



# Journal of Turkish Operations Management

## Sağlık çalışanlarında nozokomiyal ve laboratuvar kaynaklı hastalık maruziyeti ve proaktif yaklaşımla biyolojik risk analizi uygulaması

Nuray Alpoğlu Akbulut<sup>1\*</sup>, Ergün Eraslan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Ankara  
e-mail: nurayakbulut6@gmail.com, ORCID No: <http://orcid.org/0000-0001-7772-2798>

<sup>2</sup>İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Ankara  
e-mail: ergunerasslan@gmail.com, ORCID No: <http://orcid.org/0000-0002-5667-0391>

\*Sorumlu Yazar

### Makale Bilgisi

#### Makale Geçmişi:

Geliş: 15.11.2021  
Revize: 09.12.2021  
Kabul: 13.12.2021

#### Anahtar Kelimeler:

Biyolojik risk değerlendirmesi,  
Biyolojik tehlike,  
Biyogüvenlik, nozokomiyal hastalık,  
Laboratuvar kaynaklı enfeksiyon

### Özet

Dünyada biyolojik tehlikelerin neden olduğu D grubu mesleki bulaşıcı hastalıklar en çok sağlık çalışanlarında mortalite ve morbidite nedenidir. Bu nedenle hastanelerin proaktif yaklaşımla risk analizlerinin yapılması önemlidir. Bu yaklaşımla çalışmada nozokomiyal hastalıklar, laboratuvar kaynaklı enfeksiyonlar ve bu enfeksiyonlara karşı kontrol önlemleri tanımlanmıştır. Kontrol önlemleri bağlamında bir uygulamanın 4×3 matris modeli ile biyolojik risk değerlendirmesi yapılmıştır. Ankara’da yerleşik eğitim mikrobiyoloji laboratuvarında “Kanalizasyon numunesinden Escherichia coli saf kültür elde etme ve kültürün yatık kültürde transfer işlemi ile muhafaza edilmesi” işlemi yapılmıştır. Mevcut önlemler, bakterilerin risk grupları ve bulaş yolları dikkate alınarak işlemin risk düzeyi belirlenmiştir. Uygulamanın risk düzeyi “orta” seviyede bulunmuştur. Bu sonuç bu laboratuvarında ek önlemlere ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymuştur. Çalışmanın sonunda, biyogüvenlik içerikli eğitimlerin planlanması ve biyogüvenlik kılavuzları yazılması, biyogüvenlik kabinini kullanılması gibi yönetsel önlemler; laboratuvarın çıkışına lavabo yaptırılması gibi mühendislik önlemleri önerilmiştir.

## Nosocomial and laboratory-derived disease exposure in healthcare workers and biological risk analysis application with a proactive approach

### Article Info

#### Article History:

Received: 15.11.2021  
Revised: 09.12.2021  
Accepted: 13.12.2021

#### Keywords:

Biological risk assesment,  
Biolojical hazard,  
Nosocomial disease,  
Laboratory-acquired infections

### Abstract

Group D occupational infectious diseases caused by biological hazards in the world are the most common cause of mortality and morbidity in healthcare workers. With this approach, nosocomial diseases, laboratory-acquired infections and control measures against these infections were defined in the study. In the context of control measures, a biological risk assessment was made with the 4×3 matrix model of an application. In the teaching microbiology laboratory located in Ankara, the process of "obtaining Escherichia coli pure culture from the sewer sample and preserving the culture by transferring the culture in horizontal culture" was carried out. The risk level of the procedure was determined by taking into account the existing precautions, risk groups of bacteria and transmission routes. The risk level of the practice was found to be "medium". This result revealed the need for additional precautions in this laboratory. At the end of the study, managerial measures such as planning biosafety-related training, writing biosafety guidelines, using biosafety cabinets; engineering measures such as placing a sink near the laboratory exit are recommended.

## 1. Giriş

İnsan sağlığı üzerinde hafif veya ölüme kadar gidebilen, alerjik reaksiyonlara, zehirlenmelere ve enfeksiyonlara neden olabilen virüsler, bakteriler, mikrofunguslar, parazitler, mikrobiyal toksinler, kan ve vücut sıvıları, insan ve hayvan dokuları, değiştirilmiş hücre hatları, nükleik asit ve gen ürünleri, mikroorganizmalar *biyolojik tehlikeler (enfeksiyöz ajanlar)* olarak adlandırılır (Mikrobiyoloji Referans Laboratuvarları, 2014). Bu etkenlere maruz kalma sonucu ortaya çıkan meslek hastalıkları Türkiye’de meslek hastalıkları sınıflandırmasında *D grubu mesleki bulaşıcı hastalıklar* olarak sınıflandırılmaktadır. Global dünyada yılda 320 bin işçi biyolojik etmenlere bağlı enfeksiyon hastalıkları nedeniyle yaşamını yitirmektedir. Yılda 5000 kişi Avrupa da meslek hastalıkları nedeniyle ölmekte, bu ölümlerin %0,8’i mesleki bulaşıcı hastalıklar nedeniyle ortaya çıkmaktadır. Bu ölümlerin %65,21’i sağlık çalışanlarında ortaya çıkmaktadır (Corrao, Mazzotta, La Torre ve De Giusti, 2012). Dünyada biyolojik etmenlere bağlı bildirimler mesleki hastalıkların bildirimleri arasında üçüncü sırada yer almaktadır (Zencir, 2015).

*Pandemi ve Epidemiyeye Neden Olan Mesleki Bulaşıcı Hastalıkların Epidemiyolojisine bakarsak;*

Son yıllarda meslek bulaşıcı hastalıklar dünyada aşağıdaki hastalıklarla işçi sağlığı gündemine oturmuştur. *DSÖ, SARS salgınında* hastalığa yakalanan 8,098 kişinin 1,707’sinin (%21) sağlık çalışanı olduğunu bildirmiştir. Ülkemizde de Kırım Kongo Kanamalı Ateşi (KKKA) salgını ile işçi sağlığı gündemine oturmuştur (Zencir, 2015). Covid 19 salgınında ise eylül 2020 verilerine göre dünyada 28 milyon insan enfekte olmuş 900bin insan ölmüştür. Bu rakamların çoğunluğunu sağlık çalışanları oluşturmuştur. 7 Nisan 2020 tarihinde İtalyada; 12 bin 680 sağlık çalışanının enfekte olduğu ve 126 sağlık çalışanının SARS-CoV-2 nedeniyle yaşamını yitirdiği bildirilmiştir (Pala ve Metintaş, 2020).

Bu bağlamda çalışmada sağlık çalışanlarında görülen biyolojik tehlikelerin neden olduğu bulaşıcı hastalıklar araştırılmıştır. Çalışmada 3 alt probleme cevap aranmıştır. Bu alt problemler sırasıyla;

1. Mikrobiyoloji laboratuvarında biyolojik ajanların riskini azaltmak için alınan mevcut kontrol önlemleri asgari gereklilikleri karşılamaktadır.
2. Biyolojik ajanlara maruz kalınan laboratuvar uygulamalarında kontrol önlemleri ile risk seviyeleri düşük tutulmaktadır.
3. Biyolojik ajan tehlikeleri riskine karşı mevcut kontrol önlemlerine ek önlemler gerektirmektedir.

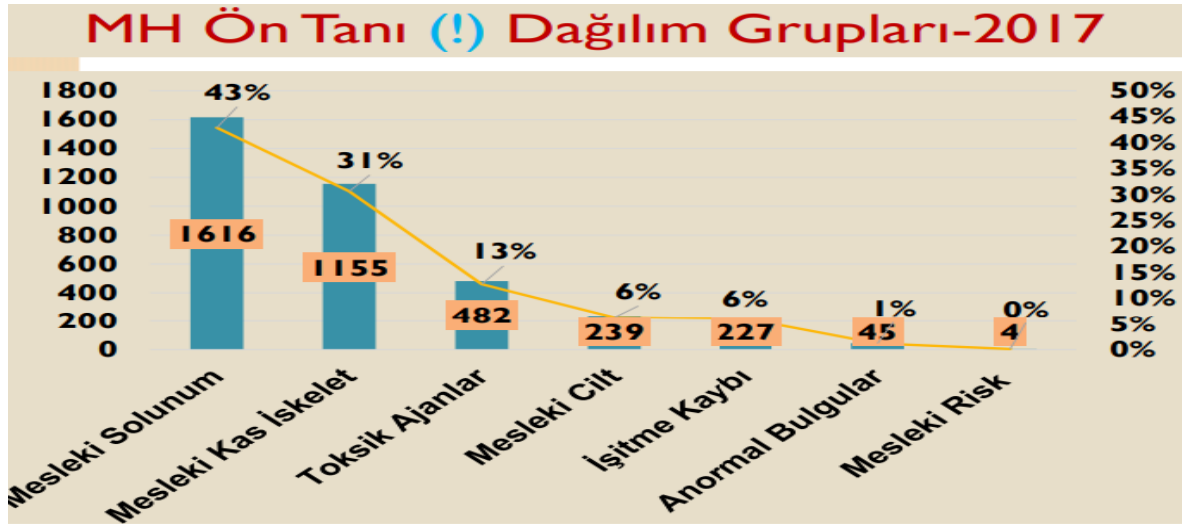
Hastane risk analizlerine örnek olması açısından çalışmada mikrobiyoloji laboratuvarlarının 4×3 matris biyolojik risk analizi tekniği kullanılarak risk analizi yapılmıştır. Böylece D grubu bulaşıcı hastalıklara neden olan biyolojik tehlikelerin proaktif yaklaşımla tespit edilmesi amaçlanmıştır.

## 2. Hastane Kaynaklı Enfeksiyonlar (Nozokomiyal enfeksiyonlar-HKE) nedir?

Hastaneler enfeksiyöz hastalık kapma riski olan kişileri bir araya getirmektedir. Bu nedenle hastadan personele, personelden hastaya, hastadan hastaya ve personelden personele çapraz bulaşla bu patojenler yayılmaktadır. Avrupa’da HKE’ler incelendiğinde 100.000 ölümün 36.000 pnömoni, 31.000 kan yolu enfeksiyonları, 13.000’i idrar yolu enfeksiyonları 8.000 cerrahi alan enfeksiyonlarıdır. *Staphylococcus aureus, influenza virüs, Escherichia coli ve Klebsiella* hastane kaynaklı patojenlere örnektir. Bu mikroorganizmalar bu ortamlarda ilaç direnci kazanabilmektedir (Madigan, Martinko ve Brock, 2010). Bu nedenle hastanelerde biyolojik risk analizleri yapılarak bu mikroorganizmaların bulaş yolları, risk grupları, patojeniteleri, risk düzeyleri, kontrol önlemleri (mühendislik, yönetsel ve kişisel koruyucu donanımlar) tanımlanmalıdır.

### *Sağlık çalışanlarında en yaygın mesleki bulaşıcı hastalıklar*

Türkiye’de illere göre hastanelere başvuran hastalardaki ön tanı verilerine göre toksik ajanlara bağlı hastalıklar incelenmiştir. Buna göre toksik ajanlara bağlı hastalıklar diğer meslek hastalıklarının %13’ünü oluşturmaktadır (Atlı, 2018). (Şekil1)



Şekil 1. Türkiye’de farklı illerdeki hastanelerde ön tanı sonuçlarına göre meslek hastalıkları oranları (Atlı, 2018).

Türkiye’de sağlık çalışanlarının biyolojik etmenlere bağlı hastalıklar arasında tüberküloz, viral hepatitler, candida enfeksiyonları, kırım kongo kanamalı ateşi, SARS, SARS- CoV-2 (Covid19) başta gelmektedir. Çalışmada birinci bölümde kısaca bu hastalıkların patojenitesi, bulaş yolları, risk grupları, iş sağlığı kapsamında kontrol önlemleri verilmiştir. Sonra hastane nozokomiyal hastalıklarına karşı biyolojik risk analizi örneği verilmiştir. Örnekteki uygulama Laboratuvar Kaynaklı Enfeksiyonlara (LKE) ve Nozokomiyal Hastalıklara (HKE) neden olmaktadır.

## 2.1. Tüberküloz

Dahiliye doktorları, göğüs hastalıkları, patoloğlar ile diğer laboratuvar çalışanları bu hastalık açısından risk grubundadır (Gieseler, Nelson, Crispen ve Moses 1986’dan aktaran Enginyurt, 2016). Göğüs hastalıkları çalışanlarına yapılan tüberkülin testi sonuçlarına göre göğüs hastalıkları doktorları 7,4 kat daha fazla risk altındadır (Demir, Tuncay, Yentürk ve Konmaz, 2014). Silika maruziyeti olanlarda risk artmaktadır (Berk, Önal ve Güven, 2011). Hastaların tükürük sıvısının etrafa sıçraması sonucu Mycobacterium tuberculosis basilin sağlam kişi tarafından solunmasıyla bulaşmaktadır. Bu basilinin risk düzeyi (RD) 3’ dür. Bir çalışmada ilk 10 Laboratuvar Kaynaklı Enfeksiyon (LKE) etkenleri sıralanmıştır. Bu mikroorganizmalar arasında 199 olguyla Mycobacterium tuberculosis birinci sırada yer almıştır (Mikrobiyoloji Referans Laboratuvarları, 2014). Alınabilecek biyogüvenlik önlemleri tüberküloz hastalarının muayene ve tedavi edildiği yerlerde, bekleme ve gözlem odasında negatif basınçlı havalandırma, ultraviyole mikrop öldürücü ışın, yüksek etkili partikül hava filtresi (HEPA) uygulamalarıdır (Enginyurt, 2016).

