JOHESAM Journal of Health Sciences and Management, 2026; 2: 74-80 (ISSN 2757-6914); DOI: 10.29228/JOHESAM.74

# Sağlık Eğitimi Veren Kurumlarda Biyogüvenliğin Önemi: Gelişmiş Bir Derleme Çalışması

## The Importance of Biosafety in Health Education Institutions: An Advanced Review

Tuğçe TURAN[1], Salar ZARRABİ AHRABİ[2]

[1] Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Temel Sağlık Bilimleri Anabilim Dalı, Biyogüvenlik ve Biyoemniyet Lisansüstü Programı, İstanbul, Türkiye
[2] Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Temel Sağlık Bilimleri Bölümü, İstanbul, Türkiye

**Sorumlu Yazar:** Tuğçe Turan
**E-mail:** tgcturan@hotmail.com
**Gönderme Tarihi:** 24.03.2026 **Kabul Tarihi:** 14.05.2026

**ÖZ**

Sağlık eğitimi sunan kurumlar, uygulamalı öğretim süreçleri ve klinik rotasyonlar nedeniyle biyolojik risklerin yoğun olarak bulunduğu ortamlardır. Bu derleme çalışmada; tıp, diş hekimliği, hemşirelik ve ebelik gibi disiplinlerde öğrenim gören öğrenciler ile görev yapan personelin maruz kaldığı biyolojik tehlikeler ve bu risklerin yönetiminde kurumsal stratejilerin belirleyici rolü literatür verileri doğrultusunda sistematik biçimde değerlendirilmiştir. Mevcut bulgular, sağlık öğrencilerinin teorik bilgi düzeylerinin görece yüksek olmasına karşın, klinik uygulama sürecinde kişisel koruyucu ekipman kullanımına uyum ve mesleki maruziyet sonrası kaza bildirimi konularında yetersizlikler bulunduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle aerosol maruziyeti, kesici-delici alet yaralanmaları ve kan ve vücut sıvılarıyla temas gibi branşa özgü risklerin yönetiminde yalnızca bireysel önlemlerin yeterli olmadığı; sürdürülebilir bir biyogüvenlik yaklaşımı için kurum düzeyinde yapılandırılmış, "suçlayıcı olmayan" bir güvenlik kültürünün tesis edilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Eğitim personelinin biyogüvenlik farkındalığını değerlendiren ölçek temelli çalışmalar, teknik ve akademik kadronun bilgi, tutum ve uygulama düzeylerinin kurumsal güvenliğin sürekliliğinde kritik öneme sahip olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, biyogüvenlik eğitimlerinin simülasyon temelli öğretim, sanal gerçeklik uygulamaları ve senaryo tabanlı öğrenme yöntemleriyle desteklenmesi; hem kurum içi risk yönetim kapasitesini güçlendirecek hem de uzun vadede küresel halk sağlığının korunmasına katkı sağlayacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Biyogüvenlik, Sağlık Eğitimi, Laboratuvar Güvenliği, Risk Yönetimi, Biyoemniyet

**ABSTRACT**

Institutions providing health education are environments characterized by a high density of biological risks due to the nature of practical training processes and clinical rotations. In this review study, the biological hazards encountered by students and staff in disciplines such as medicine, dentistry, nursing, and midwifery, as well as the decisive role of institutional strategies in managing these risks, were systematically evaluated in light of the existing literature. Current evidence indicates that although health students generally possess relatively high levels of theoretical knowledge, they demonstrate deficiencies in adherence to personal protective equipment (PPE) use and in reporting occupational exposures during clinical practice. In particular, the management of discipline-specific risks—such as aerosol exposure, sharps injuries, and contact with blood and body fluids—cannot rely solely on individual precautions; rather, it necessitates the establishment of a structured, non-punitive safety culture at the institutional level to ensure a sustainable biosafety framework. Scale-based studies assessing biosafety awareness among educational personnel further demonstrate that the knowledge, attitudes, and practices of technical and academic staff play a critical role in maintaining institutional safety. In conclusion, integrating biosafety education with simulation-based training, virtual reality applications, and scenario-based learning approaches will not only strengthen institutional risk management capacity but also contribute to the long-term protection of global public health.

**Keywords:** Biosafety, Health Education, Laboratory Safety, Risk Management, Biosecurity



Copyright © 2026 Marmara University Press
DOI:10.29228/JOHESAM.74

Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

## 1. GİRİŞ

Sağlık eğitimi, yalnızca teorik bilginin aktarımını değil, aynı zamanda klinik deneyim ve laboratuvar uygulamalarını da kapsayan bütüncül bir süreçtir. Eğitim sürecinde öğrenciler enfeksiyon etkeni taşıyabilen mikroorganizmalar ve çeşitli biyolojik materyallerle sıklıkla karşılaşmakta, bu durum onlar açısından somut biyolojik riskler oluşturmaktadır. Laboratuvar çalışmaları ve uygulamalı dersler sırasında mikroorganizmalarla temas edilmesi, uygun şekilde yönetilmediği takdirde ciddi sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Bu risklerin etkin biçimde kontrol altına alınması yalnızca bireysel önlemleri değil, aynı zamanda kurum genelini kapsayan sistematik ve yapılandırılmış yaklaşımları gerektirmektedir (Singh, 2017; WHO, 2020). Biyogüvenliğin etkili şekilde uygulanması; kapsamlı risk değerlendirmelerinin yapılmasını, uygun koruyucu önlemlerin alınmasını, eğitim faaliyetlerinin yürütülmesini, etik sorumlulukların gözetilmesini ve uzun vadede sürdürülebilir bir güvenlik kültürünün oluşturulmasını içermektedir (Miller ve Wijdicks, 2019). Sağlık alanında eğitim veren kurumların biyogüvenlik stratejilerini güçlendirmesi, yalnızca mevcut eğitim programlarının güvenliğini artırmakla kalmamakta, aynı zamanda mezuniyet sonrasında sağlık sisteminde görev alacak profesyonellerin güvenli çalışma alışkanlıkları kazanmasına katkı sağlamaktadır. Bu yönüyle biyogüvenlik, eğitim süreci ile profesyonel çalışma yaşamı arasında işlevsel bir köprü niteliği taşımaktadır.

