekipman arızaları, uygunsuz atık yönetimi, insan hataları, altyapı arızaları, biyoemniyet ihlalleri.

8. Afet Farkındalığı ve Risk Yönetimi

Afet farkındalığı, bir olay gerçekleşmeden önce olası riskleri tanımayı, etkilerini öngörmeyi ve gerekli hazırlıkları proaktif biçimde yapmayı kapsamaktadır.

8a. Tehlikelerin Belirlenmesi

Öncelikle bir durum değerlendirmesi yaparak laboratuvardaki tehlikelerin belirlenmesi gerekmektedir.

Tehlike Kategorisi	Laboratuvara Özgü Örnekler
Fiziksel	Yangın, sel, deprem, güç kesintisi, -80°C dondurucu arızası
Biyolojik	Kültür sızıntısı, dökülme, aerosolizasyon, patojen yayılımı
Kimyasal	Dezenfektan/solvent dökülmesi, yanıcı madde yangını
İnsan Kaynağı	Personel kaybı, ulaşım engeli, vardiya sürdürülemezliği
Tedarik-İkmal	Besiyeri, antibiyotik disk, sarf malzeme tedarik kesintisi

8b. Risk Değerlendirme Matrisi (Olasılık x Etki)

Tehlikeler saptandıktan sonra her birisi için olasılığı ve etkisi değerlendirilmeli ve risk skoru hesaplanmalıdır. Çıkan skora göre de, öncelik belirlenmelidir.



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

Risk Faktörü	Olasılık	Etki	Risk Skoru	Öncelik
Deprem	Yüksek	Çok yüksek	5x5=25	Kritik
Elektrik kesintisi	Çok yüksek	Yüksek	5x4=20	Kritik
-80°C dondurucu arızası	Orta	Çok yüksek	3x5=15	Öncelikli
Personel ulaşamama	Orta	Yüksek	3x4=12	Öncelikli
Kültür dökülmesi	Düşük/Orta	Orta/Yüksek	2x3=6	Kontrol altında

9. Biyoterörizm

Afet denildiğinde öncelikle doğal afetler akla gelmekte ve biyoterörizm gibi tehlikeler göz ardı edilmektedir. Mikrobiyoloji laboratuvarlarının bu tür girişimlere de hazırlıklı olması gereklidir. Biyoterörizm, hastalık, ölüm, korku veya toplumsal düzenin bozulmasına yol açmak amacıyla biyolojik etkenlerin *kasıtlı* olarak yayılmasıdır. Sivil nüfus, gıda ve su kaynakları, tarım ile hayvancılık ve sağlık sistemleri hedefler arasında yer alabilmektedir. Bu kapsamda kullanılma olasılığı en yüksek olan mikrobiyolojik ajanlar CDC Kategori A içerisinde sınıflandırılır.

CDC Kategori A Yüksek Riskli Ajanlar:

- *Bacillus anthracis* - Şarbon (Anthrax)
- *Yersinia pestis* - Veba (Plague)
- Variola virus - Çiçek hastalığı (Smallpox)
- *Francisella tularensis* - Tularemi
- Botulinum toksini - Botulizm

10. Biyogüvenlik ve Biyoemniyet

Biyoemniyet, patojen ve toksinler, aşılarda ve farmasötik ürünler, mikroorganizma stokları gibi risk seviyesi yüksek biyolojik materyalleri izinsiz tedarik etmeyi, izinsiz kullanmayı ve kötüye kullanılmasını engellemek amacıyla alınan kurumsal ve kişisel tedbirlerin tümüdür.

Biyogüvenlik (Biosafety), patojenlerin laboratuvar içinde güvenli işlenmesi, aerosol oluşumunun kontrolü, enfeksiyöz ajanlara maruziyet, kontamine yüzeyler, sekonder bulaş, kişisel koruyucu ekipman, biyogüvenlik kabini (BGK), dezenfeksiyon, sterilizasyon gibi uygulamalara odaklanır. Biyoemniyet (Biosecurity) ise yetkisiz erişimin engellenmesini, patojen hırsızlığının, veri güvenliği



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

ihlalinin ve kötü amaçlı kullanımın önlenmesini ve kilitli saklama alanı ile erişim kartı sistemi gibi hususları önceliklendirir.