## 2.2. Viral Hepatitler

Kesici-delici yaralanmalarının yaklaşık %11’i laboratuvarlarda gerçekleşmektedir. Bu yaralanmalarda %10-30 hepatit B maruziyeti; %1,5-2,5 hepatit C maruziyeti olmuştur. Laboratuvar çalışanlarının mukoza yoluyla bulaş riski %15,7; deri yoluyla bulaş riski %28, 2 oranında saptanmıştır. Perkütan yaralanmalarda en sık hepatit B, Hepatit C, Hepatit D ve HIV gibi kan yoluyla bulaşan enfeksiyonlar ortaya çıkmaktadır (Mikrobiyoloji Referans Laboratuvarları, 2014). Hepatit A besinlerle, Hepatit E su ile geçmektedir. Ancak Hepatit D hatalı bir virüs olup Hepatit B ile birlikte üremektedir. Hepatit B çoğunlukla karaciğer yetmezliği, hepatit C bulaşan hastaların %85’inde kronik hepatit ve siroz gelişmektedir. Hepatit A karaciğer hasarı bırakmamaktadır (Berk, Ünal, Ergun, Vidinli ve Kaplan, 2015). Hepatit A virüsü risk grubu 2; Hepatit B, C, D virüsü risk grubu 3’tür. Viral hepatitleri önlemede biyogüvenlik önlemlerinin yanı sıra işe giriş ve periyodik muayenelerin yapılması, aşılama, biyolojik izlem ve tarama yapılması sağlanmalıdır (Koruk, Tuncer, Demir, Kara ve Seyhanoglu, 2014).

## 2.3. Candida albicans, Candida tropicalis

Mikrobiyoloji referans laboratuvarları, geri dönüşüm endüstrisi, lağım işleri, veterinerlik, hayvan besleme, toprak dezenfeksiyonu işlerinde ve nemli ortamlarda çalışanlar *Candida albicans* ve *Candida tropicalis* maruziyeti açısından riskli gruptadır. Bu mikroorganizmalar nozokomiyal kan dolaşımı enfeksiyonlarına, mukoza enfeksiyonlarına, kutanöz enfeksiyonlara, üriner sistem kandidozuna yol açmaktadır. Kişide bağışıklığın zayıflamasıyla birlikte enfeksiyon giriş yolu ortaya çıkmakta ve dermatoz, kronik maserasyon, yaralanma, doku

hasarı oluşmaktadır (Ener, ty.) Bu etkenler grup 2 içinde (A: potansiyel alerjenik etkiler) sınıflandırılmaktadır. Laboratuvar çalışanları enfekte aerosolle bulaş yolunu kesmek için BGD 2 biyogüvenlik düzeyi koşullarında Biyogüvenlik kabini (BGK) altında işlemler yapılmalıdır.

#### 2.4. Kırım kongo kanamalı ateşi (KKKA)

Kırım-Kongo Kanamalı Ateşi (KKKA), keneler tarafından taşınan Bunyaviridae ailesine bağlı Nairovirüs grubuna ait bir virüsle oluşan ateş, halsizlik, iştahsızlık, kas ağrısı, baş ağrısı, bulantı, kusma, ishal ve ağır vakalarda kanama gibi bulgular ile seyrederek ölümlere neden olabilen zoonotik (hayvanlardan insanlara bulaşan) karakterli bir enfeksiyon hastalığıdır (Sağlığım, ty). Nairovirüslerden Crimean–Congo haemorrhagic fever risk grubu 4'tür (Biyolojik etkenlere maruziyet risklerinin önlenmesi hakkında yönetmelik, 2013). Endemik bölgelerde hastanede çalışan sağlık çalışanları, özellikle ağız, burun, dişeti ve enjeksiyon yerinden kanaması olan hastaların takibi sırasında ciddi risk altındadır. Sağlık çalışanlarına KKKA enfeksiyonu bulaşı ve ölümler, toplumdaki salgınlarla paralel olarak bildirilmektedir. Bulgaristan'da 1953 ve 1965 yılları arasındaki salgından sonra %52 ölüm oranıyla 42 nozokomiyal olgu saptanmıştır. Bugüne kadar, Pakistan, Dubai, Irak, Güney Afrika, Arnavutluk, Moritanya, İran ve Türkiye'den sağlık çalışanları arasında mesleki KKKA enfeksiyonu bildirilmiştir. Ayrıca hastalık için tarım çalışanları ve hayvancılık ile uğraşanlar, çobanlar, kasaplar, mezbaha çalışanları, veteriner hekimler risk altındadır. Kırım Kongo Kanamalı Ateşi hastalığı ciddi seyirli durumlarında, vasküler bozukluklar ve kanama gelişmektedir. Enfekte kana maruz kalan sağlık çalışanlarının %8,7'sinde ve iğne yaralanması olanların %33'ünde hastalık gelişmektedir. Perkütan yaralanma en yüksek bulaştırıcılık oranına neden olur (Aktaş, Barlas, Çelebi ve Demirbilek, 2014) Hastanın izolasyonu, sağlık çalışanlarının bilgilendirilmesi ve eğitimi, bariyer önlemlerinin kullanılması ile hastalık kontrol edilmektedir (Türk Tabipler Birliği, 2010).

#### 2.5. SARS (Severe Akut Solunum Sendromu)

Şiddetli akut solunum sendromu, Çin'in Guangdong Eyaletinde 2002 – 2003 yıllarında ilk kez görülen yeni bir enfeksiyon hastalığı olmuş ve salgına yol açmıştır. SARS salgınında 1 Kasım 2002 ile 7 Ağustos 2003 arasında toplam 8422 vaka 916 ölüm meydana gelmiştir. 23 Temmuz 2003 tarihine kadar Hong Kong'da saptanan 1755 vakanın %30 kadarının sağlık çalışanı olduğu bilinmektedir. (Özdemir, 2015). Üç ile yedi gün sonra alt solunum fazı başlamaktadır. Balgamsız, kuru öksürük veya dispne şeklinde başlayıp hipoksemiye kadar uzanabilmektedir. Olguların %10-20'sinde solunum yetmezliği çok ciddi boyutlara ulaşmaktadır. Entübasyon ve mekanik ventilasyon gerekmektedir (Numanoğlu 2003' ten aktaran Akyol, 2005). Coronaviridae familyasından olan SARS virüsü risk düzeyi 3'tür. Virüsün damlacık ya da direkt ve indirekt temas ile bulaşmaktadır. N-95 maskelerinin yanı sıra koruyucu kıyafet, kep, maske ile eldiven kullanılmalıdır. Tüm personele enfeksiyon kontrol önlemleri ile ilgili eğitim organize edilmelidir (Akyol, 2005).

#### 2.6. SARS- CoV-2 (Covid 19)

Pandemiye neden olan SARS-CoV-2 salgını solunum sistemi hastalığıdır. İlk olarak Çin de Wuhan kentinde baş gösteren bu hastalık %4 sağlık personelinde maruziyete neden olmuştur. (Burdorf, Porru ve Rugulies, 2020). Bu virüsün risk grubu 3'tür. Ateş, öksürük, kas ağrısı ve nefes darlığı ile ortaya çıkan bu hastalık daha kritik hastalarda akut solunum sıkıntısına yol açmakta ve periferik kan lenfositlerinde azalmayla seyretmektedir (de Wit, van Doremalen, Falzarano ve Munster 2016'dan aktaran Chen ve diğ., 2020). Bu hastalık enfekte kişiye dokunarak ya da enfekte olmuş damlacıkların düştüğü yüzeylere dokunarak elin göze ve burun mukozasına teması ile bulaşmaktadır (Morawska 2006'dan aktaran Morawska ve Cao, 2020). Yüzeylere yayılmış aerosoller buralarda günlerce stabil kalabilmektedir (van Doremalen vd., 2020'den aktaran Morawska ve Cao, 2020). Hastanelerde iç mekanlarda virüs partiküllerinin 10 metreye kadar taşınmaktadır. Bu nedenle yeterli havalandırma sağlanmasına özen gösterilmelidir. Çok yüksek riskli pandemi hastanelerinde aerosol üretme prosedürlerinin takip edildiği yerlerde (izolasyon odaları, morglar) negatif basınç havalandırma sistemi yapılmaktadır. Bilinen ve şüphelenilen örnekleri alırken biyogüvenlik 3 (BGD 3) önlemlerini alınmaktadır. Sağlık çalışanları şüphelenilen hastalarla 6 fitten daha yakın mesafede solunum cihazı kullanmalıdır. Solunum maskesi olarak NIOSH onaylı tek kullanımlık N 95 tercih edilmektedir. Diğer güvenlik ekipmanları olarak P 99, P 100 filtreli yüz maskesi respiratörü, yarım yüz veya tam yüz solunum cihazı, HEPA filtreli elektrikli hava temizleme respiratörü (PAPR) ya da hava solunum cihazı önerilmektedir. PAPR veya SAR aerosol üreten (invaziv örnek toplama, çalkalama işlemleri için) işlemler için kullanılmaktadır (Occupational Safety and Health Administration, 2020).

**Biyogüvenlik önlemleri:** Covid 19 testi olarak bilinen PCR testleri en az biyogüvenlik 2 (BGD 2) şartlarında yapılmalıdır. Bu tekniğin uygulamalarında mikroorganizmaların hedef bölgelerini çoğaltmaya yönelik Nükleik Asit Amplifikasyon tekniklerinin (NAAT) kullanılması çalışan sağlığı ve güvenliği açısından bu laboratuvarlarda çok ciddi problemlere neden olabilmektedir (Sağlık Bakanlığı Sağlıkta Kalite, Akreditasyon ve Çalışan Hakları Daire Başkanlığı, 2020).

1. Mühendislik önlemleri: Moleküler mikrobiyoloji laboratuvarları temiz alan ve kirli alan olarak ayrılmalıdır. Poliklinik, servisler ve dış kurumlardan gelen numunelerin kabulünün yapıldığı numune kabul birimi oluşturulmalıdır. Numune kabul birimi haricinde bu laboratuvarlar birbirinden ayrı ve birbirine içerden geçişi olmayan en az üç farklı oda şeklinde tasarlanmalıdır (Sağlık Bakanlığı Sağlıkta Kalite, Akreditasyon ve Çalışan Hakları Daire Başkanlığı, 2020).

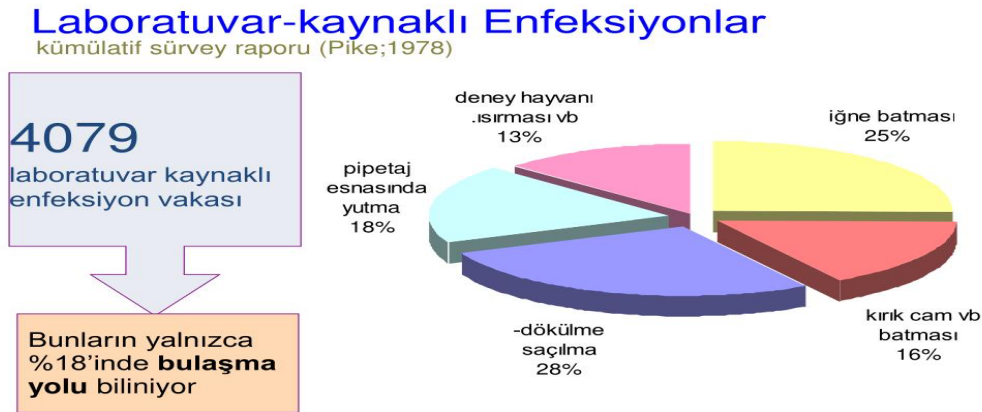
2. Yönetmelik Önlemler: Laboratuvarında biyolojik risk değerlendirmesi yapılmalıdır ve tek yönlü iş akışı uygulanmalı ve numunenin tek yönde işleneceği şekilde planlanmalıdır. Bu amaçla üç oda sistemi uygulanan laboratuvarlarda mümkünse her odada çalışacak laboratuvar teknik personeli ayrılmalıdır.

3. Ortam Kontrolleri: Moleküler Mikrobiyoloji Laboratuvarlarında TS EN ISO 15189 standardına dayalı Kalite Yönetim Sistemi (KYS) kapsamında çapraz kontaminasyonun tespiti için ortam kontrollerinde sekans bazlı 16S rRNA yöntemi önerilmektedir (Güldemir, 2018). Tüm personele biyolojik tehlikelere karşı güncel bilgilerle eğitim verilmesi LKE önlemlerinin anahtarıdır. (Ahmed, Alp, Ulu-Kiliç ve Doğanay, 2015).

Diğer HKE'lerde biyogüvenlik önlemleri: Risk grubu 2 olan mikroorganizmalar (*Hepatit A*, *Candida albicans*, *Candida tropicalis* BGD 2 önlemleri; risk grubu 3 olan mikroorganizmalar (*Hepatit B*, *C*, *D*, *SARS*, *SARS CoV2*, *Nairovirüs* ve *Mycobacterium tuberculosis*) BGD 3 önlemleri alınmalıdır. Risk 3 grubu olan mikroorganizmaların çalışıldığı yerlerde BGD 2 önlemlerine sıkı sıkıya uyulması koşuluyla çalışılabilmektedir. Bu mikroorganizmalara maruziyetin olduğu laboratuvarlarda biyolojik risk analizi yapılırken "biyogüvenlik 2 deneti listeleri" kullanılmaktadır. Çalışmada ekler bölümünde bu deneti listesi verilmiştir.