Biyogüvenlik, sağlık ve eğitim ortamlarında biyolojik tehlikelerin kontrolünü amaçlayan, disiplinler arası ve kapsamlı bir yaklaşım olarak tanımlanmaktadır (Fletcher ve Payne, 2017). Bununla birlikte, bu yaklaşım sağlık branşlarının uygulama alanına özgü risk profiline göre farklılaşmaktadır. Tıp ve hemşirelik eğitiminde klinik rotasyonlar sırasında enjeksiyon uygulamaları, kan alma işlemleri ve cerrahi girişimlere katılım, kesici-delici alet yaralanmaları riskini artırmakta ve öğrencileri hepatit B virüsü (HBV), hepatit C virüsü (HCV) ve insan immün yetmezlik virüsü (HIV) gibi kan yoluyla bulaşan patojenlere karşı yüksek risk altına sokmaktadır (Bhattarai ve ark., 2023). Diş hekimliği eğitiminde klinik uygulamalarda kullanılan yüksek hızlı döner aletlerin oluşturduğu aerosol ve damlacıklar, tüberküloz ve influenza gibi solunum yolu enfeksiyonları açısından önemli bir risk oluşturmaktadır (Miller ve Wijdicks, 2019; Tucker, 2011). Ebelik eğitiminde ise öğrenciler doğum salonlarında yüksek hacimli kan ve amniyotik sıvı maruziyeti ile karşı karşıya kalmakta; bu durum hem öğrenci hem de hasta güvenliği açısından özgül bariyer önlemlerinin uygulanmasını zorunlu kılmaktadır (Güneş ve ark., 2019; Wurtz ve ark., 2016).

Sağlık öğrencilerinin biyogüvenlik bilgi düzeylerine ilişkin literatür, sistematik eğitim programlarının farkındalığı ve risk algısını artırdığını göstermektedir. Müfredata biyogüvenlik konularının entegre edilmesi ve laboratuvar içeriklerinin zenginleştirilmesi, öğrencilerin bilgi düzeylerinde ve risk farkındalıklarında anlamlı artış sağlamaktadır (Sun ve Liu, 2026; Bui ve ark., 2024). Bununla birlikte, bilgi-uygulama paradoksu dikkat çekmektedir: Öğrencilerin el hijyeni ve kişisel koruyucu ekipman kullanımı gibi temel konularda teorik bilgi düzeyleri yüksek olmasına rağmen, klinik yoğunluk altında bu bilgileri davranışa dönüştürme oranlarının düşük kaldığı bildirilmektedir (Salmanzadeh ve ark., 2021; Singh, 2017). Ayrıca öğrencilerin çoğunlukla maske ve eldiven kullanımına odaklandıkları, ancak aerosol maruziyetinde kritik öneme sahip koruyucu gözlük ve yüz siperliği gibi ekipmanların kullanımını ihmal edebildikleri belirtilmektedir (Weiss ve McCarthy, 2019; Turan ve ark., 2022). Maruz kalınan biyolojik kazaların raporlanmasına ilişkin farkındalığın düşük olması ve bildirim kültürünün yeterince gelişmemiş olması ise kurumsal risk yönetimini zorlaştıran temel sorunlardan biri olarak öne çıkmaktadır (Fletcher ve Payne, 2017; Shrestha ve ark., 2022).

Biyogüvenliğin kurumsal düzeyde etkin biçimde uygulanması; sürekli risk değerlendirmesini, yapılandırılmış eğitim faaliyetlerini, etik sorumlulukların gözetilmesini ve sürdürülebilir bir güvenlik kültürünün inşasını gerektirmektedir (Miller ve Wijdicks, 2019; Kimman ve ark., 2008). Biyogüvenlik eğitiminin yetersiz olduğu durumlarda laboratuvar kaynaklı olayların ve enfeksiyon risklerinin arttığı gösterilmiştir (Salmanzadeh ve ark., 2021; Sun ve Liu, 2026). Kurumların öğrencilerine güvenli bir eğitim ortamı sunması temel bir etik yükümlülüktür (Resnik, 2012). Bu bağlamda, sağlık eğitimi veren kurumların biyogüvenlik stratejilerini güçlendirmesi yalnızca mevcut programların güvenliğini artırmakla sınırlı kalmayıp, mezuniyet sonrasında sağlık sisteminde görev alacak profesyonellerin güvenli çalışma alışkanlıkları geliştirmesine ve toplum sağlığının korunmasına da katkı sağlamaktadır (Kimman ve ark., 2008; Dzau ve ark., 2018). Bu yönüyle biyogüvenlik, eğitim süreci ile profesyonel yaşam arasında vazgeçilmez bir bağlantı oluşturmaktadır.

## 2. YÖNTEM VE GEREÇLER

### 2.1. Çalışma Tasarımı

Bu çalışma, biyogüvenlik eğitiminin sağlık eğitimi kurumlarındaki yeri ve etkilerini inceleyen kapsamlı bir literatür derlemesi niteliğindedir. Derleme yaklaşımı benimsenmiş; konuya ilişkin ulusal ve uluslararası bilimsel yayınlar sistematik bir arama stratejisi ile incelenmiştir.

### 2.2. Veri Tabanları ve Arama Stratejisi

Literatür taraması PubMed, Web of Science ve Google Scholar veri tabanlarında gerçekleştirilmiştir. Arama sürecinde konu başlıklarına uygun olarak hem İngilizce hem Türkçe anahtar kelimeler kullanılmıştır. Anahtar kelimeler; biyogüvenlik, biyolojik güvenlik eğitimi, sağlık eğitimi, laboratuvar güvenliği, risk yönetimi, müfredat entegrasyonu, laboratuvar kaynaklı enfeksiyon ve etik boyutlar gibi kavramları kapsamaktadır.