BİYOĞÜVENLİK (Biosafety)	BİYOEMNİYET (Biosecurity)
Kazara maruziyeti önler	Kasıtlı kötüye kullanımı önler
Laboratuvar çalışanlarını korur	Biyolojik materyalleri korur
Patojenlerin güvenli ele alınması odaklı	Erişim kontrolü ve izleme odaklı
Örnek: KKE kullanımı, BGK çalışma kuralları	Örnek: Numune kilidi ve erişim kaydı

11. Afet Durumunda Laboratuvarların Özel Riskleri

Afetlerde risk katlanarak artar; sistemler çöker, insan hatası artar ve güvenlik zafiyetleri ortaya çıkar. Bu nedenle hızlı risk değerlendirmesi, önceliklendirme ve çiftli risk yönetimi (biyogüvenlik ve biyoemniyet) gereklidir. Biyorisk yönetimi, yalnızca güvenlik değil, sürdürülebilir laboratuvar işletiminin de temelidir. Biyorisk yönetimindeki kritik ilkeler şunlardır:

- Risk her zaman vardır, yönetilmelidir
- İnsan faktörü en büyük risktir
- Eğitim en güçlü kontroldür
- Biyogüvenlik ve biyoemniyet ayrılmaz

Afet öncesinde hazırlık ve risk değerlendirilmesi yapılmamışsa sıklıkla aşağıdaki hatalarla karşılaşılır:

- Risk değerlendirmesi yapmadan işleme başlamak
- KKE ihlali
- Numune takibinin ihmal edilmesi
- Olayların raporlanmaması
- Biyoemniyetin göz ardı edilmesi

12. Sonuç



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

Öncelikle laboratuvarlarda tehlikeler belirlenmeli; “riski tanı, kontrol et, yönet” ilkesi ile ilerlenmelidir. Afet sırasında biyogüvenlik ve biyoemniyet riskleri eşzamanlı olarak ortaya çıkar. Afet durumunda en büyük hata “sadece bulaşa odaklanıp güvenliği unutmak”tır. Doğru yaklaşım; insanları koru, ajanı kontrol et ve sistemi yönet yaklaşımı ile hem biyogüvenliğin hem de biyoemniyetin birlikte yönetilmesidir. Biyogüvenlik seni korur, biyoemniyet ise toplumu korur.

KAYNAKLAR

American Chemical Society (ACS). ACS Laboratuvar Safety. <https://institute.acs.org/acs-center/lab-safety.html> (Access date: March 2024).

American Chemical Society (ACS). Guidelines for Chemical Laboratory Safety in Academic Institutions, ACS, Washington DC (2016).

American Chemical Society (ACS). Safety in Academic Chemistry Laboratories. ACS, Washington DC. (2017).

American Industrial Hygiene Association. Safety Matters Center. <https://www.aiha.org/get-involved/safety-matters-center> (2017).

Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories (BMBL). 6th ed. HHS Publication No. (CDC) 21-1112. <https://www.cdc.gov/labs/bmbl/index.html> (2020).

Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Safe labs. <https://www.cdc.gov/safelabs/> (2024).

Environmental Protection Agency (EPA). Hazardous Waste Management Regulations. <https://www.epa.gov/hw> (2019).

Maury, H. Laboratory Safety for Chemistry Students. *Journal of Chemical Education*, 94(10), 1493–1498. (2017).

National Fire Protection Association. NFPA 45: Standard on Fire Protection for Laboratories Using Chemicals (2019).

National Research Council (US) Committee on Prudent Practices in the Laboratory. Prudent Practices in the Laboratory: Handling and Management of Chemical Hazards: Updated Version. Washington (DC): National Academies Press (US) (2011).

Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Occupational exposure to hazardous chemicals in laboratories. <https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.1450>



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

Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Laboratory Safety Guidance. OSHA 3404-11R 2011 <https://www.osha.gov/laboratory> (2011).

Phifer, R. Case study – Incident investigation: Laboratory explosion, *J. Chem. Health Safety* (2014), doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jchas.2014.04.001>.

Reason, J. Human error: models and management. *BMJ*, 320 (7237), 768–770. (2000). The National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2019).

Reproducibility and Replicability in Science. National Academies Press. The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards (2020).

T.C. Sağlık Bakanlığı. Ulusal Mikrobiyoloji Standartları, Laboratuvar Güvenliği Rehberi, Sağlık Bakanlığı Yayın No: 1204, Basım yeri: Ankara (2021).

Taylan Ozkan, A., Cansaran Duman, D., Derici, MK. Basic Biosecurity Practices Against Biological Risks. Hipokrat Yayınevi, Ankara (2019).

Taylan Özkan, A., Sharafi P. Bölüm 12 Molekülden İlaça Giden Yolda Laboratuvar Güvenliği ve Emniyeti. In: Stratejik Gereklilik: Molekülden İlaça. Eds. Cansaran-Duman, D., Derici, M.K., Taylan Özkan, A., 319 - 340

The U.S. Chemical Safety Board (CSB). Texas Tech University Chemistry Lab Explosion <https://www.csb.gov/texas-tech-university-chemistry-lab-explosion/> (Erişim 2026)

World Health Organization (WHO). Laboratory Biosafety Manual, 4th Edition. [https://www.who.int/publications](https://www.who.int/publications/i/item/9789240011311) (2020). <https://www.who.int/publications/i/item/9789240011311>