### 3. Laboratuvar Kaynaklı Enfeksiyonlar (LKE) nedir?

Laboratuvarında mikrobiyolojik işlemlerden dolayı ortaya çıkan enfeksiyöz aerosollerin ya da deri bütünlüğü bozulmuş deriden kanla bulaş yolu olan mikroorganizmaların enfeksiyon zinciri oluşturması LKE olarak isimlendirilmektedir. Hastane laboratuvarlarında ya da tıbbi laboratuvarlarda doku sıvısı, kan, idrar gibi biyolojik numunelerin kullanılması; aerosol oluşumuna neden olan işlemlerin yapılması, biyolojik tehlike içermesi muhtemel numunelere maruz kalma, amplifikasyon tekniklerin kullanılması nedeniyle biyolojik tehlikeler Laboratuvar Kaynaklı Enfeksiyonlara (LKE) neden olabilmektedir (Güldemir, 2018). *Salmonella spp.*, *Brucella spp.*, *Esheria coli* LKE olarak bildirilmiştir (Mikrobiyoloji Referans Laboratuvarları, 2014). Sulkin ve Pike'in 5.000'den fazla laboratuvarı kapsayan 30 yıllık çalışmasında, toplam 4079 LAI tespit edilmiştir (Şekil 2)



Şekil 2. Hastanelerde LKE oranları (Pike, 1978'den aktaran Mikrobiyoloji Referans Laboratuvarları, 2014)

**Patojenite;** Kişinin bağışıklık durumu, virülans faktörleri, mikroorganizma sayısına bağlı olarak ortaya çıkabilmektedir. Mikroorganizma sayısının artırıldığı işlemler laboratuvar ortamlarında enfeksiyon riskini artırmaktadır. Örneğin sağlıklı bir kişide gastroenterit oluşturabilmek için  $10^6$  *Salmonella spp.* bakterisi yeterlidir. *Salmonella* bakterisinin amplifikasyonunun yapıldığı bir PCR testinde  $10^6$ 'ya ulaşan mikroorganizma sayısı yeterli olmayan biyogüvenlik önlemleri durumunda kişinin bağışıklığına bağlı olarak enfeksiyon ortaya çıkarabilmektedir (Dolapçı, 2016).

**Virülans;** Patojenite virülansa bağlı olarak ortaya çıkabilmektedir. Virülans bir mikroorganizmanın hastalık oluşturma yeteneğinin derecesidir. Mikroorganizmanın invazyon kabiliyeti ve toksijenitesi virülansını etkilemektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Enfeksiyon oluşumuna etkili patojene ve konağa ait faktörlerden bazıları

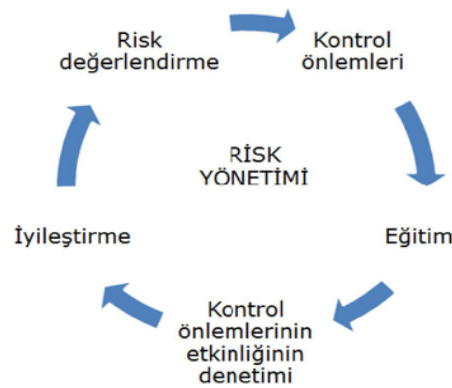
**İnvazyon;** Bakteri, parazit, mantar veya virüslerin konak hücrelere veya dokulara girişi ve vücutta yayılmasıdır.

**Toksijenite;** Mikroorganizmanın hastalığın gelişmesine katkısı olan toksin salgılaya yeteneğidir. Yüksek virülansa sahip ajanlar az sayıda olduklarında bile hastalık oluşturabilmektedir (Dolapçı, 2016). Mikroorganizmaların virülansını enfeksiyöz dozu belirlemektedir.

**Enfeksiyöz doz (ED);** Bir patojenin enfeksiyon oluşturması için gerekli en düşük miktarı ifade etmektedir (Mikrobiyoloji Referans Laboratuvarları, 2014).

**Bulaş yolu;** Mikroorganizmanın patojenite oluşturmasında mikroorganizmanın giriş kapısı yani bulaş yolu etkilidir. Örneğin şarbona neden olan *Bacillus anthracis* bakterisi insana sindirim yoluyla bulaştığında öldürücü değilken deri yoluyla bulaştığında öldürücü olabilmektedir. Bu nedenle bu bakterinin çoğaltılması sırasında mukozalar yoluyla ve deri yoluyla bulaş yoluna karşı koruyucu önlemlerin alınması için işleme özel biyolojik risk analizi yapılmalı ve güvenlik önlemleri risk analizinde ayrıntılı bir şekilde tanımlanmalıdır (Gül, İssi, ve Baykalır, 2013). BGD 2 güvenlik altyapısına sahip BGD 2 ve sekonder önlemlerle yapılan uygulama çalışanın sağlığını koruyacaktır. Ancak düşük dozda ele ya da mukozaya bulaş olduğunda öldürücü olabilen bu bakteriye karşı deri yoluyla bulaş yolunun kesilmesinin öneminin bilinmesi riski minimuma indirmektedir.

**Özete;** Bu laboratuvarlarda mikroorganizmalar arasında virülans, invazyon yetenekleri ve toksijenite, aynı mikroorganizmanın bulaş yoluna göre enfeksiyöz dozunun değişkenlik göstermesi mikroorganizma sayısının artırıldığı laboratuvar tekniklerinde standart biyogüvenlik önlemlerinin yanı sıra risk yönetimini ve biyolojik risk analizi yapılmasını kritik hale getirmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Risk Yönetimi (Mikrobiyoloji Referans Laboratuvarları, 2014)

Hastane laboratuvarlarında mikrobiyolojik işlemlerden dolayı (Mikroorganizmaların kültür edilmesi, pasaj, katalaz testi, aglütinasyon testi, PCR testi gibi) ortaya çıkan enfeksiyöz aerosoller LKE'lere neden olmaktadır. Bu laboratuvarlarda risk 1 ve risk 2 grubu mikroorganizmalara karşı BGD 1 ve BGD 2 önlemleri alınmaktadır. Bunun için DSÖ'nün "biyogüvenlik 1 ve biyogüvenlik 2 deneti" listeleri kullanılarak biyolojik risk analizi yapılmaktadır.

LKE'lere ve nazokomiyal hastalıklara neden olan “*Kanalizasyon numunesinden Escherichia coli saf kültür elde etme ve bu kültürün yatık kültürde transfer işlemi ile muhafaza edilmesi*” işlemi sırasında maruz kalınan mikroorganizmalar ve patojenitelerinden aşağıda kısaca bahsedilmektedir.

### 3.1. *Salmonella spp.*

Okul laboratuvarlarında mikrobiyolojide temel işlemler dersinde kanalizasyon numunesinden *E. coli* saf kültürü elde etme işlemi sırasında *Salmonella spp.* üremesi bulaş riskine neden olmaktadır. En önemli tehlike ajanın sindirim yoluyla alınmasıdır. *S. typhi* serotipleri kan, idrar gaita numunelerinde bulunur ve tifoya neden olur. *S. Paratyphi* grubu serotipler, paratifo hastalığına neden olmaktadır ve tifodan daha az şiddette belirtiler görülüp yine ateş, baş ağrısı ve karın ağrısı gibi bulgulara rastlanmaktadır (Çalıcıoğlu, 2014'den aktaran Tonbak, Atasever ve Çalıcıoğlu, 2017). Yayımlanmış tüm rapor ve bildirelerde *Salmonellosis*'in laboratuvar ortamı için büyük bir tehlike olduğu bildirilmiştir (Miller, Songer, Sullivan, 1987'den aktaran Şeker ve Yardımcı, 2003). Bu mikroorganizma ile çalışmalarda BGD 2 önlemleri alınmalıdır.

### 3.2. *Shigella spp.*

Laboratuvarlarda Eosin Metilen Blue (EMB) besiyerine ekimi sırasında *Salmonella* ile birlikte *Shigella* da üremektedir. En önemli tehlike ajanın sindirim yoluyla alınmasıdır. Patojenite ortaya çıkarsa *Shigella*'lar kalın barsak mukoza epitelinde ödem, bol mukus salınması, abseler ve ülserasyonlar meydana getirmektedir. *Shigella dysenteria* türü basilli dizanteriye neden olan primer patojendir. Bu hastalığın ortaya çıkması için 10 adet canlı hücrenin vücuda girmesi yeterlidir. Kramplı karın ağrısı, halsizlik, mide bulantısı, ateş, kanlı mucooid, sulu dışkı semptomları görülmektedir. Hastalık 1-2 hafta sürmektedir (Halkman, 2012). *Shigellosis*'in laboratuvar uygulayıcıları için büyük bir tehlike oluşturduğu raporlarda bildirilmiştir (Miller, vd., 1986'dan aktaran Şeker ve Yardımcı, 2003). Bu bakteri kültürleri ile çalışmalarda BGD 2 önlemleri alınmaktadır (Şeker ve Yardımcı, 2003).

### 3.3. *Escherichia coli*

*E. Coli* normal bağırsak florasında hastalık etkisi göstermez iken immün sistemi baskılanmış konaklarda veya bakterinin gastrointestinal bariyeri aşması halinde bu suşlar enfeksiyona yol açmaktadır. Örneğin idrar yolu enfeksiyonları, menenjit, peritonit, mastit, septisemi ve pnömoni ve kadınlarda vajinal enfeksiyonlara neden olmaktadır (Berk, Önal ve Güven, 2011). Laboratuvarlarda Eosin Metilen Blue (EMB) besiyerine ekimi sırasında *Salmonella* ile birlikte *E. coli* de üremektedir. *E. coli* bakterisini ağız yoluyla aldığı anda bakteri kişide patojen etki gösterebilmektedir. Bu durumda kişinin bağışıklık sistemi ve etkenin enfeksiyon dozu ve virülansı kişide oluşan patojeniteyi belirlemektedir (Vila, Sáez-López, Johnson, Römling and Dobrindt, 2016). *E. coli* patojen olmayan suşlarının ağız yolu ile bulaş olduğunda patojeniteye sebep olan enfeksiyöz dozu  $10^8$ kob/gr 'dir (Mikrobiyoloji Referans Laboratuvarları, 2014). *E. coli* 'nin diğer serotipleri ve *E. coli* 'nin sitotoksin üreten suşları birçok yerde laboratuvar ortamı için büyük bir tehlike olarak bildirilmiştir (Dolapçı, 2016). Bu suşların ağız yolu ile bulaş olduğunda patojenitenin oluşmasında enfeksiyöz dozu 10-100kob/gr dır (Rao, Saunders ve Masterton, 1996). Laboratuvarda patojen *E. coli* suşları üreyecekse dışkı, idrar, kan ve gıda numunelerinde shiga toksin üreten *E. coli* bulunma ihtimaline karşı BGD 2 kurallarını dikkate alınmalıdır (Erol, 2007).

## 4. İş Güvenliği Kapsamında Biyolojik Tehlikelerin Kontrolünde İşlem Basamakları

### 4.1. Tehlikelerin Tanımlanması

Bir işyerinde karşılaşılan, biyolojik etken ya da prosesin potansiyel sağlık zararlarının tanımlanması ve izlem programı oluşturulmasıdır. Bu aşamada işyerlerinde muhtemel maruz kalınabilecek biyolojik tehlikelerin (virüs, bakteri, mantar vs.) tahmin edilebiliyorsa, 1. Cins ve türü, 2. Potansiyel sağlık zararları tanımlanmaktadır (Ocaktan, 2020).

### 4.2. Tehlikelerin Değerlendirilmesi

Biyolojik ajanların tehlikeleri iki adımda değerlendirilmektedir. Önce bulaş yolları sonra risk düzeyi belirlenmektedir. Ortam kontrolleri yapılarak maruziyet düzeyi belirlenmektedir. Enfeksiyöz ajana maruz kalan kişide ajanın yükümlülük süresi içinde laboratuvar testlerinde ajanın tespit edilmesi ile meslek hastalığı olduğu kabul edilmektedir (Eyigün, 2005).

### **4.3.Tehlikeleri Kontrol Altına Alınması**

#### **4.3.1. Mühendislik Önlemleri**

Bazı işlem modifikasyonları veya mekanik yapılar gerektirmekte ve kaynaklarında tehlikeli maddelerin kullanımını, üretimini veya salınımını ortadan kaldıran veya azaltan veya kaynak ortadan kaldırmanın mümkün olmadığı durumlarda, mühendislik önlemleri önlemek veya azaltmak için tasarlanmaktadır. Örneğin laboratuvarlarda aerosol riskli işlemler sınırlandırıcı ve önleyici mühendislik önlemi olarak BGK altında yapılmaktadır (Enclopedia of Occupational Safety Health Administration, 2020).