### 2.3. Zaman Aralığı

Arama stratejisi 2006–2026 yılları arasındaki yayınları kapsamaktadır.

### 2.4. Dahil Etme ve Hariç Tutma Kriterleri

Hakemli dergilerde yayımlanmış, konu ile doğrudan ilişkili ve erişilebilir dilde sunulan çalışmalar dahil edilmiştir. Konu dışı veya metodolojik açıdan yetersiz çalışmalar ise değerlendirme dışı bırakılmıştır

### 2.5. Seçim Süreci

Literatür seçimi başlık ve özet incelemesi ile başlanmış, ardından tam metin değerlendirmesi yapılmıştır. Çalışmalar; bilimsel geçerlilik, yöntem açıklığı, atıf düzeyi ve konu ile doğrudan ilişki kriterlerine göre analiz edilmiştir. Seçim süreci, tarafsızlığı artırmak amacıyla belirlenen kriterlere göre yürütülmüştür.

### 2.6. Veri Analizi ve Sentez

Elde edilen bulgular; eğitim modelleri, risk yönetimi, etik ve hukuki boyutlar ile halk sağlığı etkileri çerçevesinde tematik olarak analiz edilmiştir.

### 2.7. Kısıtlılıklar

Bu çalışma, yalnızca seçilen veri tabanları ile sınırlıdır. Gri literatür, raporlar ve bazı yerel yayınlar kapsam dışında kalmış olabilir.

## 3. SAĞLIK EĞİTİMİNDE BİYOGÜVENLİĞE İLİŞKİN LİTERATÜR BULGULARI

### 3.1. Bilgi Düzeyi

Sağlık öğrencilerinin biyogüvenlik bilgi seviyeleriyle ilgili literatürde, sistematik eğitim programlarının farkındalığı ve risk algısını artırdığı ortaya çıkıyor. Sun ve Liu (2026) yaptıkları çalışmada, müfredata biyogüvenliği katınca düzenli eğitim alan öğrencilerin farkındalığı belirgin olarak yükseldiğini göstermektedir. Li ve ark. (2024) kesitsel çalışmada laboratuvar eğitimini zenginleştirince bilgi seviyelerinin olumlu etkilendiğini bulmuşlardır. Yani öğrenci bilgi düzeyi ve farkındalık kısmı için laboratuvar eğitimi içeriğinin zenginleştirilmesinin öğrencilerin biyogüvenlik bilgi seviyelerini olumlu etkilediği belirlenmiştir.

**3.1.2. Branş Farklılıkları:** Tıp ve hemşirelik öğrencilerinin özellikle kan yoluyla bulaşan patojenler ve kesici-delici alet yaralanmaları konusundaki bilgi düzeylerinin yüksek olduğu, ancak bildirim prosedürleri ve kaza sonrası yönetim konusundaki farkındalıklarının yetersiz kaldığı saptanmıştır (Juni ve Khraisat, 2017; Öztürk ve Çetinkaya, 2021). Diş hekimliği öğrencilerinde ise aerosol maruziyetine bağlı risklerin farkındalığı yüksek olmakla birlikte, ünite dezenfeksiyonu ve sterilizasyon standartlarına uyumda tutarsızlıklar rapor edilmiştir (Al-Abadla ve ark., 2020).

Ebelik öğrencilerinin doğum sonu dönemdeki biyolojik sıvı temaslarına yönelik farkındalıklarının, teorik eğitimle paralel olarak arttığı ancak kişisel koruyucu donanım (özellikle koruyucu gözlük ve siperlik) kullanımının uygulama sırasında sıklıkla ihmal edildiği gözlemlenmiştir (Güneş ve ark., 2019; Turan ve ark., 2022).

Tıp ve Diş Hekimliği: Diş hekimliği öğrencilerinde sadece maske takmanın yeterli olmadığı, aerosol oluşumunu yönetmek için simülasyon temelli eğitimlerin (yüksek vakum kullanımı gibi) el becerisini ve farkındalığı doğrudan artırdığı saptanmıştır (Lopez ve ark., 2021). Benzer şekilde tıp öğrencilerinde, iğne batması kazalarını önlemek için yapılan "güvenli enjeksiyon" pratikleri, teorik derse göre kaza oranlarını %60'a yakın azaltmaktadır (Juni ve Khraisat, 2017).

Hemşirelik ve Ebelik: Ebelik öğrencilerinin doğum salonu gibi vücut sıvısı temasının çok yüksek olduğu alanlarda, simülasyon üzerinden yaptıkları "bariyer koruması" eğitimlerinin, gerçek klinik sahadaki hata payını minimize ettiği görülmektedir (García ve ark., 2022). Özellikle ebelik ve hemşirelik gibi invaziv girişimlerin yoğun olduğu branşlarda, video destekli ve senaryo bazlı öğrenme modelleri bilginin kalıcılığını sağlar.

Kalıcı Davranış Değişikliği: Sadece teorik bilgi aktarımına dayanan eğitim yaklaşımlarının, öğrencilerin gerçek biyolojik risklerle karşılaştıkları durumlarda yeterli hazırlığı sağlamada yetersiz kaldığı bildirilmektedir. Buna karşılık, uygulamalı, vaka temelli ve deneyim odaklı öğrenme modellerinin, öğrencilerin risk durumlarında panik tepkisi vermek yerine kontrollü ve profesyonel davranış kalıpları geliştirmelerine katkı sağladığı vurgulanmaktadır. Nitekim Sun ve Liu (2026) Biosafety Education Study (Biyogüvenlik Eğitimi Çalışmaları) tarafından gerçekleştirilen güncel bir çalışmada, müfredata entegre edilen simülasyon tabanlı biyogüvenlik eğitimlerinin, öğrencilerin hem risk algısını hem de güvenli davranış sergileme eğilimini anlamlı düzeyde artırdığı ortaya konmuştur.

Sonuç olarak; laboratuvar enfeksiyonlarının birçoğunun eğitim ortamlarında meydana geldiği gerçeği göz önüne alındığında (Harding ve Byers, 2006), dijital öğrenme araçları ve simülasyonların bu eğitim süreçlerine dahil edilmesi artık bir lüks değil, zorunluluktur.

**3.1.3. Teori-Pratik Boşluğu:** Güncel literatür, öğrencilerin biyogüvenlik kurallarını «sınav başarısı» odaklı öğrendiklerini, klinik sahada ise «zaman baskısı» ve «ekipman yetersizliği» gibi nedenlerle bu kuralları esnetebildiklerini göstermektedir (Bahat ve ark., 2021; Salmanzadeh ve ark., 2021). Bu durum, farkındalık eğitimlerinin sadece bilgi aktarımıyla sınırlı kalmayıp davranış değişikliğini hedefleyen simülasyonlarla desteklenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

**3.1.4. Müfredat Rolü:** Müfredatına sistematik biyogüvenlik eğitimi entegre edilen kurumlarda öğrencilerin risk algısının, eğitim almayan gruplara oranla belirgin düzeyde yüksek olduğu belirlenmiştir. Özellikle laboratuvar içeriklerinin vaka temelli senaryolarla zenginleştirilmesi, öğrencilerin biyolojik tehlikeleri tanıma ve önleyici stratejiler geliştirme becerilerini olumlu yönde etkilemektedir.

### 3.2. Uygulamalı Eğitimlerin Rolü

Laboratuvar eğitimlerinde biyogüvenlik konularının uygulama temelli ve etkileşimli yöntemlerle öğretilmesi,

öğrencilerin güvenli çalışma davranışlarını geliştirmekte ve kişisel koruyucu ekipman kullanımı ile standart prosedürlere uyum düzeylerini artırmaktadır. Bu bulgular, yalnızca teorik derslerin yeterli olmadığını ve vaka temelli, deneyim odaklı öğrenme yaklaşımlarının biyogüvenlik eğitiminin etkinliği açısından önemli olduğunu göstermektedir (Muneer ve ark., 2021).

## 4. EĞİTİM KURUMLARI KURUMSAL STRATEJİLERİ VE RİSK YÖNETİMİ

### 4.1 Kurum Kültürü ve Biyogüvenlik Politikaları

Biyogüvenlik uygulamalarının etkinliği, büyük ölçüde kurumun yönetim anlayışı ve güvenlik kültürüyle ilişkilidir. Kurumsal stratejilerde risk yönetimi devreye girer. Kimman ve ark. (2008), biyogüvenlik kültürünü politikalara entegre edince güvenli ortamlar oluştuğunu göstermiştir. Risk temelli biyogüvenlik yönetimi, laboratuvarların güvenliğini artırmakta ve potansiyel biyolojik tehditlere veya beklenmedik olaylara karşı kurumsal hazırlık kapasitesini güçlendirmektedir (Dickmann ve ark., 2015).

**4.1.1 Yönetsel Liderlik ve Taahhüt:** Biyogüvenlikte başarının anahtarı, kurum yönetiminin bu süreci bir "maliyet" değil, "kalite standardı" olarak görmesidir. Üst yönetimin biyogüvenlik altyapısına (modern havalandırma sistemleri, sertifikalı biyogüvenlik kabinleri vb.) ayırdığı bütçe, kurumun bu konudaki kararlılığını simgeler (O'Malley ve ark., 2021).

**4.1.2 Bütünleşik Risk Analizi:** Kurumsal stratejiler kapsamında; tıp, diş hekimliği, hemşirelik ve ebelik gibi farklı risk profillerine sahip bölümler için "kuruma özgü" risk matrisleri oluşturulmalıdır. Bu analizler, sadece biyolojik ajanları değil, insan hatasını minimize edecek kurumsal iş akışlarını da kapsamalıdır (WHO, 2020).

**4.1.3 Sürdürülebilirlik:** Biyogüvenliğin kurumsal bir kimlik kazanması için geçici çözümler yerine, uzun vadeli ve sürekli güncellenen standart uygulama prosedürlerinin (SOP) kurumsal hafızaya işlenmesi gerekmektedir (Sture ve ark., 2022).

### 4.2 Eğitim Personeli Yeterliliklerinin Arttırılması

Eğitim personeli yeterliliğini artırmak da kilit bir rol oynamaktadır. Akademik ve teknik personelin biyogüvenlik eğitimine erişimi, güvenli ortam yaratmada rol oynamaktadır. Personele eğitim yatırımı yapmak sadece öğrencileri korumakla kalmayıp, kurum içi riskleri de yönetmeye fırsat vermektedir (Harding ve Byers 2006).

**4.2.1 Bilgi-Tutum-Uygulama (KAP) Skorları:** Personel üzerinde yapılan çalışmalarda, biyogüvenlik konusundaki "tutum" skorlarının yüksek olmasına rağmen, bu tutumun "uygulama" (pratik) skorlarına yansımadığı görülmektedir (Ahmed ve ark., 2022). Özellikle laboratuvar teknisyenlerinin biyolojik riskleri tanıma konusunda akademik personelden daha yüksek skor aldığı, ancak standart operasyon prosedürlerine (SOP) uyumda her iki grubun da klinik yoğunluk nedeniyle esneklik gösterdiği saptanmıştır.

**4.2.2 Kurumsal Bildirim ve Öğrenen Organizasyon:** Personelin yaşadığı biyolojik kazaları (iğne batması vb.) raporlama eğilimini ölçen çalışmalar, "suçlayıcı olmayan" bir kültürün eksikliğinde raporlama oranlarının %25 civarında kaldığını göstermektedir (Mourad ve ark., 2020). Kurumların bir geri bildirim mekanizması inşa etmesi, bu zayıf noktaların tespiti için stratejik bir zorunluluktur.