#### **4.3.2. Yönetmelik Önlemler**

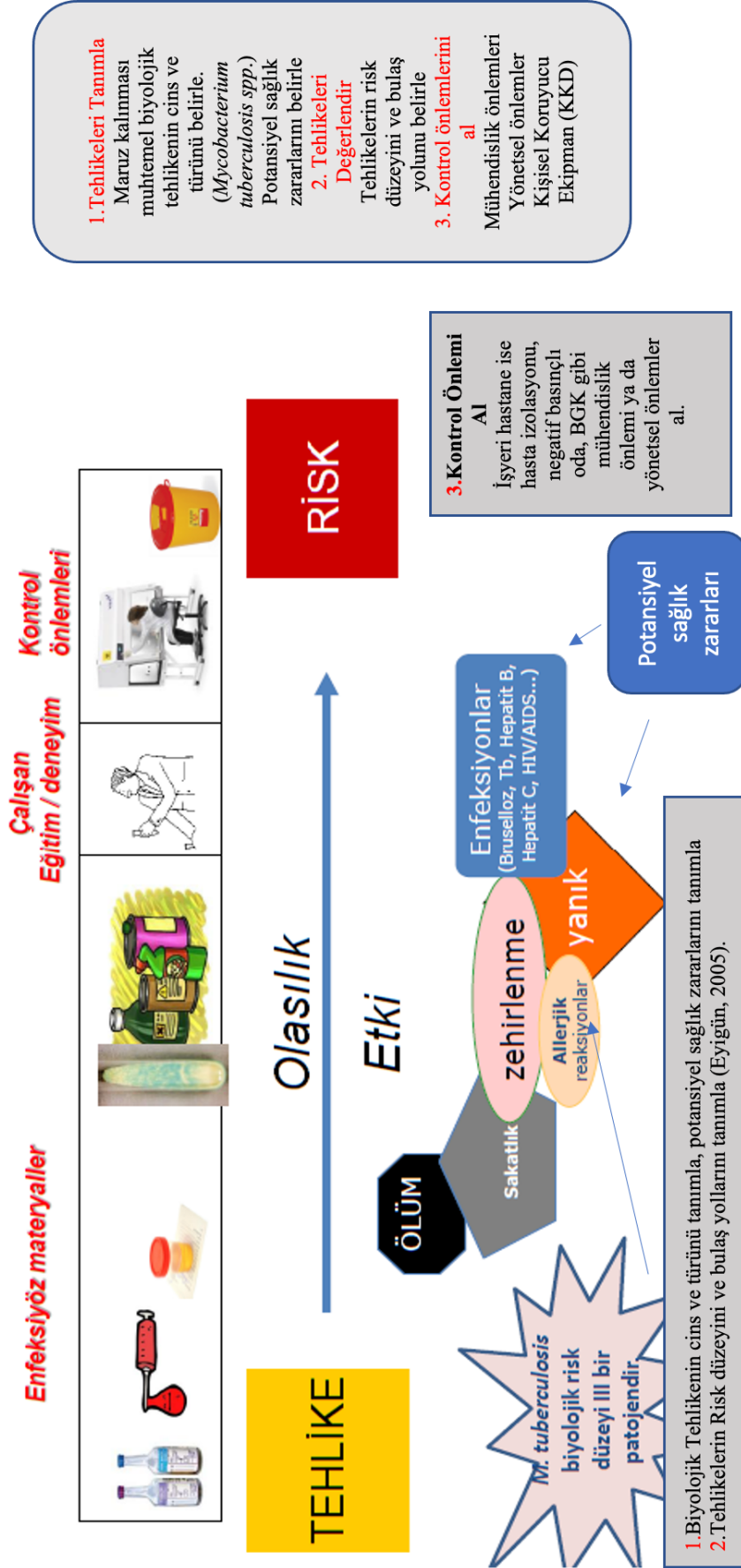
Maruziyet süresini azaltma, rotasyon, iş dinlenme süresinin ayarlanması, iş planlaması, erişimin sınırlandırılması, dinlenme alanlarının belirlenmesi, yazılı prosedürler geliştirilmesi gibi uygulamalardır (Enclopedia of Occupational Safety Health Administration, 2020).

#### **4.3.3.Kişisel Koruyucu Ekipman (KKE)**

Son olarak, söz konusu zararlı ajanın (ağız, burun, deri, kulak) kritik giriş noktasına, işçiye koruyucu bir bariyer yerleştirilerek yani kişisel koruyucu ekipman kullanılarak mesleki maruziyetten kaçınılabilmektedir. Kişisel koruyucu ekipman kullanımı düşünülmeden önce diğer tüm kontrol olasılıklarının araştırılması gerektiğine dikkat edilmelidir (Enclopedia of Occupational Safety Health Administration, 2020).



## Risk değerlendirme



Şekil 5. Risk değerlendirme aşamaları (Encyclopedia of Occupational Safety Health Administration, 2020).

## 5. Materyal ve Metot

Mikrobiyoloji laboratuvarlarında sağlıklı ve güvenli bir ortam yaratmanın ilk adımı işe başlamadan önce risk değerlendirmesi yapmaktır. Risk değerlendirmesi, laboratuvarda çalışmanın yürütülmesi sırasında mevcut tehlikelerin belirlenmesi, tehlikelerden kaynaklanan risklerin analiz edilmesi ve sıralanması, bu tehlikelerin riske dönüşmesine neden olan faktörler, kontrol önlemlerinin belirlenmesi için planlanan çalışmaları içermektedir. Biyolojik tehlike riski taşıyan laboratuvarlarda diğer risk modellerinden farklı bir yöntem olan 4×3 biyolojik risk değerlendirme yöntemi uygulanmaktadır (Karabıçak, 2012). Bu makale “Okul Laboratuvarlarındaki Biyolojik Risklerin Değerlendirilmesi ve Farkındalık Düzeylerinin Tespiti, 2019” başlıklı tezden türetilmiştir.

### 5.1. Biyolojik risk değerlendirmesi (4×3 Matris Modeli)

Çalışmada okul mikrobiyoloji laboratuvarında “Kanalizasyon numunesinden *Escherichia coli* saf kültür elde etme ve bu kültürün yatık kültürde transfer işlemi ile muhafazası” uygulamasının 4×3 matris model biyolojik risk değerlendirmesi yapılmıştır. Nitel veri aracı olarak kullanılan Biyolojik Risk Değerlendirme Formu (BRDF) Ulusal Mikrobiyoloji Standartları, Laboratuvar Güvenliği Rehberi’nde yer almaktadır.

BRDF yapılandırılırken; yapılan işlemin adı, işlem sırasında ortaya çıkabilecek biyolojik ajanın cins ve tür adı ve risk grubu, biyogüvenlik düzeyi ve işin yürütüm sırasında mevcut tehlike kontrolü aşama aşama tanımlanmıştır. Tehlikeli bir olayın meydana gelme ihtimali “olasılık değeri” Tablo1 ile sayısallaştırılmıştır. Tehlikenin etki değerleri ise Tablo 2 ile sayısallaştırılmıştır. Risk düzeyinin tespitinde “risk düzeyi belirleme skalası” (Tablo 3) kullanılmıştır. Bu sonuçlar neticesinde riskin kabul edilebilir düzeyde olup olmadığı ve alınması gereken ek kontrol önlemleri belirlenmiştir.

Riskin gerçekleşme olasılığı uygulayıcıların işlem sırasında söz konusu tehlikeye maruz kalma olasılığıdır. Olasılık mevcut kontrol önlemleri göz önüne alınarak değerlendirilmektedir. Her olasılık için bir değer atfedilmiştir. Atfedilen bu değerler Tablo 1’de verilmiştir. Düşük için (Sıklık <%10) bu değer 1, olası için (sıklık%10-70 arasında) bu değer 2, neredeyse kesin/kesin için (sıklık>%70) bu değer 3’tür.

**Tablo 1.** Tehlikenin gerçekleşme olasılığı

| Olasılık Değeri (OD) | Açıklama | Yüzde (%)       |
|----------------------|----------|-----------------|
| 1                    | <10      | Düşük           |
| 2                    | 10-70    | Olası           |
| 3                    | >70      | Neredeyse kesin |

**Kaynak:** T.C. Sağlık Bakanlığı Türkiye Halk Sağlığı Kurumu Başkanlığı Mikrobiyoloji Referans Laboratuvarları Daire Başkanlığı (2014). Ankara.

Tehlike sonuçları ve karşılık gelen etki değerleri tanımlanırken buradaki seçenekler ve bunlara atfedilen etki değerleri Tablo 2’de verilmiştir. Asemptomatik enfeksiyon ve kolonizasyonla sonuçlanan bulaş “hafif risk” olarak değerlendirilmiştir. Akut veya kronik enfeksiyonlar ile tedavi gerektiren durumlar “orta risk” olarak değerlendirilmiştir. Toksikite /onkojenite /alerji sekelle sonuçlanan hastalık “ağır risk” olarak değerlendirilmiştir. Yaşamsal tehlike ve ölüm “çok ağır risk” olarak değerlendirilmiştir (Mikrobiyoloji Referans Laboratuvarları, 2014)

**Tablo 2.** Tehlike sonuçları ve karşılık gelen etki değerleri

| Etki Değeri (ED) | Kategori | Sonuç   |
|------------------|----------|---|
| 1                | Hafif    | Asemptomatik enfeksiyon, Kolonizasyon                   |
| 5                | Orta     | Akut/Kronik enfeksiyon/ Tedavi gerektiren hastalık      |
| 10               | Ağır     | Toksisite/Onkojenite/alerji/Sekelle sonuçlanan hastalık |
| 20               | Çok Ağır | Yaşamsal tehlike-ölüm                                   |

**Kaynak:** T.C. Sağlık Bakanlığı Türkiye Halk Sağlığı Kurumu Başkanlığı Mikrobiyoloji Referans Laboratuvarları Daire Başkanlığı (2014). Ankara.

Risk düzeyi Tablo 3’ de 4×3 matris model skalası kullanılarak belirlenmiştir. Risk düzeyi riskin gerçekleşme olasılığı ve risk etkisinin çarpımına eşittir.

**Tablo 3.** Risk düzeyi belirleme matrisi

|                          |               | SONUÇ         |                 |                 |                     |
|--------------------------|---------------|---------------|-----------------|-----------------|---------------------|
|                          |               | ED=1<br>HAFİF | ED=5<br>ORTA    | ED=10<br>AĞIR   | ED=20<br>ÇOK AĞIR   |
| GERÇEKLEŞME<br>OLASILIĞI | OD=3<br>KESİN | RD=3<br>DÜŞÜK | RD=15<br>YÜKSEK | RD=30<br>YÜKSEK | RD=60<br>ÇOK YÜKSEK |
|                          | OD=2<br>OLASI | RD=2<br>DÜŞÜK | RD=10<br>ORTA   | RD=20<br>YÜKSEK | RD=40<br>ÇOK YÜKSEK |
|                          | OD=1<br>DÜŞÜK | RD=1<br>DÜŞÜK | RD=5<br>ORTA    | RD=10<br>ORTA   | RD=20<br>YÜKSEK     |

**Kaynak:** Ankara T.C. Sağlık Bakanlığı Türkiye Halk Sağlığı Kurumu Başkanlığı Mikrobiyoloji Referans Laboratuvarları Daire Başkanlığı (2014).

Risk düzeyi hesaplama formülü gereği “olasılık × etki” çarpımı ile risk düzeyi belirlenmektedir. Olasılık değeri orta ve yüksekse mevcut kontrol önlemleri yeniden değerlendirilerek eksiklikler giderilmektedir. Etki değerinin yüksek olduğu risklerin oluşmasına neden olan tehlikeler kabul edilemez riskler olduğundan derhal ek kontrol önlemler alınmaktadır. Etki değeri orta düzeyde ise yine riski oluşturan tehlikeleri minimuma indirmek için eksik mevcut önlemleri tamamlanmakta ve ilave kontrol önlemleri alınmaktadır (Irmak, Yardım ve Temel, 2019).

## 6. Bulgular ve yorum

Araştırmada nitel araştırma yöntemi kullanılmış mülakat ve gözlem yoluyla veriler toplanmıştır. Evren Türkiye ‘de laboratuvar hizmetleri alanında eğitim veren 15 Mesleki Teknik Anadolu Lisesinin mikrobiyoloji laboratuvarlarıdır. Nitel araştırmalarda büyük gruplar yerine, detaylı veri sunabilecek örneklemelerin belirlenmesi gereklidir. Amaç belirli alt grupları belirleyerek karşılaştırmaları ve analizi kolaylaştırmaktır (Baltacı, 2018). Araştırmanın örneklemini yerleşik bir Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi mikrobiyoloji laboratuvarı oluşturmuştur. Nitel veri toplama aracı olarak 4 laboratuvar şefine 3 ayrı yapılandırılmış mülakat formu uygulanmıştır. Katılımlı gözlem ve yapılandırılmamış gözlem yoluyla ilk aşamada laboratuvarların mevcut biyogüvenlik durumu araştırılmıştır. Sonra laboratuvar uygulaması sırasında maruz kalınan biyolojik ajanların mevcut biyogüvenlik önlemleri dahilinde ortaya çıkardığı risk düzeyi tanımlanmıştır.

### *Yapılandırılmış görüşme formları ve gözlem sonuçları*

Araştırmada örneklem grubunu oluşturan 4 laboratuvar şefi olarak görev yapan öğretmenlere yapılandırılmış görüşme tekniği 4 adımda uygulanmıştır.

- Biyogüvenlik Düzeyleri Deneti Listesi (Biyogüvenlik Düzeyi 1 ve Biyogüvenlik Düzeyi 2 deneti listesi) cevaplatılmıştır.
- OSHA’nın “Risk Assessment For Biological Agents General Check List” kullanılarak check-listteki sorular cevaplatılmıştır.
- Yapılandırılmamış gözlem tekniği kullanılarak alan şeflerinin refakati ile mikrobiyoloji laboratuvarı gezilerek laboratuvarın fiziksel alt yapısı ve uyarıcı işaret ve levhalar dikkate alınarak gözlem sonuçları not alınmıştır.
- “Besinlerde koliform bakteri aranması” modülü işlenirken ders öğretmenleriyle birlikte derse katılım sağlanmış ve o andaki gözlemler not alınmıştır.

**Deneyin Uygulanması;**

İşlemler sırasıyla şöyledir; Kanalizasyon numunesinden elde edilmiş karışık kültürden *E. coli* saf kültürü elde edilmiştir. Bunun için karışık kültürdeki *E. coli* kolonisinden öze ile bir parça alınmış, sürme tekniği ile petri kutusuna ekim yapılmıştır. 37 derecede 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. Tekrar *E. coli* kolonisinden sıvı besiyerine ekim yapılmıştır. 37 derecede 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. Oluşan yeni kültürden EMB agar besiyerine ekim yapılmış, inkübe edilerek saf kültür elde edilmiştir. Saf kültürden öze ile örnek alınarak nutrient agar yatık besiyerinin yüzeyine ekim yapılmıştır. 37 derecede inkübasyona götürülmüştür. Agar yüzeyinde koloniler görüldüğünde inkübasyon sonlandırılmıştır. Elde edilen stok kültür 0 ile 40 C’de soğutucuda muhafaza edilmiştir. İlk kanalizasyon suyundan alınan karışık kültürde *Salmonella* ve *Shigella* üremektedir.