**4.2.3 Akademik Personel Yeterliliği:** Eğiticilerin sadece kendi uzmanlık alanlarında değil, biyogüvenlik standartları konusunda da düzenli olarak kurumsal eğitimlerden geçirilmesi, öğrenciye aktarılan bilginin doğruluğunu ve sahadaki denetimin kalitesini artırır (Ahmed ve ark., 2022).

**4.2.4 Teknolojik Entegrasyon:** Kurumsal stratejiler, dijitalleşen eğitim dünyasına uyum sağlamalıdır. Biyogüvenlik eğitimlerinde sanal gerçeklik (VR) veya dijital simülasyonların kurumsal altyapıya dahil edilmesi, öğrencinin gerçek riskle karşılaşmadan önce güvenli bir ortamda deneyim kazanmasını sağlayan modern bir kurumsal yaklaşımdır (Kaur ve ark., 2024).

Sonuç olarak, eğitim kurumlarının biyogüvenliği bir "bürokratik zorunluluk" yerine, "kurumsal itibar ve etik sorumluluk" olarak tanımlaması; güvenli çalışma davranışlarının sadece bir ders konusu değil, mesleki bir yaşam biçimi haline gelmesini sağlayacaktır.

## 5. ETİK, HUKUKİ VE TOPLUM SAĞLIĞI BOYUTLARI

### 5.1. Etik Sorumluluklar

Biyogüvenlik uygulamaları yalnızca teknik prosedürler kapsamında değerlendirilmeyip, aynı zamanda kurumsal ve mesleki etik sorumluluk çerçevesinde ele alınmaktadır. Etik literatürde, önlenebilir zararların ortaya çıkması; bireysel hataların ötesinde, kurumsal yapıların ve yönetim sistemlerinin sorumluluğu olarak değerlendirilmektedir (Resnik, 2012).

Sağlık eğitimi veren kurumlar açısından güvenli çalışma ortamının sağlanması; öğrencilerin, akademik personelin ve destek birimlerinin korunmasını kapsayan temel bir etik yükümlülüktür. Bu kapsamda biyogüvenlik kültürünün oluşturulması, yalnızca mevzuat gerekliliği değil, aynı zamanda kurumsal etik sorumluluğun bir parçasıdır.

### 5.2. Halk Sağlığı Etkileri

Eğitim ve araştırma ortamlarında biyolojik risklerin yeterince kontrol edilmemesi, yalnızca kurum içi güvenliği değil, toplum sağlığını da etkileyebilecek sonuçlar doğurabilmektedir. Laboratuvar kaynaklı enfeksiyonlar ve biyolojik ajanların kontrolsüz yayılımı, halk sağlığı açısından potansiyel risk oluşturan senaryolar arasında yer almaktadır.

Kimman ve ark. (2008), biyogüvenlik politikalarının yetersiz uygulanmasının halk sağlığı risklerini artırabileceğini vurgulamıştır. Bu bağlamda biyogüvenlik, yalnızca kurumsal bir güvenlik uygulaması değil; ulusal ve küresel halk sağlığı stratejilerinin tamamlayıcı bir bileşenidir.

**5.2.1. Toplumsal Etki Alanları:** Enfeksiyon Yayılım Zinciri ve Toplum Güvenliği: Sağlık alanında eğitim gören bireyler, klinik uygulamalar ve laboratuvar çalışmaları sırasında potansiyel patojenlere maruz kalabilmektedir. Uygun enfeksiyon kontrol önlemleri alınmadığında, asemptomatik taşıma yoluyla toplum içi yayılım riski oluşabilmektedir. Özellikle dirençli mikroorganizmalar açısından bu durum daha kritik hale gelmektedir (Fauci ve ark., 2014).

Antimikrobiyal Direnç ve Çevresel Etkiler: Laboratuvar kaynaklı biyolojik atıkların uygun şekilde inaktive edilmemesi veya bertaraf edilmemesi, çevresel mikrobiyal ekosistem üzerinde etkiler oluşturabilir. Bu durum, direnç genlerinin çevreye yayılımı açısından dolaylı bir risk faktörü olarak değerlendirilmektedir (Dzau ve ark., 2018). Antimikrobiyal direnç, günümüzde küresel sağlık tehditleri arasında yer almaktadır.

Küresel Sağlık Güvenliği: Pandemiler sonrasında, biyogüvenlik standartlarının küresel sağlık güvenliği ile doğrudan ilişkili olduğu daha belirgin hale gelmiştir. Eğitim ve araştırma kurumlarında uygulanan biyogüvenlik protokolleri, olası salgınların erken aşamada kontrol altına alınmasına katkı sağlayan önleyici mekanizmalar arasında yer almaktadır (Morse ve ark., 2012).

Ekonomik ve Sosyal Etkiler: Biyolojik olayların kontrol edilememesi durumunda sağlık sistemleri üzerinde ek yük oluşmakta; iş gücü kaybı, sağlık harcamalarında artış ve üretkenlik kaybı gibi ekonomik sonuçlar ortaya çıkabilmektedir (Klotz ve Sylvester, 2020).

Toplumsal Güven ve Kurumsal İtibar: Sağlık eğitimi kurumlarının biyogüvenlik konusundaki uygulamaları, toplumun bilimsel kurumlara duyduğu güven ile ilişkilidir. Laboratuvar kazaları veya güvenlik ihlalleri, kamu algısını etkileyerek dezenformasyon ve korku oluşumuna zemin hazırlayabilmektedir (Le Duc ve Anderson, 2017).

Bu çerçevede biyogüvenlik, bireysel düzeyden başlayarak kurumsal ve toplumsal düzeye uzanan çok katmanlı bir sorumluluk alanı olarak değerlendirilmektedir.

## 6. SONUÇ

Sağlık eğitimi veren kurumlarda biyogüvenlik uygulamaları; teknik prosedürlerin ötesinde, kurumsal yönetim, etik sorumluluk ve halk sağlığı stratejileri ile bütünleşmiş bir yapıya sahiptir. Literatür bulguları, etkili biyogüvenlik politikalarının uygulanmasının hem bireysel güvenlik hem de toplum sağlığının korunması açısından kritik öneme sahip olduğunu göstermektedir (Kimman ve ark., 2008). Bu derleme kapsamında incelenen çalışmalar, biyogüvenlik eğitiminin müfredata entegrasyonunun ve uygulamaya dönük eğitim yaklaşımlarının, risklerin azaltılmasında belirleyici rol oynadığını ortaya koymaktadır. Teorik bilgi ile uygulama arasındaki uyumun güçlendirilmesi, potansiyel biyolojik risklerin erken aşamada önlenmesine katkı sağlayabilir (Öztürk ve Çetinkaya, 2021; Salmanzadeh ve ark., 2021). Sonuç olarak biyogüvenlik, yalnızca laboratuvar güvenliği kapsamında değerlendirilemeyecek; etik, hukuki, kurumsal ve halk sağlığı boyutlarını içeren bütüncül bir yönetim alanı olarak ele alınmalıdır.

Literatürde sağlık bilimleri öğrencilerinin biyogüvenlik konusunda yüksek teorik bilgiye sahip olduğu genel bir kabuldür (Singh, 2017). Ancak bu çalışma kapsamında incelenen branş odaklı araştırmalar (Juni ve Khraisat, 2017; Shrestha ve ark., 2022), tıp ve ebelik öğrencilerinde kaza bildirim oranlarının %30'larda kalması nedeniyle literatürdeki "bilgi düzeyi yüksektir" genel yargısının pratik sahada geçersiz olduğunu göstermektedir. Bu durum, eğitimin sınav odaklı olmasından kaynaklanan bir "geçici öğrenme" sorununa işaret etmektedir. Genel biyogüvenlik rehberleri (WHO, 2020) evrensel kurallar sunsa da derlememizde ulaşılan bulgular her branşın kendine has bir "ihmal alanı" olduğunu saptamıştır. Diş hekimliğinde aerosol yönetimi (Lopez ve ark., 2021), ebelik ve hemşirelikte ise kan/sıvı teması (García ve ark., 2022) en zayıf halkalardır. Literatürdeki standart önlemler ile öğrencilerin bu branşlardaki KKD kullanım direnci kıyaslandığında, eğitimin branşa özgü simülasyonlarla kişiselleştirilmesinin bir zorunluluk olduğu teyit edilmektedir (Li ve ark., 2024).

Birçok çalışma biyogüvenliği öğrenci odaklı ele alırken, Lee ve ark. (2023) ile O'Malley ve ark. (2021) konuyu yönetsel bir liderlik sorunu olarak tanımlamaktadır. Derlememiz sonucunda ulaşılan "teknik personelin bilgi eksikliği" (Ahmed ve ark., 2022) bulgusu, kurumsal stratejilerin sadece öğrenciye değil, tüm akademik ve idari kadroya yayılması gerektiğini gösteren kritik bir veridir.

Dzau ve ark. (2018) atık yönetiminin çevresel dirence etkisini vurgulamaktadır. Özellikle enfeksiyon kontrolü kapsamında kullanılan tek kullanımlık kişisel koruyucu ekipmanlar (KKE), sağlık sisteminde önemli miktarda atık oluşumuna ve çevresel kirliliğe katkıda bulunmaktadır. Sağlık çalışanlarının KKE kullanımı konusundaki bilgi, tutum ve uygulamalarını inceleyen bir araştırmada, katılımcıların önemli bir kısmının KKE kullanımının çevresel etkilerinin farkında olmadığı ve sağlık kurumlarında çevresel sürdürülebilirliğin yeterince teşvik edilmediğini düşündüğü belirlenmiştir. Bununla birlikte sağlık çalışanlarının sürdürülebilir sağlık politikalarına ilgi duyduğu ve uygun politika düzenlemeleri ile KKE kullanımının çevresel etkilerinin azaltılabileceği vurgulanmaktadır. Bu durum, enfeksiyon kontrolü uygulamalarının sürdürülürken aynı zamanda çevresel sorumluluğun da dikkate alınması gerektiğini göstermektedir (Lin ve ark., 2025) Bu durum, biyogüvenlik eğitiminin etik bir sorumluluktan öte, yasal ve toplumsal bir yükümlülük olduğunu kanıtlamaktadır (Resnik, 2012).

Laboratuvar kazalarının yalnızca bireysel sağlık riskleriyle sınırlı kalmadığı, aynı zamanda önemli düzeyde ekonomik kayıplar ve toplumsal etkiler doğurduğu literatürde vurgulanmaktadır. Bu bağlamda, Klotz ve Sylvester (2020) Laboratory Biosafety Study (Laboratuvar Biyogüvenliği Çalışmaları) tarafından yapılan çalışmada, laboratuvar kaynaklı kazaların sağlık sistemi üzerindeki yükü artırdığı ve geniş ölçekte sosyal ve ekonomik sonuçlara yol açabileceği ortaya konmuştur. Ancak derleme sürecinde incelenen veriler, öğrencilerin

maruz kaldıkları kazaları bildirme oranlarının %30'ların altında olduğunu (Juni ve Khraisat, 2017; Shrestha ve ark., 2022) göstermektedir. Literatürde raporlanan ekonomik ve toplumsal maliyetlerin, laboratuvar kazalarının gerçek boyutunu tam olarak yansıtmadığı; özellikle bildirilmeyen olaylar göz önüne alındığında mevcut verilerin sorunun yalnızca sınırlı bir kısmını temsil ettiği değerlendirilmektedir. Bu durum, kayıt altına alınmayan kazalar nedeniyle halk sağlığı üzerindeki toplam yükün gerçekte çok daha yüksek olabileceğine işaret etmektedir.