**6.1. Mikrobiyoloji laboratuvarında biyolojik ajanların riskini azaltmak için alınan mevcut kontrol önlemleri asgari gereklilikleri karşılamaktadır.**

Çalışmada deneti listeleri, biyolojik ajan değerlendirme formu ve gözlem yoluyla ile laboratuvara ait tespit edilen mevcut kontrol önlemleri aşağıdaki tablolarda verilmiştir. Bunlardan Tablo 4’te mevcut mühendislik önlemleri, mevcut yönetsel önlemler, mevcut kişisel koruyucu donanımlar verilmiştir.

Tablo 4. Mikrobiyoloji Laboratuvarında Mevcut Yönetmelik, Mühendislik ve Kişisel Koruyucu Donanımlar

| No | Mevcut Tehlike Kontrolünde Mühendislik ve KKD Önlemleri  | ML | No | Mevcut Tehlike Kontrolünde Yönetmelik Önlemleri   | ML  |
|----|--|----|----|---|-----|
| 1  | Laboratuvarın bir kapısı bulunmaktadır   | +  | 1  | Laboratuvarda yemeye, içmeye, makyaj yapmaya, gıda muhafaza edilmesine izin verilmemektedir.  | +   |
| 2  | Laboratuvar 2 kısımdan oluşmaktadır  | +  | 2  | Ağızla pipetleme kesinlikle yapılmamakta, bunun için pipetleme yardımcılar kullanılmaktadır.  | +   |
| 3  | El yıkamak için çıkışa yakın lavabo vardır.  | -  | 3  | Kesici-delici cisimlerin (iğne uçları, bistüriler, lam, pipetler ve kırık cam malzeme, vb.) güvenli kullanımını için uygun politikalar geliştirilmiş ve uygulanmaktadır.  | +   |
| 4  | Biyogüvenlik kabini bulunmaktadır. Yıllık bakımları yapılmamaktadır. Çalışır durumda değildir.   | +  | 4  | Sıçrama ve/veya aerosollerini en aza indirecek prosedürler çoğunlukla uygulanmaktadır. Pipet yardımcılar kullanılmaktadır.  | +   |
| 5  | Laboratuvar fiziksel yapı olarak laboratuvar biyogüvenlik 1 fiziksel altyapısına sahiptir. Açık banko sistemi dediğimiz altı dolaplı tezgahlarda uygulamalar yapılmaktadır. Bunsen beki alevi masalarda 1 adettir.                             | +  | 5  | Çalışma tezgahlarının yüzeyleri iş bittikten sonra ve potansiyel olarak enfeksiyöz materyalle dökülme-saçılma durumlarında uygun dezenfektanlarla dekontamine edilmektedir.   | +   |
| 6  | Tezgağın başında lavabo bulunmaktadır. Lavabolar oldukça küçüktür.   | +  | 6  | Laboratuvar ekipmanları düzenli olarak bakım-onarım öncesinde ve sıçrama durumunda uygun dezenfektanlarla dekontamine edilmektedir.   | +   |
| 7  | Banko yüzeyleri su geçirmez özellikli, ısıya, organik çözücülere, asitlere, alkalilere ve diğer kimyasallara dayanıklıdır. Laboratuvar alanları kolay temizlenebilecek (halı kilim yok, oturan yüzeyler tekstil değil) biçimde tasarlanmıştır. | +  | 7  | Kültürler, stoklar ve diğer enfeksiyöz materyal atılmadan önce dekontamine edildikten sonra atılmaktadır. Fakat atıkların bertaraf tesislerine gönderilmesine yönelik uygun politikalar izlenmemektedir.                          | +/- |
| 8  |  | +  | 8  | Laboratuvar girişinde biyotehlike işareti yanısıra laboratuvarın biyogüvenlik düzeyini, sorumlu kişinin adı ve iletişim bilgilerimi, laboratuvara giriş çıkış gerekliliklerini gösteren bir uyarı levhası vardır.                 | +   |
| 9  | Çeker ocak bulunmakta fakat bakımları düzenli yapılmaktadır.   | -  | 9  | Laboratuvarın genel temizliği yetersizdir. Sineklerin dolaştığı hijyen açısından oldukça yetersiz bir ortam bulunmaktadır. Dolapların içleri düzensizdir. Kimyasal malzemeler ortalıkta bulunmaktadır.                            | +/- |
| 10 | Laboratuvarda uygun aralıklarla hava değişimi (örneğin 6-12 değişim/saat) sağlanmamaktadır.  | -  | 10 | Cihazların bulunduğu tezgağ duvarında bulunması gereken kullanma talimatları bulunmamaktadır.   | +/- |
| 11 | Santrifujlerin kapaklı güvenlik kapları/taşıyıcıları veya güvenlik rotorları vardır, kaplar BGGK içinde açılmaktadır.  | -  | 11 | Atıkların uzaklaştırılması, sterilizasyon, dezenfeksiyon konularına ağırlık verilmektedir. Fakat detaylı risk değerlendirme verilerine dayalı politika ve prosedürleri içeren bir laboratuvar güvenlik el kitabı bulunmamaktadır. | +/- |
| 12 | Önerilmeyen dışarı açılan pencereleri bulunmaktadır. Bu durumda bu pencerelerde bulunması gereken sineklik bulunmaktadır.  | -  | 12 | İlkyardım dolabı, acil kaçış planı, sıvı sabunluk, göz duşu bulunmaktadır. Fakat laboratuvarda ilkyarımdan sorumlu bir kişi bulunmamaktadır.  | +/- |

|    |   |                  |   |    |  |     |
|----|---|------------------|---|----|--|-----|
| 13 | Biyogüvenlik kabini bulunmamaktadır. Çalışır durumda değildir.  | Yıllık bakımları | + | 13 | Laboratuvar atıkları 3 ayrı kategoride toplanmaktadır. Bunlar kimyasal atık kabı, kesici delici atık kabı ve biyolojik atık kabıdır.   | +/- |
| 14 | Çalışanlar önlük, eldiven, gözlük gibi kişisel koruyucu donanıma kolaylıkla ulaşabilmekte ve kullanmaktadır |                  | + | 14 | Laboratuvar uygulamaları sırasında hayvan ve insan vücut sıvıları, katı ve sıvı atıklar, toprak, yem, gıda ve bitkilerle direkt temas vardır. Klinik biyokimya uygulamaları, histoloji, parazitoloji dersi modül uygulamaları da mikrobiyoloji laboratuvarında yapılmaktadır. Dolayısıyla çalışma faaliyetleri sırasında numune olarak gıda dışında numuneler de kullanılmaktadır. | +/- |
| 15 | Kişisel koruyucu donanım laboratuvardan ayrılrken çıkarılmaktadır (BGD2)                                    |                  | + | 15 | Yapılan işle ilgili olmayan her türlü hayvan ve bitki laboratuvara sokulmamaktadır.  | +   |
|    |   |                  |   | 16 | Yönetim ve çalışanların risklerin enfeksiyon zinciri, bulaş yolları ve risklerin patojeniteleri hakkında bilgisi bulunmaktadır.  | +   |
|    |   |                  |   | 17 | Çalışanlar iş kazası olduğunda ya da ilkyardım ihtiyacı olduğunda, sıçrama dökülme olduğunda nasıl kontrol edebileceklerini biliyorlar.  | +   |

**Tablo 4.** Deneti listeleri ve Biyolojik Ajan Değerlendirme Formu Sonuçlarına Göre Mikrobiyoloji Laboratuvarlarının Mevcut Tehlike Kontrolünde Mühendislik, KKD ve Yönetimsel Önlemler. ML=mikrobiyoloji laboratuvarı, KKD= kişisel koruyucu donanım, += var, - = yok, +/-= bir kısmı var, bir kısmı yok

Tablo 4'e göre banko yüzeyleri su geçirmez özellikte, kimyasallara ve ısıya dayanıklıdır. Bir kapıları bulunmaktadır. Laboratuvar duvarları ve yerler kolay temizlenebilecek özelliktedir. Mikrobiyoloji laboratuvarlarında standart mikrobiyoloji uygulamalarının çoğu uygulanmaktadır. Laboratuvarda mevcut kişisel koruyucu donanım olarak eldiven ve önlük kullanılmaktadır. Bu verilere göre, mikrobiyoloji laboratuvarının biyogüvenlik standartlarına göre mevcut kontrol önlemleri minimum koşulları sağlamaktadır.

## **6.2. Biyolojik ajanlara maruz kalınan laboratuvar uygulamalarında kontrol önlemleri ile risk seviyeleri düşük tutulur.**

Okulun mikrobiyoloji laboratuvarlarında "Kanalizasyon numunesinden *Escherichia coli* saf kültür elde etme ve bu kültürün yatık kültürde transfer işlemi ile muhafaza edilmesi" uygulamasının BRDF kullanılarak biyolojik risk değerlendirmesi yapılmıştır. Söz konusu uygulamanın biyolojik risk değerlendirmesi Tablo 5'te verilmiştir.

**Tablo 5. Kanalizasyon numunesinden Escherichia coli saf kùltür elde etme ve bu kùltürün yatık kùltürde transfer işlemini ile muhafaza edilmesi**

| İşlem No:1   |  |
|--|--|
| <b>TEHLİKELERİN BULAŞ YOLLARI</b>  |  |
| 1. Aerosollerle bulaş (Orta risk)  | 2. Sıçrama yoluyla mukoza teması (Orta risk)                               |
| 3. Mukozalara doğrudan temas yoluyla bulaş (Orta risk)                     | 4. Deriye doğrudan temas yoluyla bulaş (Orta risk)                         |
| 5. Yutma yoluyla bulaş (Orta risk)   | 6. Perkütan yaralanma (Düşük risk)   |
| <b>İŞLEM SİRASINDA MARUZ KALINABİLECEK BİYOLOJİK TEHLİKELER</b>            |  |
| 1. <i>Salmonella sp.</i> (RG2)   | 2. <i>E. coli</i> (RG2)  |
| <b>MEVCUT TEHLİKE KONTROLÜ</b>   |  |
| 1. Tehlike İçin Mevcut Tehlike Kontrolü                                    | 2. Tehlike İçin Mevcut Tehlike Kontrolü                                    |
| Tehlike kontrolü   | Önlük  |
| Önlük  | Eldiven  |
| Eldiven  | Kesci-delici atık kabı   |
| Kesci-delici atık kabı   | Standart mikrobiyolojik uygulamalar ve yazılı prosedürler                  |
| Standart mikrobiyolojik uygulamalar ve yazılı prosedürler                  | İlkyardım olanağı  |
| İlkyardım olanağı  |  |
| <b>BİYOGÜVENLİK DÜZEYİ</b>   |  |
| 1. Tehlike İçin Mevcut Biyogüvenlik Düzeyi                                 | 2. Tehlike İçin Mevcut Biyogüvenlik Düzeyi                                 |
| BSL1   | BSL1   |
| 1. Tehlike İçin Gerekli Biyogüvenlik Düzeyi                                | 2. Tehlike İçin Gerekli Biyogüvenlik Düzeyi                                |
| BSL2   | BSL2   |
| <b>TEHLİKENİN GERÇEKLEŞME OLASILIĞI</b>                                    |  |
| 1. Tehlike İçin Olası (2 puan)   | 2. Tehlike İçin Olası (2 puan)   |
| <b>TEHLİKE GERÇEKLEŞİRSE BEKLENEN SONUÇLAR</b>                             |  |
| 1. Tehlike İçin Akut/Kronik enfeksiyon, tedavi gerektiren hastalık (5puan) | 2. Tehlike İçin Akut/Kronik enfeksiyon, tedavi gerektiren hastalık (5puan) |
| 3. Tehlike İçin Akut/Kronik enfeksiyon, tedavi gerektiren hastalık (5puan) |  |



**Tablo 5 (devam) Uygulama İçin Biyolojik Risk Değerlendirme Formu (BRDF) İşlemin Tanımı: Kanalizasyon numunesinden Escherichia coli saf kültür elde etme ve bu kültürün yatak kültürde transfer işlemi ile muhafaza edilmesi**

| <b>RİSK DEĞERLENDİRME</b>   |  |
|---|--|
| <b>RİSK DÜZEYİ (OLASILIK, SONUÇLAR)</b>   |  |
| <i>1. Tehlike İçin</i>  | <i>3. Tehlike İçin</i>                               |
| Orta risk (5-10)  | Orta risk (5-10)                                     |
| <b>EK ÖNLEMLER</b>  |  |
| <i>1. Tehlike İçin Ek Önlemler</i>  | <i>3. Tehlike İçin Ek Önlemler</i>                   |
| <b>KKD</b>  | <b>KKD</b>   |
| Yüz siperi  | Yüz siperi   |
| Gözlük  | Gözlük   |
| Cerrahi maske   | Cerrahi maske  |
| Partikül filtreli maske   | Partikül filtreli maske                              |
| Önü kapalı önlük  | Önü kapalı önlük                                     |
| N95 maske   | N95 maske  |
| <b>MÜHENDİSLİK</b>  | <b>MÜHENDİSLİK</b>                                   |
| Biyogüvenlik kabini   | Biyogüvenlik kabini                                  |
| Güvenlik siperi   | Güvenlik siperi                                      |
| Tek yönlü havalandırma  | Tek yönlü havalandırma                               |
| <b>YÖNETSEL</b>   | <b>YÖNETSEL</b>                                      |
| Biyogüvenlik eğitimi  | Biyogüvenlik eğitimi                                 |
| İşleme Yönelik Eğitim   | İşleme Yönelik Eğitim                                |
| Atık yönetimi ve dekontaminasyon prosedürleri   | Atık yönetimi ve dekontaminasyon prosedürleri        |
| Dökülme- saçılma kiti   | Dökülme- saçılma kiti                                |
| Biyogüvenlik önlemleri ile ilgili yazılı prosedürler  | biyogüvenlik önlemleri ile ilgili yazılı prosedürler |
| <b>YORUM:</b> Tehlike olasılığının “olası” çıkması mevcut önlemlerin düzeltici önlemlerle düzeltilmesini; tehlike etkisinin tedavi gerektiren hastalık çıkması korunma önlemlerinin (bağışıklığın güçlü tutulması, aşı yaptırılması, kişisel temizliğe dikkat edilmesi) Risk düzeyinin orta çıkması önlemlerin minimum düzeyde alındığını gösterir ve diğer düzeltici önlemlerin alınmasını sağlayan risk yönetim programının okulda uygulanmasını gerektirir |  |

Numune olarak çevrenin kullanılması, stok kültür hazırlanması işlemleri yüksek bulaş riski olan işlemlerdir ve Amerika'da bu işlemler Utah Üniversitesinden izin alınmasını gerektirmektedir (University of Utah, 2018). Pasaj işlemleri, aerosol riski ve sıçrama riski yüksek işlemlerdir. İşlemler sırasında sıçrama yoluyla bulaş riski olabilmektedir. *E. coli*'nin O157H7 serotipleri risk grubu 3' dür. Sıçrama olmuş dekontamine edilmemiş bir yüzeye dokunduktan sonra elin ağza götürülmesi ile yutma yoluyla bulaş olabilmektedir. Kontamine yüzeye elle yapılan tek bir temas sonrasında *E. coli*, *Salmonella* sp bakterilerin %100'e varan oranlarda ele bulaştıkları görülmektedir. *E. coli* bakterisinin yüzeyde canlı kalma süresi 1,5 saat ile 16 ay arasında değişmektedir. *Salmonella* spp'nin yüzeyde canlı kalma süresi 1 gün ile 4,2 yıl değişmektedir. *Shigella* sp'nin yüzeyde canlı kalma süresi 2 günle 5 ay arasında değişmektedir (Mikrobiyoloji Referans Laboratuvarları Dairesi Başkanlığı, 2014). Bu yüzden bu mikroorganizmaların bulaş yolları; aerosol yoluyla bulaş, mukoza ve deriye doğrudan bulaş, sıçrama yoluyla mukoza teması ve yutma yoluyla bulaş olarak tanımlanmıştır. Mevcut kontrol önlemleri; önlük, eldiven, kesici delici alet kabı bulundurma ve ilkyardım olanağının bulunması, standart mikrobiyoloji uygulamaları olarak tanımlanmıştır. Açık banko üzerinde bek alevi altında işlemler yapılmaktadır. Standart mikrobiyoloji uygulamalarında kişisel koruyucu donanımlarda ve mühendislik önlemlerde eksiklikler tanımlanmıştır. Bu eksiklere ilaveten laboratuvar giriş çıkışının sınırlı olmaması, işlem bazında biyolojik tehlikeler ve risk düzeyleri hakkında eğitim almamış olması, haşere kontrol programı eksikliği olarak tanımlanmıştır. BGK kullanılmaması, çıkışa yakın el yıkama lavabosu olmaması eksik mühendislik önlemleridir. Bu işlemlerde aerosolize olma riski olası işlemler BGK altında yapılmaması ve diğer önlemlerin yetersiz olmasından dolayı tehlike gerçekleşme olasılığı "2 (olası) olarak değerlendirilmiştir. *E. coli* bakterilerinin tehlikeli suşları bağırsaklarda toksijenik etki göstermektedir. Bu suşların virülansı çok yüksek ve minimal enfeksiyon dozu düşüktür. 10-200kob/g enfeksiyon dozu hastalığı oluşturmada yeterli olmaktadır. Sulu ve kanlı diyareye neden olmaktadır. *Salmonella* ve Shiga toksinleri sulu diyareye neden olmaktadır. Her üç bakteri de laboratuvar enfeksiyon etkeni olarak bildirilmiştir. Tehlike gerçekleşirse beklenen sonuçlar "Akut/Kronik Enfeksiyon-Tedavi gerektiren hastalık (5 puan)" olarak değerlendirilmiştir. Risk düzeyi, 4×3 risk düzeyi belirleme matrisinde (Tablo5)'de 2×5=10 olarak "orta risk" düzeyi ile tanımlanmıştır. BGD 1 düzeyinde eksiksiz standart mikrobiyoloji uygulamaları ve BGK altında çalışılabilmektedir. Tehlike düzeyini düşürmek için alınması gereken ek önlemler formda tanımlanmıştır.

### 6.3. Biyolojik ajan tehlikeleri riskine karşı mevcut kontrol önlemlerine ek önlemler gerektirir

Eğitim laboratuvarlarının laboratuvar tasarımları BGD1 düzeyindedir. Bu biyogüvenlik düzeyinde açık banko sistemi tezgahlar, kolay temizlenebilen ve dayanıklı çalışma yüzeyleri, ayrı kapısı olan, el yıkama için ayrı lavaboların bulunduğu tasarıma sahiptir. Risk grubu 1 mikroorganizmaların çalışıldığı temel seviyedeki laboratuvarlardır. Ancak bu laboratuvarlarda risk grubu 2 mikroorganizmalarla çalışılmaktadır. Bu nedenle laboratuvar BGD1 önlemlerinin yanı sıra alınması gereken ilave önlemler tanımlanmalıdır. Bu bağlamda alınması gereken önlemler aşağıda sıralanmıştır.

#### 6.3.1. Ek mühendislik önlemleri

- (1) Mikrobiyoloji laboratuvarının çıkışına yakın lavabo yaptırılmalıdır (BGD 1 standardı).
- (2) Laboratuvar da dışarı açılan pencerelere sineklik yaptırılmalıdır (BGD 1 standardı).
- (3) Santrifüjlerin güvenli rotoları veya kapaklı güvenlik kapları vardır. Bu kaplar BGK içinde açılmasına dikkat edilmelidir (BGD 2 standardı).
- (4) Aerosol riskli işlemler BGK içerisinde yapılmalı, BGK'ların yıllık sertifikasyonu yaptırılmalıdır (BGD 2 standardı) (Arduino, Arndt, Bailin, Richard, Baumann ve Bradbury 2020).

#### 6.3.2. Ek yönetsel önlemler

- (1) Laboratuvar da etkin bir haşere kontrol programı yürütülmelidir (BGD1 standardı).
- (2) Laboratuvar da çalışanları tehlikelerle temasın önlenmesi ve değerlendirilmesine yönelik eğitim almalıdır (BGD 1 standardı).
- (3) Enfektif materyale maruziyet durumları yetkililere bildirilmeli ve gerekli tedavi olanakları sağlanmalıdır (BGD 1 standardı).
- (4) Laboratuvar güvenliği ve analizlere hazırlık modülünde laboratuvar temizliği, dezenfeksiyon, sterilizasyon ders içerikleri derslerde işlenmektedir. Ancak laboratuvar biyogüvenliği standartlarını ve biyolojik risk değerlendirme prosedürleri içeren güvenlik el kitabı bulunmalıdır (BGD 2 standardı).
- (5) Çalışanlar ve öğrenciler ders bitiminde kişisel koruyucu donanımlarını laboratuvar da bırakmalıdır (BGD 2 standardı).
- (6) Atık yönetimi uygulanmalıdır (BGD 2 standardı)

- (7) İşlemler sırasında aerosol riskli işlemleri azaltıcı prosedürlerin tamamı uygulanmalıdır (BGD 1 standardı). (Arduino, Arndt, Bailin, Richard, Baumann, Bradbury 2020).

### 6.3.3. Ek kişisel koruyucu donanımlar (KKD)

- (1) Gözlük, cerrahi maske, yüz siperi, partikül filtreli maske kullanılmalıdır. Önlüklerin düğmeleri iliklenmelidir (BGD 1 standardı).
- (2) Kişisel temizliğe ve el yıkama kurallarına dikkat edilmelidir. Laboratuvar önlüğü laboratuvarda bırakılmamalıdır (BGD 1 standardı) (Arduino, Arndt, Bailin, Richard, Baumann, Bradbury 2020).

## 7. Sonuçlar

### 7.1. Mikrobiyoloji Laboratuvarının uygulamaları sırasında biyolojik tehlikelerin sebeb olabileceği risk düzeyi orta düzeydedir

Okul laboratuvarlarında alınan standart mikrobiyoloji uygulamalar (yönetmelik önlemler), laboratuvar tasarımı (mühendislik önlemler) ve kişisel koruyucu donanımlarda bazı eksikliklerin bulunması biyolojik tehlikelerin bulaş olasılığının %10-70 olmasına neden olmaktadır. Uygulamalar sırasında risk 2 grubu mikroorganizmalarla çalışılmasından dolayı tehlikenin etkisi “akut/kronik enfeksiyon (tedavi gerektiren hastalık) veya toksisite, onkojenite, alerji” olarak tanımlanmıştır. Risk düzeyinin orta çıkması okulda önlemlerin minimum düzeyde alındığını ve diğer düzeltici önlemlerin alınmasını sağlayan risk yönetim programının uygulanmasına ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymaktadır. Bu önlemler içerisinde en önemlisi biyogüvenlik eğitimi, işleme yönelik eğitim planlaması, biyolojik risk analizine bağlı güvenlik el kitabının yazılmasıdır.

### 7.2. Ortaöğretim İçerisinde Yer Alan Mesleki ve Teknik Eğitim Liselerinde Biyolojik Ajan Riskini Azaltmak İçin Alınan Mevcut Kontrol Önlemleri Minimum Koşulları Sağlamaktadır.

Uygulamalar sırasında eksik mühendislik önlemleri (BGK kullanılmaması), eksik yönetsel uygulamalar (aerosol azaltıcı uygulamalarda, genel temizlikte yetersizlikler) ve eksik KKD yüzünden biyolojik risk analizlerinde tehlike olasılığı %10-%70 arasında “olası” olarak tanımlanmıştır. Bu önlemleri eksiksiz yerine getirerek tehlike olasılığı %10’un altına düşürülmelidir.

### 7.3. Biyolojik ajanlara maruz kalınan laboratuvar uygulamalarında kontrol önlemleriyle risk düzeyinin düşürülmesi sağlanmamaktadır

Mevcut kontrol önlemleri minimum koşulları sağlanmasından dolayı tehlike olasılığı %10-%70 arasında tanımlanmıştır. *E. coli* bakterilerinin tehlikeli suşları bağırsaklarda toksijenik etki göstermekte, Salmonella ve Shiga toksinleri sulu diyareye neden olmaktadır. Bu nedenle tehlike etkisi “tedavi gerektiren hastalık” olarak tanımlanmıştır. Bu işlemin risk düzeyi “orta” düzeydedir. Bu nedenle kontrol önlemlerinin optimum düzeye çıkarılmasına ve öğrenci ve öğretmenlerin bağışıklığını güçlü tutacak önlemler alınmasına, aşı yaptırılmasına, kişisel hijyenine dikkat etmesine ihtiyaç bulunmaktadır.

### 7.4. Biyolojik Ajan Tehlike Riskine Karşı Mevcut Kontrol Önlemlerine İlave Tedbirler Gerektirmektedir

Laboratuvar risk düzeyinin “orta” olarak belirlenmesi riskleri minimize etmek için ek kontrol önlemlere ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymuştur. Araştırmada laboratuvar mühendislik önlemleri açısından BGD 1 tasarımının yeterli olması için çıkışa yakın lavabo yaptırılması ve pencerelere sineklik taktırılmasına ihtiyaç bulunmaktadır. Risk 2 grup mikroorganizmalarla çalışıldığından BGD 1 tasarımlarına ilave BGD 2 tasarımları yaptırılabilir. Bunlar çift kapı, HEPA filtre ile vakum koruma hatları, tek yönlü havalandırma tasarımlarıdır. BGD 1 laboratuvarında risk 2 grup mikroorganizmalarla stok kültür hazırlama işlemleri için BGD 2 koşulları sağlanmalıdır. Aerosol oluşturacak manipülasyonlar BGK altında, standart mikrobiyoloji uygulamalarına eksiksiz uyularak yapılmalıdır.

Sıçrama riskini azaltmak için eldiven ve önlükle birlikte maske ve gözlük kullanılarak işlemler yapılmalıdır. Örneğin pipet yerine mikropipet ve aerosol filtreli pipet uçları kullanılmalıdır. Öze yerine insineratörler tercih edilmelidir. İnsineratör yoksa tek kullanımlık özeler kullanılmalıdır. Enfektif aerosol riski olan santrifüjleme işlemlerinde güvenlik kapağı olan rotorları kullanılmalı ve BGK kullanılmalıdır. Boyama sırasında, preparat fiksasyonu gibi aerosol riski yüksek uygulamalarda lam ısıtıcıları kullanılmalıdır. Cam malzemeler yerine plastik olanları tercih edilmelidir.

## 8. Tartışma

Biyolojik ajan riski taşıyan okul laboratuvarlarında su, gıda, toprak ve hava numuneleri yerine çevre örnekleri ya da kan, gaita numuneleri tercih edilmemelidir.

Ayrıca BGD 1 düzeyinde çalışılabilecek mikroorganizmalar *Citrobacter*, *E. coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Enterobacter cloacae*'dir. Bu bakterilerin açık banko sisteminde "kültür, saf kültür, izolasyon ve sayım" işlemleri yapılabilmektedir. Bu işlemler standart mikrobiyoloji uygulamaları eksiksiz yerine getirildiği takdirde açık banko sisteminde yapılabilmektedir. Amaç eğitim laboratuvarlarında saf kültür hazırlamaksa daha masum mikroorganizmalarla çalışılmalıdır (University of Utah, 2018). Numune seçimi eğitim laboratuvarında riski azaltan faktörlerdendir.

İşlem sırasında maruz kalınan tehlike ve kontrol önlemlerine yönelik uzman kişilerce eğitimler organize edilmelidir. Öğrenci ve öğretmenlerin sağlık kayıtları tutulmalı, aşı takibi yaptırılmalıdır. Güvenli davranış modellerini içeren, uygulamalar işlem basamakları uygulanırken öğrencilere uygulanmalıdır (1. basamak önlük giyilmeli, eldiven takılmalıdır; 2. basamak 15 dakika önce çalıştırılan BGK altında petri kabından tek kullanımlık öze ile *E. coli* kolonisinden örnek dikkatlice alınmalıdır).