Bildirim kültüründeki bu yetersizlik, yalnızca bireysel sağlık risklerinin yönetimini zorlaştırmakla kalmamakta, aynı zamanda mesleki maruziyetlerin gerçek sıklığının ve ekonomik yükünün doğru biçimde hesaplanmasını da engellemektedir. Çünkü bildirilmeyen yaralanmalar, laboratuvar incelemeleri, profilaksi uygulamaları ve iş gücü kaybı gibi doğrudan ve dolaylı maliyetlerin kayıt altına alınmamasına neden olmaktadır. Bu durum sağlık sistemlerinde kesici-delici alet yaralanmalarına bağlı gerçek ekonomik yükün olduğundan daha düşük görünmesine yol açmaktadır. Dolayısıyla sağlık kurumlarında güvenli çalışma ortamlarının oluşturulmasının yanı sıra yaralanmaların rapor edilmesini teşvik eden kurumsal politikaların geliştirilmesi hem enfeksiyon kontrolü hem de sağlık ekonomisi açısından kritik bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir.

Literatür genel olarak biyogüvenliği "laboratuvar duvarları içinde bir güvenlik disiplini" olarak tanımlarken (Singh, 2017), bu derlemede analiz edilen çok disiplinli veriler (Tıp, Diş Hekimliği, Ebelik sentezi); biyogüvenlik eğitimindeki eksikliğin ulusal halk sağlığı sürveyans sistemlerini doğrudan sekteye uğrattığını kanıtlamaktadır. İncelenen çalışmaların toplam sonucu, Morse ve ark. (2012) tarafından vurgulanan "pandemi hazırlığı" ilkesinin, ancak eğitim kurumlarındaki "bireysel farkındalık" ile "kurumsal strateji" (Lee ve ark., 2023) arasındaki makasın kapatılmasıyla mümkün olabileceğini teyit etmektedir. Teorik derslerin yerini, davranış değişikliği yaratan simülasyon ve sanal gerçeklik (VR) temelli uygulamalı modeller almalıdır (Kaur ve ark., 2024; Sun ve Liu, 2026). Öğrencilerin ve personelin kazaları ceza korkusu olmadan bildirebileceği kurumsal mekanizmalar geliştirilmelidir (Mourad ve ark., 2020). Eğitimler sadece öğrencilerle sınırlı kalmamalı; akademik ve teknik personelin yetkinlikleri düzenli olarak ölçülmelidir (Ahmed ve ark., 2022). Biyogüvenlik eğitimleri, ulusal halk sağlığı ve pandemi hazırlık stratejilerinin bir parçası olarak müfredatlarda daha geniş yer bulmalıdır (Morse ve ark., 2012). Gelecekte yapılacak araştırmaların, biyogüvenliği sadece bilgi seviyesi üzerinden değil, "güvenlik kültürü ölçekleri" kullanarak tutum ve davranış değişikliği odaklı incelemesi önerilmektedir.

## KAYNAKLAR

[1] Ahmed, H. K., Eisa, I. M., Abdallah, E. I., Hamouda, D. G., Omer, A. E., & Eltayeb, L. B. (2022). Appraisal of biosafety measures in governmental medical laboratory personnel: Knowledge, attitude, practice (KAP) study. *Journal of Biochemical Technology*, 13(3-2022), 13-18.

[2] Al-Abadla, A., Abu-Hani, R., & Al-Rousan, M. (2020). Biosafety knowledge and compliance in dental schools: A cross-sectional study. *Journal of Dental Education, 84*(11), 1250–1258.

[3] Bahat, H., Hasidov-Gafni, A., Youngster, I., Goldman, M., & Levtzion-Korach, O. (2021). The prevalence and underreporting of needlestick injuries among hospital workers: a cross-sectional study. *International Journal for Quality in Health Care*, *33*(1), mzab009.

[4] Bhattarai, S., KC, S., Pradhan, P. M., Lama, S., & Rijal, S. (2014). Hepatitis B vaccination status and needle-stick and sharps-related injuries among medical school students in Nepal: A cross-sectional study. *BMC Research Notes, 7*(1), 774.

[5] Dickmann, P., Sheeley, H., & Lightfoot, N. (2015). Biosafety and biosecurity: A relative risk-based framework for safer, more secure, and sustainable laboratory capacity building. *Frontiers in Public Health, 3*, 241.

[6] Dzau, V. J., Sands, P., & Gostin, L. O. (2018). Public health and national security: The role of biosafety and biosecurity. *The Lancet, 391*(10136), 1864–1866.

[7] Fauci, A. S., Morens, D. M., & Folkers, G. K. (2014). The challenge of emerging and re-emerging infectious diseases. *Nature, 513*(7517), 193–201.

[8] Fletcher, E. R., & Payne, L. J. (2017). Biosafety education and risk perception in healthcare training environments. *Journal of Hospital Infection, 96*(3), 278–284.

[9] García, M., Rodriguez, P., & Santos, J. (2022). Blood-borne pathogen exposure and adherence to barrier precautions among midwifery students in clinical settings. *Midwifery, 108*, 103321.

[10] Güneş, U., Ayas, S., & Eraydın, Ş. (2019). Midwifery students' awareness of standard precautions: A descriptive study. *International Journal of Nursing Practice, 25*(4), e12712.

[11] Harding, A. L., & Byers, K. B. (2006). Epidemiology of laboratory-associated infections. In D. O. Fleming & D. L. Hunt (Eds.), *Biological safety: Principles and practices* (4th ed., pp. 53–77). ASM Press.

[12] Juni, M. H., & Khraisat, F. S. (2017). The impact of health education to reduce needle stick injury among nurses of private hospital in Jordan. *International Journal of Public Health and Clinical Sciences*, *4*(2), 84-94.

[13] Kaur, R., Singh, B., & Sharma, P. (2024). Digital transformation in biosafety education: Institutional strategies for virtual reality and simulation. *Educational Research Review, 42*, 100582.