Her bir modül uygulamasının ayrı biyolojik risk değerlendirmesi yapılmalıdır. Alınması gereken kontrol önlemler tespit edilerek yönetime, öğretmenlere, öğrencilere ve laboratuvar çalışanlarına, temizlik çalışanlarına, mikrobiyologlara düşen sorumluluklar belirlenmeli; her uygulamaya dönük risk değerlendirmesine dayalı laboratuvar güvenliği el kitabı çıkartılmalıdır. Çalışanlara ve öğrencilere numune ile uygulama yaptırmadan önce işlem basamakları güvenli davranış modelleriyle uygulanmalıdır. Tüm uygulayıcılara her uygulamadan önce risk değerlendirmesine bağlı ortaya çıkan tehlike, bulaş yolları, kontrol önlemleri ve risk düzeyleri konularında eğitim verilmeli ve tutanak altına alınmalıdır. Stok kültür hazırlanır ya da transfer edilirse biyotehlike olduğundan, büyük kültürler kullanılıyorsa biyokabin kullanılması ya da aerosol azaltıcı prosedürlerin takip edilmesi sağlanmalıdır. Antibiyotik dirençlilik suşları geliştiren mikroorganizmalar eğitim laboratuvarlarında kullanılmamalıdır; 6 mikroorganizma (*Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumonia*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*, and species of *Enterobacter*) ciddi hastalıklara neden olduğundan, bu mikroorganizmalardan uzak durulmalıdır (National Institutes of Health 2019).

Araştırmada uygulanan mülakat ve risk analizi sonucundan anlaşılacağı üzere, laboratuvar ortamlarında biyolojik risklere maruziyet ve kazalar olasıdır. Bu maruziyetten kaçınmak için Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı ile Sağlık Bakanlığı arasında iş birliği yapması ve iş sağlığı güvenliği politikaları içerisinde hastane ve eğitim laboratuvarlarının biyogüvenliği konularına yer vermesi önemlidir. Türkiye hastane ve eğitim laboratuvarlarında biyolojik tehlikelere karşı proaktif yaklaşımla biyolojik risk değerlendirmesine dayanan biyogüvenlik kılavuzlarının çıkarılması bir ihtiyaç haline gelmiştir. Biyogüvenlik kapsamında kullanılacak numunelerin, uygulanabilecek işlemlerin sınırlandırılması gerekmektedir. Bu kılavuzlarda; her uygulamada ortaya çıkan biyolojik ajanlar, risk grupları, bulaş yolları, kontrol önlemleri ve risk düzeylerinin tanımlanması gerekmektedir. Biyolojik risk taşıyan işyerlerinde risk analizine dayalı kalite yönetim sistemlerinin geliştirilmelidir. Biyogüvenlik kılavuzlarının yayımlanması koruyucu sağlık hizmetleri kapsamında çalışanların sağlığının ve çevre sağlığının kontrol altına alınmasında önemlidir. Bu nedenle laboratuvarların biyogüvenlik düzeyini irdeleyen bu çalışma biyolojik risklerin çalışıldığı benzer çalışmalara yol haritası oluşturması açısından alana katkı sağlayacaktır.

### Araştırmacıların Katkısı

Bu araştırmada; Nuray ALPOĞLU AKBULUT problem analizinin yapılması, bilimsel yayın araştırması ve makalenin oluşturulması; Ergün ERASLAN, risk analizinin yapılmasında ve kontrolü konularında katkı sağlamışlardır.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

### Kaynaklar

Ahmed, S. S., Alp, E., Ulu-Kilic, A., & Doganay, M. (2015). Establishing molecular microbiology facility in developing countries. *Journal of infection and public health*, 8(6), 513-525 doi: <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2015.04.029>

Aktaş, D., Barlas, G., Çelebi, B., Demirbilek, Y. (2014). Q Ateşi Salgını. Bulaşıcı Hastalıkların Sürveyansı ve Kontrolü" Projesi Ulusal Toplantısı ve II. Ulusal Saha Epidemiyolojisi Konferansı II. Ulusal Saha Epidemiyolojisi Konferansı, Ankara.

Akyol, A. D. (2005). Şiddetli Akut Solunum Yetmezliği Sendromu Sars ve korunma önlemleri Sars. *Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, 21(2), 107-123.

Arduino, M.J., Arndt, W.D., Bailin, H. Richard G. Baumann, R.G., Bradbury, S. R, .....Delarosa P (Ed.).(2020). *Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories*. Washington: NIH. Erişim adresi: <https://www.cdc.gov/labs/pdf/CDC-BiosafetyMicrobiologicalBiomedicalLaboratories-2020-P.pdf>

Atlı, K., (2018). Meslek Hastalıkları ve İşyeri Hekim [Power Point Slaytı].

Baltacı, A. (2018). Nitel araştırmalarda örnekleme yöntemleri ve örnek hacmi sorunsalı üzerine kavramsal bir inceleme. *Bitlis Eren Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(1), 231-274.Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/497090>

Berk, M., Önal, B., Güven, R., (2011). Meslek Hastalıkları Rehberi. Ankara: İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü. Erişim adresi: <https://www.csgb.gov.tr/medias/4597/rehber20.pdf>

Berk, M., Ünal N., Ergun A., R., Vidinli, N., Kaplan E. (2015). Meslek Hastalıkları ve İşle İlgili Hastalıklar Tanı Rehberi. Ankara: İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü.Erişim adresi: <https://aybu.edu.tr/GetFile?id=d74a6790-d2ed-42ea-ab03-1a236f083553.pdf>

Biyolojik Etkenlere Maruziyetin Önlenmesi Hakkında Yönetmelik (2013, 15 Haziran). Resmi Gazete (Sayı:28678). Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/06/20130615-3.htm>

Burdorf, A., Porru, F., & Rugulies, R. (2020). The COVID-19 (Coronavirus) pandemic: consequences for occupational health. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 46(3), 229-230.

Chen, N., Zhou, M., Dong, X., Qu, J., Gong, F., Han, Y., ... & Zhang, L. (2020). Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *The lancet*, 395(10223), 507-513.doi: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30211-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30211-7)

Corrao, C. R. N., Mazzotta, A., La Torre, G., & De Giusti, M. (2012). Biological risk and occupational health. *Industrial health*, 50(4), 326-337. doi: [10.2486/indhealth.ms1324](https://doi.org/10.2486/indhealth.ms1324)

Demir, M., Tuncay E., Yentürk, E.,Kanmaz, D. (2014). Göğüs Hastalıkları Hastanesi Çalışanlarında Tüberküloz Riski, *Anatol J Clin Investing*, 8(2), 57-61.Erişim adresi: [https://www.academia.edu/45248428/G%C3%B6%C4%9F%C3%BCs\\_Hastalıkları\\_Hastanesi\\_%C3%87ali%C5%9Fanlarında\\_T%C3%BCberk%C3%BCloz\\_Enfeksiyon\\_Riski](https://www.academia.edu/45248428/G%C3%B6%C4%9F%C3%BCs_Hastalıkları_Hastanesi_%C3%87ali%C5%9Fanlarında_T%C3%BCberk%C3%BCloz_Enfeksiyon_Riski)

Dolapçı, İ., (2016). Bakteriyal Patojenite ve Virülans Faktörleri. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Mikrobiyoloji. Erişim adresi: [https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/172709/mod\\_resource/content/0/Bakteriyel%20patojenite%20ve%20vir%C3%BClans%20-%20C4%B0%C5%9Ftar%20Dolap%C3%A7%C4%B1.pdf](https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/172709/mod_resource/content/0/Bakteriyel%20patojenite%20ve%20vir%C3%BClans%20-%20C4%B0%C5%9Ftar%20Dolap%C3%A7%C4%B1.pdf)

Enginyurt, Ö. (2016). Tüberküloz Farkındalık Değerlendirmesi. *Klinik Tıp Aile Hekimliği*, 8(6), 25-35. Erişim adresi:<https://asosindex.com.tr/index.jsp?modul=journalvolumeissue&volume=8&issue=6&year=2016&journal-id=119>

Ener, B. (ty.) Candida Enfeksiyonları [PowerPointslaytı]. <https://www.klimud.org/public/uploads/dosya/1352728008.pdf>

Encyclopaedia of Occupational health& safety, (2012). Occupational hygiene. Herrick, R.F.(Ed.). Erişim adresi: <https://www.iloencyclopaedia.org/>

Erol, İ. (2007). *Gıda hijyeni ve mikrobiyolojisi*. Ankara: Pozitif.

Eyigün, C. P. (2005). Ortaya Çıkışından Bugüne SARS: Güncel Durum. *Flora*, 10(3), 108-118. Erişim adresi [http://www.floradergisi.org/managete/fu\\_folder/2005-03/2005-10-3-108-118.pdf](http://www.floradergisi.org/managete/fu_folder/2005-03/2005-10-3-108-118.pdf)

- Gül, Y., İssi, M. & Baykalır, B., G., (2013). Araştırma laboratuvarlarında biyogüvenlik zoonotik hastalıklar ve tıbbi atıkların bertarafı. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 8(1), 81-96. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/33970>
- Güldemir, D. (2018). Moleküler mikrobiyoloji laboratuvarında ortam kontrolü nasıl yapılır? *Turkish Bulletin of Hygiene & Experimental Biology/Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji*, 75(2). [https://jag.journalagent.com/turkihijyen/pdfs/THDBD-83713-RESEARCH\\_ARTICLE-GULDEMIR.pdf](https://jag.journalagent.com/turkihijyen/pdfs/THDBD-83713-RESEARCH_ARTICLE-GULDEMIR.pdf)
- Halkman AK (2006) Gıda mikrobiyoloji laboratuvarı güvenliği. *Orb On-Line Journal of Microbiology*. 04(06): 10-14. <http://eskisite.mikrobiyoloji.org/pdfler/702060602.pdf>
- Irmak H, Yardım, N., Temel, F. Keklik K (2019). Laboratuvar güvenliği el kitabı. T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü Tüketici Güvenliği ve Halk Sağlığı Laboratuvarları Dairesi Başkanlığı Ankara, 2019 <https://samsunism.saglik.gov.tr/Eklenti/63706/0/labaratuvarguvenligielkitabipdf.pdf>
- Karabıçak, N. (2012). Klinik mikrobiyoloji laboratuvarlarında biyogüvenlik. Başustaoglu, A. C., Güney M. (Ed), *Laboratuvar risk değerlendirmesi* içinde (s.191-202). Ankara: Klimud.
- Koruk, İ., Tekin-Koruk, S., Tuncer, K., Demir, C., Kara, B., & Şeyhanoğlu, A. S. (2014). Şanlıurfa'da Sağlık Çalışanlarının Mesleki Bulaşıcı Hastalıklara Karşı Aşılama Düzeyi. *Klimik Journal/Klimik Dergisi*, 26(1). Erişim adresi: <https://www.klimikdergisi.org/wp-content/uploads/2021/01/sanliurfa8217da-saglik-calisanlarinin-mesleki-bulasici-hastalıklara-karsi-asilanma-duzeyi.pdf>
- Madigan, M. T., Martinko, J. M. & Brock, T. D. (2010). *Brock mikroorganizmaların biyolojisi*. Palme
- Morawska, L. and Cao, J. (2020) Airborne transmission of SARS-CoV-2: The world should face the reality. Elsevier,1-3. Doi: [10.1016/j.envint.2020.105730](https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105730)
- Ocaktan, M., E. (2020). İş Hijyeni. İş Sağlığı Yönünden Hastalık Etkenleri İçinde (60-82). Atatürk Üniversitesi, Açıköğretim Fakültesi.
- Occupational Safety and Health Administration, (2020). Guidance on Preparing Workplaces for COVID-19. U.S:Department of LaborOccupational Safety and Health Administration Erişim adresi: <https://www.osha.gov/sites/default/files/publications/OSHA3990.pdf>
- Özdemir, L. (2015). Şiddetli Akut Solunum Sendromu-SARS. *Türkiye Klinikleri J Public Health-Special Topics*. 1(3),37-45.
- Pala, S. Ç., & Metintaş, S. (2020). COVID-19 Pandemisinde Sağlık Çalışanları.*Estüdam Halk Sağlığı Dergisi*, 5, 175-187. doi: <https://doi.org/10.35232/estudamhsd.789806>
- Rao, G. G., Saunders, B. P., & Masterton, R. G. (1996). Laboratory acquired verotoxin producing Escherichia coli (VTEC) infection. *The Journal of hospital infection*, 33(3), 228-230.
- T.C. Sağlık Bakanlığı Türkiye Halk Sağlığı Kurumu Başkanlığı Mikrobiyoloji Referans Laboratuvarları Daire Başkanlığı (2014). Ulusal mikrobiyoloji standartları, laboratuvar güvenliği rehberi. Erişim adresi: [https://hastane.ksu.edu.tr/depo/belgeler/Ulusal%20Mikrobiyoloji%20Standartlar%C4%B1.compressed\\_1710261701460340.pdf](https://hastane.ksu.edu.tr/depo/belgeler/Ulusal%20Mikrobiyoloji%20Standartlar%C4%B1.compressed_1710261701460340.pdf)
- T.C. Sağlık Bakanlığı Türkiye Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü Sağlıkta Kalite, Akreditasyon ve Çalışan Hakları Dairesi Başkanlığı (2020). *SKS Işığında COVID-19 Tani Laboratuvarları Kalite Yönetimi Rehberi*. Erişim adresi:<https://shgmkalitedb.saglik.gov.tr/TR-66534/sks-isiginda-covid-19-tani-laboratuvarlari-kalite-yonetimi-rehberi-hakkinda.html>
- The University of Utah, (2018). *Guidelines For Microbiology Teaching Laboratories*, Erişim adresi: <https://oehs.utah.edu/topics/biosafety-guidelines-for-teaching-laboratories>
- Tonbak, F., Atasever, M., & Çalıcıoğlu, M. (2017). Salmonella risk in poultry meat. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 12(1), 90-98.
- Türk Tabipler Birliği (2010). Kırım Kongo Kanamalı Ateşi Bilimsel Değerlendirme Raporu, Ankara. Erişim adresi: [https://www.ttb.org.tr/kutuphane/kirim\\_kongo\\_rpr.pdf](https://www.ttb.org.tr/kutuphane/kirim_kongo_rpr.pdf)