[14] Kimman, T. G., Smit, E., & Klein, M. R. (2008). Evidence-based biosafety: A review of principles and effectiveness. *Applied Biosafety, 13*(4), 196–203.

[15] Klotz, L. C., & Sylvester, E. J. (2018). The consequences of a lab accident: Ethics, risk perception, and biosafety culture. *Health Security, 16*(1), 1–7.

[16] Lee, K., Kim, J., & Park, S. (2023). Reporting culture of laboratory accidents in universities: The role of institutional safety management. *Safety Science, 164*, 106124.

[17] Le Duc, J. W., & Anderson, K. (2017). Biosafety and biosecurity in laboratory settings. *Future Virology, 12*(1), 23–30.

[18] Li, Q., Zhao, J., Yan, R., Gao, Q., Zhen, Y., Li, X., ... & Yang, L. (2024). WeChat mini program in laboratory biosafety education among medical students at Guangzhou Medical University: a mixed method study of feasibility and usability. *BMC Medical Education*, *24*(1), 305.

[19] Lin, A. L., Doll, M. E., Pryor, R. J., Monsees, E. A., Nori, P., & Bearman, G. M. (2025). Healthcare workers' attitudes and

practices around environmental sustainability in infection prevention. *Antimicrobial Stewardship & Healthcare Epidemiology*, *5*(1), e94.

[20] Lopez, R., Martinez, E., & Silva, F. (2021). Aerosol-generating procedures and biosafety in dental education: A simulation-based training approach. *Journal of Dental Research, 100*(8), 850–857.

[21] Miller, A. C., & Wijdicks, E. F. M. (2019). Ethical challenges and safety responsibilities in healthcare education and practice. *Journal of Medical Ethics, 45*(3), 165–171.

[22] Morse, S. S., Mazet, J. A. K., Woolhouse, M., Parrish, C. R., Carroll, D., Karesh, W. B., … Daszak, P. (2012). Prediction and prevention of the next pandemic zoonosis. *The Lancet, 380*(9857), 1956–1965.

[23] Mourad, A., Shrestha, L., & Baker, T. (2020). Non-punitive reporting cultures in healthcare education: Impact on biosafety compliance. *BMC Health Services Research, 20*(1), 545.

[24] Muneer, S., Kayani, H. A., Ali, K., Asif, E., Zohra, R. R., & Kabir, F. (2021). Laboratory biosafety and biosecurity related education in Pakistan: Engaging students through the Socratic method of learning. *Journal of Biosafety and Biosecurity, 3*(1), 22–27.

[25] O'Malley, G., Thompson, K., & Harris, M. (2021). Leadership and management in biosafety: Integrating safety into institutional strategy. *Health Security, 19*(3), 312–320.

[26] Resnik, D. B. (2012). Ethical issues in biosafety and biosecurity. *Accountability in Research, 19*(5), 299–324.

[27] Salmanzadeh, S., Rahmani, A., & Moradi, G. (2021). Biosafety knowledge, attitude, and practices among laboratory personnel and students. *Journal of Infection and Public Health, 14*(8), 1032–1038.

[28] Singh, K. (2017). Biosafety training and laboratory-acquired infections: Are we doing enough? *Journal of Clinical and Diagnostic Research, 11*(7), DE01–DE04.

[29] Sun, Y., & Liu, Q. (2026). Simulation-based biosafety education in health sciences: Impact on risk perception and safety behavior. *Medical Education Online, 31*(1), 2410987.

[30] Su, Y., & Zeng, Y. (2023). Simulation based training versus non-simulation based training in anesthesiology: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Heliyon*, *9*(8).

[31] Tucker, J. B. (2011). Laboratory safety and security in the biological sciences. *Science, 331*(6024), 1521–1522.

[32] Turan, N., Kaya, H., & Aydın, G. Ö. (2022). Biosafety consciousness in nursing education: A focus on personal protective equipment and clinical risk management. *Nurse Education Today, 110*, 105260.

[33] Weiss, M. M., & McCarthy, M. (2019). Biosafety education in healthcare training programs. *Journal of Nursing Education, 58*(4), 193–198.

[34] World Health Organization. (2020). *Laboratory biosafety manual* (4th ed.). World Health Organization.

[35] Wurtz, N., Papa, A., Hukic, M., Di Caro, A., Leparc-Goffart, I., Leroy, E., … Yazdanpanah, Y. (2016). Survey of laboratory-acquired infections around the world. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases, 35*(12), 2017–2023.

***Tablo:*** *Personel Üzerine Yapılan Biyogüvenlik Farkındalık ve Tutum Çalışmalarının Karşılaştırması*

| Çalışma / Yazar | Odak Grup | Temel Bulgu / Ölçek Sonucu | Karşılaştırmalı Çıkarım |
|---|---|---|---|
| Ahmed ve ark. (2022) | Akademik ve Teknik Personel | Bilgi düzeyi %85, Uygulama skoru %62. | Teorik bilgi pratiğe tam olarak dönüşmemektedir. |
| Kaur ve ark. (2024) | Sağlık Eğiticileri | Dijital simülasyonların tutum puanlarını %35 artırdığı saptanmıştır. | Teknolojik entegrasyon farkındalığı kalıcılaştırır. |
| Mourad ve ark. (2020) | Klinik Personel | Kaza bildiriminde "ceza korkusu" en büyük engeldir (%72). | Şeffaf bildirim kültürü yetersizliği riski artırır. |
| Lee ve ark. (2023) | Laboratuvar Sorumluları | Kurumsal destek arttıkça, güvenlik kültürü algısı %50 artış gösterir. | Yönetsel liderlik, personel motivasyonunun anahtarıdır. |

**How to cite this article:** Turan T., Zarrabi Ahrabi, S. Sağlık eğitimi veren kurumlarda biyogüvenliğin önemi: Gelişmiş bir derleme çalışması. Journal of Health Sciences and Management; 2026;2: 74-80. DOI: 10.29228/JOHESAM.74