Sağlığım, (ty). Sağlığım,halk sağlığına yönelik bilgiler. Erişim adresi: <https://sagligim.gov.tr/kirim-kongo-kanamali-atesi.html>

Şeker, H. & Yardımcı, H. (2003). Mikrobiyoloji laboratuvarlarında biyogüvenlik. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 01(04), 3-32. Erişim adresi: <http://www.mikrobiyoloji.org/pdf/702030402.pdf>

Zencir, M. (2014). Mesleki bulaşıcı hastalıklar: sağlık çalışanlarının sağlığı örneği. *TTB Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi*, 14 (51), 60-69 Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/msg/issue/49201/628111>

## Ek-1. Biyogüvenlik Düzeyleri Deneti Listesi

### Biyogüvenlik Düzeyi 1

Aşağıdaki soruları "EVET" (E) , "HAYIR" (H) veya "UYGUN DEĞİL" (UD) biçiminde yanıtlayınız.

|  | E                        | H                        | UD                       |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Laboratuvarın bir kapısı vardır.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| El yıkamak için çıkışa yakın bir lavabo vardır.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Laboratuvarda yemeye, içmeye, makyaj yapmaya, kontakt lens takmaya-çıkarmaya, tüketim amacıyla gıdaları saklamaya izin verilmemektedir.                                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Ağızla pipetleme yasaktır, bunun için pipetleme yardımcıları kullanılmaktadır.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Kesici-delici cisimlerin (iğne uçları, bistüriler, lam, pipetler ve kırık cam malzeme, vb.) güvenli kullanımı için uygun politikalar geliştirilmiş ve uygulanmaktadır. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Sıçrama ve/veya aerosoller en aza indirecek prosedürler uygulanmaktadır.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Çalışma yüzeyleri iş bittikten sonra ve potansiyel olarak enfeksiyöz materyalle dökülme-saçılma durumlarında uygun dezenfektanla dekontamine edilmektedir.             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Kültürler, stoklar ve diğer enfeksiyöz materyal atılmadan önce dekontamine edilmektedir.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Laboratuvarda etkin bir haşere kontrol programı yürütülmektedir.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Tüm çalışanlar görevleri ve tehlikelerle temasın önlenmesi ve değerlendirilmesine yönelik eğitim almaktadır.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Çalışanlar önlük, eldiven, gözlük gibi kişisel koruyucu donanıma ulaşabilmekte ve kullanmaktadır.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Dışarı açılan pencerelerde (eğer varsa) sineklik bulunmalıdır.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Banko yüzeyleri su geçirmez, ısıya, organik çözücülere, asitlere, alkalilere ve diğer kimyasallara dayanıklıdır.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Laboratuvar alanları kolay temizlenecek (halı, kilim yok, oturlan yüzeyler tekstil değil vb.) biçimde tasarlanmıştır.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |



Yukarıdaki soruların tümüne EVET yanıtı vermediyseniz, laboratuvarınızın fiziksel altyapısını veya uygulamalarını gözden geçirerek, gerekli değişiklikleri yapmayı düşünmelisiniz!

### Biyogüvenlik Düzeyi 2

Aşağıdaki soruları "EVET" (E) , "HAYIR" (H) veya "UYGUN DEĞİL" (UD) biçiminde yanıtlayınız.

|  | E                        | H                        | UD                       |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Laboratuvarın kendiliğinden kapanan ve kilitlenebilen bir kapısı vardır. Laboratuvara yalnızca yetkili kişilerin girişine izin verilmektedir.                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| El yıkamak için çıkışa yakın, musluğu otomatik ya da ayakla kontrol edilen, bir lavabo vardır.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Laboratuvarda yemeye, içmeye, makyaj yapmaya, kontakt lens takmaya-çıkarmaya, tüketim amacıyla gıdaları saklamaya izin verilmemektedir.                                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Ağızla pipetleme kesinlikle yapılmamakta, bunun için pipetleme yardımcıları kullanılmaktadır.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Kesici-delici cisimlerin (iğne uçları, bistüriler, lam, pipetler ve kırık cam malzeme, vb.) güvenli kullanımı için uygun politikalar geliştirilmiş ve uygulanmaktadır. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Sıçrama ve/veya aerosoller en aza indirecek prosedürler uygulanmaktadır.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Çalışma yüzeyleri iş bittikten sonra ve potansiyel olarak enfeksiyöz materyalle dökülme-saçılma durumlarında uygun dezenfektanla dekontamine edilmektedir.             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Laboratuvar ekipmanları düzenli olarak, bakım-onarım öncesinde ve kontamine materyalle dökülme-saçılma durumlarında uygun dezenfektanla dekontamine edilmektedir.      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

|   |                          |                          |                          |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Tüm potansiyel enfektif materyal atılmadan önce dekontamine edilmelidir. Atıklar, laboratuvar alanının dışında dekontamine ediliyorsa, enfektif materyaller dayanıklı, sızdırmaz kaplarda saklanmalı ve güvenli bir biçimde taşınmalıdır.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Laboratuvar girişinde biyotehlike işareti yanısıra laboratuvarın biyogüvenlik düzeyini, sorumlu kişinin adı ve iletişim bilgilerini, laboratuvara giriş-çıkış gerekliliklerini gösteren bir uyarı levhası vardır.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Laboratuvarda etkin bir haşere kontrol programı yürütülmektedir.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Tüm çalışanlar görevleri ve tehlikelerle temasın önlenmesi ve değerlendirilmesine yönelik eğitim almaktadır. Çalışanların standart ve özellikli mikrobiyoloji uygulamaları açısından yeterlilikleri değerlendirilmekte ve sadece yeterli bulunanların çalışmasına izin verilmektedir.                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Enfektif materyalle temasta sonuçlanabilecek tüm olaylar yetkililere sözlü ve yazılı bildirilmekte ve gerekli profilaksi/televi olanakları sağlanmaktadır.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Çalışanlara yönelik bir tıbbi sörveyans programı yürütülmekte ve gerekli aşılama olanakları sunulmaktadır.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Risk değerlendirme verilerine dayalı politika ve prosedürleri içeren bir laboratuvar güvenlik el kitabı bulunmalı ve buna çalışanlar tarafından kolaylıkla ulaşılabilirliği.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Çalışanlar önlük, eldiven, gözlük gibi kişisel koruyucu donanıma kolaylıkla ulaşabilmekte ve kullanmaktadır. Kişisel koruyucu donanım laboratuvardan ayrılırken çıkarılmalıdır.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Enfektif aerosol üretme potansiyeli olan tüm işlemler bakımı düzenli olarak yapılan ve yıllık olarak sertifikalandırılan biyogüvenlik kabinlerinde (BGK) yapılmaktadır. BGK, kapılardan, açılır pencerelerden, insan trafiğinden ve hava akımını bozabilecek diğer etmenlerden uzakta konuşlandırılmalıdır. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Yapılan işle ilişkili olmayan her tür hayvan ve bitki laboratuvara sokulmamaktadır.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Santrifüjlerin kapaklı güvenlik kapları/taşıyıcıları veya güvenli rotorları vardır ve kaplar BGK içinde açılmaktadır.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Vakum hatları HEPA filtre (veya eşdeğeri) ile korunmakta ve bunlar uygun aralıklarla değiştirilmektedir.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Dışarı açılan pencereler önerilmemekle birlikte, eğer varsa sineklik bulunmalıdır.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Banko yüzeyleri su geçirmez, ısıya, organik çözücülere, asitlere, alkalilere ve diğer kimyasallara dayanıklıdır.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Laboratuvar alanları kolay temizlenecek (halı, kilim yok, oturuş yüzeyler tekstil değil vb.) biçimde tasarlanmıştır.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Laboratuvarda uygun aralıklarla hava değişimi (örneğin 6-12 değişim/saat) sağlanmaktadır. Çıkış havası, bir dökülme-saçılma durumunda bulaşı önlemek için, yerleşim alanlarından uzağa verilmektedir.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Kimyasal çeker ocağın (eğer bulunduruluyorsa) bakımları düzenli yapılmakta ve yıllık olarak sertifikalandırılmaktadır.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |



Yukarıdaki soruların tümüne EVET yanıtı vermediyseniz, laboratuvarınızın fiziksel altyapısını veya uygulamalarını gözden geçirerek, gerekli değişiklikleri yapmayı düşünmelisiniz!

**Kaynak:** T.C. Sağlık Bakanlığı Türkiye Halk Sağlığı Kurumu Başkanlığı Mikrobiyoloji Referans

Laboratuvarları Daire Başkanlığı (2014) Ulusal Mikrobiyoloji Standartları Laboratuvar Güvenliği Rehberi

## Ek 2: Biyolojik Ajan Değerlendirme Formu

| <b>Bölüm A.</b>   |                          |                          |
|---|--------------------------|--------------------------|
| <b>İşyerinde tehlike var mı?</b>  | <b>Evet</b>              | <b>Hayır</b>             |
| <b>1. Çalışma Faaliyetleri</b>  |                          |                          |
| 1.1. Çalışanların insanlarla direkt teması var mı?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 1.2. Çalışanların hayvanlarla direkt teması var mı?   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 1.3. Çalışanların toprak veya bitkilerle direkt teması var mı?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 1.4. Çalışanların sıvı, sprey veya aerosol şeklinde suyla teması var mı?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 1.5. Çalışanların herhangi bir doğal ürünle direkt teması var mı?   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 1.6. Çalışanların doğal veya işlenmiş gıda maddeleri ile direkt teması var mı?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 1.7. Çalışanların insan veya hayvanların katı veya sıvı atıkları ile teması var mı?   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 1.8. Çalışanların insan veya hayvanların vücut sıvıları ile teması var mı?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 1.9. Çalışanların insan veya hayvan cesetleri ile teması var mı?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>2. Çalışanlar</b>  |                          |                          |
| 2.1. Çalışanlar maruz kaldıkları tehlikelerden haberdar mı?   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2.2. Çalışanlar özellikle biyolojik hastalık riski altında olan hamile çalışanlar, alerji, astım ve bağışıklık sistemi zayıf olanlar risk altında mı? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2.3. Hamile çalışanların biyolojik ajanlarla teması var mı?   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |



|  |                          |                          |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 2.4. Yönetim ve çalışanların biyolojik ajanların enfeksiyon zinciri, muhtemel bulaşma yolları ve solunum, sindirim ve deri ile emilim gibi sebeplerle taşınabildiği hakkında bilgisi var mı? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2.5. Temizlikçi veya bakım işçisi gibi biyolojik ajanlarla temas eden çalışan var mı? (Ör. Çöp konteynırlarının boşaltılması sırasında vb.)  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2.6. İşyerinde uyarı veya güvenlik işaretleri kullanılıyor mu? Çalışanlar uyarı veya güvenlik işaretlerini kullanmak zorunda mı?   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2.7. Yeni veya genç çalışanların biyolojik ajanlarla teması var mı?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2.8. Konuşulan ana dilden farklı bir dilde konuşan yabancı bir çalışan var mı? (Konuşulan ana dili anlamakta zorlanan çalışan var mı?)   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>3. İşyeri</b>   |                          |                          |
| 3.1. Atık malzemeler özel önlemler alınarak mı bertaraf ediliyor?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3.2. Atık malzemeler güvenli koşullarla mı bertaraf ediliyor?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3.3. Atık malzemelere kolayca ulaşılabilir mi?   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3.4. İşyerleri düzenli olarak ve dezenfekte edilerek temizleniyor mu?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3.5. Çalışanlar için ayrı tuvaletler var mı?   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3.6. İşyerinin havalandırılması gerekiyor mu?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3.7. Çalışanların, maruziyetlerin izlenmesi ya da sağlık gözetiminin sonuçları hakkında bilgisi var mı?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>4. İş Organizasyonu</b>   |                          |                          |
| 4.1. Basılı prosedürlerin doğru şekilde uygulanıp uygulanmadığı kontrol ediliyor mu?   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>5. Kişisel Koruyucu Donanımlar (KKD)</b>  |                          |                          |
| 5.1. Çalışanların kişisel koruyucu donanımlara ihtiyaçları var mı? (Kullanıyorlar mı ?)  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5.2. İşyerinden ayrılırken çalışanlar kişisel koruyucu donanımlarını kullanıyorlar mı?   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5.3. Çalışanların solunum korumasına ihtiyaçları var mı?   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5.4. Çalışanlar için biyolojik ajanlarla kirlenmiş suların sıçraması veya dökülmesi riski var mı?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>6. Hijyen</b>   |                          |                          |
| 6.1. Çalışanlar çalıştıkları yerde mi yemek yiyip, su içiyorlar?   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6.2. Tüm çalışanların ulaşabileceği yerlerde ve yeterli sayıda el yıkama lavaboları var mı?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6.3. Çalışanların yara veya çizikleri var mı?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>7. İlk Yardım/Tahliye</b>   |                          |                          |
| 7.1. Çalışanlar yanlış giden bir durum olduğunda nasıl kontrol edeceklerini ve herhangi bir problemi kime rapor edeceklerini biliyorlar mı?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7.2. Acil kaçış planı var mı?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7.3. İşyerinde ilk yardım çantaları var mı?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7.4. İşyerinde ilk yardım sorumlusu olarak personel var mı?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |