



Araştırma Makalesi/Research Article

Developing Education and Training in Undergraduate Level
Biochemistry Laboratories in Türkiye

Türkiye’deki Biyokimya Laboratuvarlarında Lisans Düzeyi Eğitim ve
Öğretimin Geliştirilmesi

Rabia ŞEMSİ^{1*}, Aylin SEPİCİ DİNÇEL²

^{1*}Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Tıbbi Biyokimya Ana Bilim Dalı, Ankara, Türkiye

²Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Biyokimya Ana Bilim Dalı, Ankara, Türkiye

Öz

Amaç: Biyokimya, canlı organizmalardaki kimyasal süreçlerin incelenmesini kapsayan geniş ve çok disiplinli bir araştırma alanıdır. Lisans düzeyindeki biyokimya laboratuvar dersleri; öğrencilerin pH, absorbans, konsantrasyon, seyreltme ve çözelti hesaplamaları gibi laboratuvar matematik becerilerini kullanmalarını gerektiren uygulamaları içermektedir. Bu çalışma, biyokimya laboratuvar uygulamalarına pratik sınavların dahil edilmesinin öğrenci başarısı üzerindeki etkisini araştırmış ve öğrenci öğrenme teknikleri ile akademik başarılar arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçlamıştır.

Gereç ve Yöntem: Çalışma popülasyonu, Gazi Üniversitesi ve Girne Üniversitesi Tıp Fakültelerinde öğrenim gören, %43,4’ü erkek (n=102) ve %56,6’sı kadın (n=133) olmak üzere 235 birinci sınıf öğrencisinden oluşmuştur ve ortalama yaşları 19,87±1,81’dir. Tanımlayıcı ve kesitsel nitelikte yürütülen çalışmanın nicel verileri, ön test ve son test ölçümleri aracılığıyla toplanmıştır.

Bulgular: Ön test ve son test puanları arasında saptanan anlamlı fark (p< 0.001), biyokimya laboratuvar pratiğine sınavların dahil edilmesinin tıp öğrencileri için faydalı olduğunu göstermiştir. Bu uygulamalar, öğrencilerin daha etkili öğrenmelerine yardımcı olarak teorik kavramları gerçek hayatta uygulamalarına ve derste öğrendikleri fikirlerin geçerliliğini kavramalarına olanak tanımıştır. Üstelik, biyokimyasal hesaplamalara ilişkin pratik sınavlar; öğrencileri işbirliği içinde etkili iletişim kurmaya ve problem çözme becerilerini geliştirmeye teşvik etmiştir.

Sonuç: Pratik sınavlar biyokimya laboratuvar derslerinde öğrenci başarısını artırmak için değerli bir araçtır. Bu çalışmanın bulguları; biyokimya ve ilgili disiplinlerdeki laboratuvar müfredatının yapılandırılması ve uygulanması açısından önemli çıkarımlar sunmaktadır. Pratik sınavların laboratuvar uygulamalarına dahil edilmesi, öğrencilerin gelecekteki mesleki kariyerlerinde ihtiyaç duyacakları yetkinlik ve bilgi birikimini edinmelerine katkı sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Tıp fakültesi öğrencileri, Biyokimya, Lisans eğitimi

Abstract

Objective: Biochemistry is a vast and multidisciplinary field of research that encompasses the study of chemical processes in living organisms. Undergraduate biochemistry laboratory courses include practicals that require students to use laboratory math skills, such as pH, absorbance, concentration, dilution and solution calculations. This study investigated the impact of incorporating practical tests into biochemistry laboratory practice on student success and aimed to explore the correlation between student learning styles and academic achievements.

Materials and Methods: The study population consisted on 235 Year I students, 43.4% male (n=102) and 56.6% female (n=133) from the Medical Faculty at Gazi University and Kyrenia University, with an average age of 19.87±1.81. The study was conducted as a descriptive and cross-sectional study, and the quantitative data was collected from pretest and posttest measures.

Results: There was a significant difference between pre-test and post-test scores (p<0.001), indicating that incorporating tests into biochemistry laboratory practice was beneficial for medical students. These practicals helped the students learn more effectively, allowing them to apply theoretical concepts to real-world situations and understand the relevance of the ideas they learned in class. Moreover, the practical tests of biochemical calculations encouraged students to work collaboratively, communicate effectively, and develop problem-solving skills.

Conclusion: Practical tests are a valuable tool to enhance student success in biochemistry laboratory courses. The findings of this study have significant implications for the design and implementation of laboratory courses in biochemistry and related fields. Incorporating practical tests into laboratory practice may help students develop the skills and knowledge necessary for success in their future careers.

Keywords: Medical students, Biochemistry, Undergraduate education

Yazışma Adresi/Address for Correspondence:

Rabia Şemsi*  <https://orcid.org/0000-0002-8477-5537>; Aylin Sepici Dinçel  <https://orcid.org/0000-0001-5847-0556>
Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tıbbi Biyokimya Ana Bilim Dalı, Ankara, Türkiye
Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Biyokimya Ana Bilim Dalı, Ankara, Türkiye
E-mail: rabiasemsi2010@gmail.com ; asepicidinzel@gmail.com
Tel: +905454156384

Geliş Tarihi/Received: 21 Kasım 2025. Kabul Tarihi/ Accepted: 15 Aralık 2025. Çevrimiçi Yayın/Published Online: 31 Aralık 2025.

GİRİŞ

Biyokimya, canlı organizmaların altında yatan moleküler mekanizmaları aydınlatmak için kimya, biyoloji, fizik ve matematikten ilkeleri bütünleştiren, temelde disiplinlerarası bir bilim alanıdır. Yaşam bilimleri eğitiminin temel bir bileşeni olarak biyokimya, öğrencilerin karmaşık biyolojik süreçleri nicel akıl yürütme, deneysel metodoloji ve analitik yorumlama (örneğin, laboratuvar matematiği, çözelti hazırlama, pH ve absorbans hesaplamaları) yoluyla yorumlama becerilerini geliştirir. Bu yetkinlikler, bilimsel okuryazarlık, mesleki hazırlık ve moleküler biyobilimlerde gelecekteki araştırma faaliyetleri için elzemdir¹.

Lisans düzeyindeki biyokimya laboratuvar dersleri, teori ve pratiğin bir araya geldiği, öğrencilerin nicel becerilerini gerçek deneysel ortamlarda uygulamaya koymalarını gerektiren kritik öğrenme ortamları olarak işlev görür. Yazılı raporlar ve teorik sınavlar gibi geleneksel değerlendirme yöntemleri, öğrencilerin işlem becerilerini, gerçek zamanlı problem çözme yeteneklerini ve laboratuvar tekniklerine hakimiyetlerini tam olarak yansıtmayabilir. Buna karşılık, pratik sınavlar ve karma değerlendirme yaklaşımlarının, laboratuvar içeriğiyle daha derin bir etkileşimi teşvik ettiği ve beceri gelişimini artırdığı gösterilmiştir. Örneğin, çevrimiçi hazırlığı uygulamalı laboratuvar pratiğiyle bütünleştiren karma öğrenme modelleri, öğrencilerin laboratuvar becerilerinde, veri yorumlamasında ve biyokimya derslerine katılımında önemli gelişmeler göstermiştir^{2,3}.

Değerlendirme, laboratuvar eğitiminde öğrenci katılımını ve öğrenme sonuçlarını şekillendirmede çok önemli bir rol oynar. Yazılı raporlar ve kapalı kitap sınavları gibi geleneksel değerlendirme yöntemleri, öğrencilerin işlem becerilerini, gerçek zamanlı problem çözme yeteneklerini ve nicel kavramları deneysel bağlamlarda uygulama becerilerini yeterince yansıtmayabilir. Buna karşılık, laboratuvar öncesi hazırlık, laboratuvar içi rotasyonlar, veri yorumlama

görevleri ve laboratuvar sonrası yansımaları birleştiren karma ve beceri tabanlı değerlendirmeler, biyokimya da dahil olmak üzere biyomedikal laboratuvar derslerinde laboratuvar becerileri, katılım ve öz düzenlemeli öğrenme üzerinde olumlu etkiler göstermiştir^{3,4}. Bu yenilikçi değerlendirme çerçeveleri, yeterliliğe dayalı eğitim hedefleriyle daha iyi uyum sağlar ve etkili bilim eğitimi için giderek daha önemli hale gelen aktif öğrenmeyi destekler.

Değerlendirme yöntemlerindeki yeniliklere ek olarak, öğrenme teknikleri ve tercihlerindeki bireysel farklılıklar da laboratuvar odaklı derslerdeki başarıyı etkileyebilmektedir. Takıma dayalı öğrenme, sorgulamaya dayalı modüller ve karma teknikler gibi yaklaşımlar, farklı öğrenci gruplarının karmaşık biyokimya içeriğini kavramalarını destekleyebilecek işbirlikçi ve öz düzenlemeli öğrenme stratejilerinden yararlanır. Örneğin, takıma dayalı öğrenmenin, lisans düzeyindeki biyokimya derslerinde metabolik yolların anlaşılmasını ve akılda kalıcılığını artırdığı gösterilmiştir⁵. Öğrenme teknikleri ile akademik başarı arasındaki ilişki araştırılmaya devam edilse de, pedagojik stratejilerin öğrenci ihtiyaçlarıyla uyumlu hale getirilmesinin motivasyonu, kavramsal bütünleşmeyi ve uygulamalı becerileri geliştirdiği savunulmaktadır⁶.

Türkiye ve Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti (KKTC) bağlamında, fen, sağlık bilimleri ve tıp fakültelerindeki lisans biyokimya laboratuvarları, hem temel bilgiye hem de pratik yeterliliklere vurgu yapan müfredatları takip etmektedir. Bununla birlikte, pratik sınavların ve öğrenci merkezli değerlendirme stratejilerinin özellikle Türkiye/KKTC biyokimya laboratuvarlarında öğrenci başarısını nasıl etkilediğini araştırarak ampirik araştırmalar sınırlıdır. Laboratuvar yeterliliklerine uygun değerlendirme yaklaşımlarının öğrencilerin öğrenimini güçlendirebileceği ve mezunları profesyonel ortamlara daha iyi hazırlayabileceği giderek daha fazla kabul görmektedir.

Bu nedenle, mevcut çalışma, lisans düzeyindeki biyokimya laboratuvar

uygulamalarına pratik testlerin dahil edilmesinin öğrenci başarısı üzerindeki etkisini araştırmayı ve öğrencilerin öğrenme stilleri ile akademik başarıları arasındaki korelasyonu incelemeyi amaçlamaktadır. Bu araştırmayı Türkiye ve KKTC bölgesel bağlamına yerleştirerek ve biyokimyaya özgü laboratuvar yeterliliklerine vurgu yaparak, bu araştırma, biyokimya programlarında laboratuvar eğitimini ve değerlendirmesini geliştirmeye yönelik kanıta dayalı stratejilere katkıda bulunmayı hedeflemektedir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma Tasarımı

Bu çalışma, tanımlayıcı ve kesitsel bir eğitim araştırması olarak tasarlanmıştır. Lisans düzeyindeki biyokimya laboratuvar eğitimine pratik sınavların dahil edilmesinin etkisini değerlendirmek ve öğrencilerin öğrenme teknikleri ile akademik başarı arasındaki ilişkiyi incelemek için nicel bir araştırma yaklaşımı benimsenmiştir. Veriler, tek bir akademik dönem içinde uygulanan ön test ve son test ölçümleri kullanılarak toplanmıştır.

Çalışma Popülasyonu ve Katılımcılar

Çalışma popülasyonu, Gazi Üniversitesi (Türkiye) ve Girne Üniversitesi (Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti) Tıp Fakültelerinde biyokimya laboratuvar derslerine kayıtlı birinci sınıf tıp öğrencilerinden oluşmuştur. Çalışmaya toplam 235 öğrenci katılmıştır. Katılımcıların ortalama yaşı $19,87 \pm 1,81$ yıldır.

Katılım ders döneminde ilgili biyokimya laboratuvar derslerine kayıtlı olan ve hem ön test hem de son test değerlendirmelerini tamamlayan tüm öğrenciler dahil edilmiştir. Verileri eksik olan veya pratik sınava katılmayan öğrenciler analizden çıkarılmıştır.

Biyokimya Laboratuvarı Ders İçeriği

Lisans düzeyindeki biyokimya laboratuvarı dersi, her iki kurumda da uygulanan standart

müfredata göre yürütülmüştür. Ders, çözelti hazırlama, seyreltme hesaplamaları, pH ölçümleri, spektrofotometrik absorbans analizi ve temel enzimatik analizler gibi temel biyokimyasal deneyleri kapsayan haftalık laboratuvar oturumlarını içermektedir. Her laboratuvar oturumu, kısa bir teorik giriş ile uygulamalı deneysel pratikleri birleştirmektedir.

Laboratuvar dersleri, kurumlar arası karşılaştırılabilirliği sağlamak amacıyla, uyumlu öğrenme hedeflerine uygun olarak öğretim üyeleri tarafından verilmiştir. Öğrencilerden her oturumda aktif olarak deneyler yapmaları, gözlemlerini kaydetmeleri ve laboratuvar hesaplamalarını tamamlamaları beklenmektedir.

Pratik Sınavın Uygulanması

Gerçekleştirilen uygulama kapsamında, laboratuvar değerlendirme sürecine pratik bir sınav dahil edildi. Pratik sınav, öğrencilerin laboratuvar becerilerini doğrudan değerlendirmek üzere tasarlanmıştır; bu beceriler arasında işlem doğruluğu, laboratuvar matematiğinin uygulanması ve deneysel verilerin yorumlanması yer almaktadır.

Uygulanan pratik sınav, öğrencilerin teknik ve analitik yeterliliklerini ölçmek amacıyla yapılandırılmış basamaklardan oluşmaktadır. Bu değerlendirme süreci kapsamında öğrenciler; belirli konsantrasyonlarda çözelti hazırlama, karmaşık seyreltme hesaplamalarını uygulama, pH değerlerini ölçme ve ayarlama gibi temel laboratuvar prosedürlerini yerine getirmişlerdir. Ayrıca, spektrofotometrik absorbans verilerinin yorumlanması ve gerçekleştirilen tüm deneysel işlemlere yönelik kısa, hesaplama temelli teorik soruların yanıtlanmasıyla öğrencilerin hem uygulama becerileri hem de operasyonel mantığı eş zamanlı olarak test edilmiştir.

Öğrencilerin pratik sınav sırasındaki performansı, her iki kurumda da objektiflik ve tutarlılık sağlamak amacıyla standartlaştırılmış bir değerlendirme ölçütü

kullanılarak değerlendirilmiştir.

Veri Toplama Araçları

Akademik Başarı Testleri

Biyokimya laboratuvar dersinin öğrenme hedeflerine uygun olarak geliştirilen ön test ve son test değerlendirmeleri kullanılarak nicel veriler toplandı. Ön test, temel bilgi ve laboratuvar hesaplama becerilerini değerlendirmek için dersin başında uygulanırken, son test laboratuvar oturumları ve pratik sınav tamamlandıktan sonra uygulandı.

Her iki test de laboratuvar matematiği, deney prensipleri ve veri yorumlamasına odaklanan çoktan seçmeli ve hesaplama dayalı sorular içermektedir. Sınav sonuçları sayısal değerler olarak kaydedildi ve akademik performanstaki değişiklikleri değerlendirmek için kullanıldı.

Öğrenme Teknikleri Değerlendirmesi

Öğrencilerin bilişsel tercihleri ve bilgi işleme süreçleri, literatürde geçerliliği ve güvenilirliği geniş çapta kabul görmüş ölçme araçlarından olan aracılığıyla sistematik olarak analiz edilmiştir. Çalışma süresi boyunca, ölçüm aracı standartlaştırılmış yönergeler doğrultusunda uygulandı. Öğrenme tekniklerinin kategorileri, öğrencilerin yanıtlarına göre belirlendi ve akademik başarı ile pratik sınav performansı arasındaki potansiyel ilişkileri incelemek için kullanıldı.

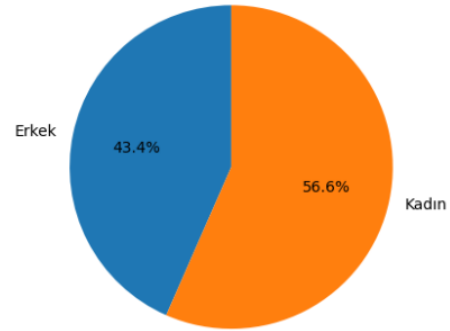
İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler uygun SPSS kullanılarak gerçekleştirildi. Demografik özellikler ve test puanlarını özetlemek için tanımlayıcı istatistikler kullanıldı. Akademik performanstaki değişiklikleri değerlendirmek için ön test ve son test puanları eşleştirilmiş örneklem istatistiksel testleri kullanılarak karşılaştırıldı. Öğrenme teknikleri, pratik sınav puanları ve akademik başarı arasındaki ilişkiler korelasyon ve karşılaştırmalı

istatistiksel yöntemler kullanılarak analiz edildi. p değeri <0,05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Katılımcıların cinsiyete göre dağılımı incelendiğinde, öğrencilerin %43,4'ünün erkek (n = 102) ve %56,6'sının kadın (n = 133) olduğu görülmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Katılımcıların cinsiyete göre dağılım grafiği

Ön test ve son test puanlarının karşılaştırılması, test entegre edilmiş biyokimya laboratuvar uygulamalarının uygulanmasının ardından öğrenci performansında istatistiksel olarak anlamlı bir iyileşme olduğunu ortaya koymuştur (p < 0.001). Bu artış hem erkek hem de kadın öğrencilerde istatistiksel olarak anlamlıdır. (Tablo 1).

Tablo 1. Cinsiyete göre Gazi ve Girne Üniversitesi Öğrencilerinin Ön Test-Son Test Puanları

Üniversite	Cinsiyet	Ön Test (Ort.±Std.Sapma)	Son Test (Ort.± Std. Sapma)	p değeri
Gazi	Kadın	55,1 ±7,4	79,3 ± 6,9	<0,001
	Erkek	53,4 ± 8,1	76,3 ± 7,3	<0,001
Girne	Kadın	53,2 ±7,9	78,8 ± 7,1	<0,001
	Erkek	50,8 ±8,5	74,6 ±7,8	<0,001

Not: Ort: Ortalama ; Std: Standart p<0.001

Son test puanlarındaki bu belirgin artış, laboratuvar oturumlarına yapılandırılmış değerlendirme etkinliklerinin dahil edilmesinin öğrencilerin öğrenme sonuçları üzerinde önemli bir olumlu etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Bulgular, bu laboratuvar tabanlı

değerlendirmelerin öğrencilerin teorik biyokimyasal bilgiyi pratik uygulamalara dönüştürme yeteneğini geliştirdiğini ve böylece ders içeriğinin daha derin kavramsal olarak anlaşılmasını ve bağlamlandırılmasını kolaylaştırdığını göstermektedir. Öğrenciler, biyokimyasal hesaplamaları deneysel olarak ilgili senaryolara uygulama konusunda gelişmiş bir yetkinlik göstermiş ve bu da teorik öğretim ile laboratuvar uygulaması arasındaki bağlantının güçlendiğini yansıtmıştır.

TARTIŞMA

Mevcut çalışmanın sonuçları, pratik sınavların biyokimya laboratuvar derslerine entegrasyonunun öğrenci öğrenme çıktılarını önemli ölçüde artırdığını ve tıp bilimleri eğitimindeki çağdaş pedagojik araştırmalarla uyumlu olduğunu göstermektedir. Son dönemde yayınlanan ve giderek artan sayıda çalışma, aktif, yapılandırılmış ve değerlendirmeye bütünleştirilmiş laboratuvar etkinliklerinin öğrencilerin temel laboratuvar yeterliliklerine hakimiyetini, kavramsal anlayışını ve biyokimya eğitimine yönelik tutumlarını geliştirdiğini öne sürmektedir.

Bulgularımızla tutarlı olarak, yakın zamanda yapılan geniş kapsamlı çok sınıflı kontrollü bir çalışma, karma öğrenme yaklaşımlarının (laboratuvar öncesi hazırlığı uygulamalı laboratuvar pratiği ve laboratuvar sonrası yansımayla birleştiren) tıp öğrencilerinin biyokimya laboratuvar derslerinde geleneksel eğitime kıyasla öğrencilerin laboratuvar becerilerini, veri yorumlama yeteneklerini ve genel katılımını önemli ölçüde geliştirdiğini göstermiştir (karma öğrenme grubu laboratuvar becerileri, veri yorumlama ve rapor kalitesi açısından daha yüksek puan almıştır; tüm $p < 0.001$). Karma öğrenme grubundaki öğrenciler ayrıca daha yüksek öz düzenlemeli öğrenme ve memnuniyet düzeyleri bildirmişlerdir; bu da özenle yapılandırılmış pratik değerlendirmelerin laboratuvar ortamlarında daha derin bilişsel katılımı ve motivasyonu teşvik edebileceğini göstermektedir³.

Laboratuvar öncesi planlama, uygulamalı

deneyler ve laboratuvar sonrası değerlendirmenin sıkı bir şekilde birbirine bağlı olduğu entegre laboratuvar çalışmalarının uygulanmasının, öğrencilerin pratik becerilerini ve biyokimyaya karşı olumlu tutumlarını geliştirdiği gösterilmiştir. Deneysel kanıtlar, kapsamlı, üç aşamalı laboratuvar eğitime maruz kalan öğrencilerin, kontrol gruplarına kıyasla işlemsel, gözlem, yorumlama ve raporlama becerilerinde daha yüksek puanlar aldığını göstermektedir; bu da izole ölçüm görevlerinin ötesinde bilimsel yeterlilik üzerinde daha geniş bir etkiyi yansıtmaktadır². Vaka tabanlı öğrenmeyi ve kalite yönetim bilincini vurgulayan öğrenci merkezli laboratuvar eğitim stratejilerinin, klinik biyokimya eğitiminde hem operasyonel becerileri hem de genel sınav sonuçlarını iyileştirdiği de tespit edilmiştir; bu da sağlık bilimleri müfredatlarında aktif ve değerlendirme açısından zengin laboratuvar tasarımlarının kullanımını daha da desteklemektedir⁷.

Pratik değerlendirmenin pedagojik etkinliği, yerleşik eğitim teorileri aracılığıyla da anlaşılabilir. Laboratuvar görevlerine aktif katılım, öğrencilerin deneysel problemlerle doğrudan etkileşim yoluyla anlam oluşturduğu deneyimsel öğrenmeyi teşvik eder; değerlendirme ise yansıtıcı uygulama ve üstbilişsel düşünmeyi yönlendiren bir geri bildirim mekanizması görevi görür. Bu yaklaşımlar, bilginin uzun vadeli olarak korunması ve aktarılmasıyla ilişkilidir; bu sonuçlar özellikle gelecekteki klinik performans için değerlidir⁸.

Beceri gelişimine ek olarak, pratik sınavlar öğrenciler arasında işbirlikçi öğrenmeyi ve iletişimi teşvik eder; bu da tıp uzmanlarından beklenen daha geniş yetkinliklerle uyumludur. Karmaşık görevler sırasında akran etkileşimi, yalnızca bilişsel kazanımları değil, aynı zamanda öğrenmenin sosyal boyutlarını da geliştirerek öğrencileri klinik ortamlarda disiplinler arası ekip çalışmasına hazırlar.

ÇALIŞMANIN KISITLILIKLARI

Bu çalışmada pratik sınavların müfredata entegrasyonu güçlü bir şekilde gerçekleştirilmiş olsa da, elde edilen bulguların yorumlanmasında bazı kısıtlılıkların göz önünde bulundurulması

gerekmektedir.

Araştırmının kısıtlılıklarından ilki, çalışmanın Türkiye ve Kıbrıs'taki belirli eğitim kurumları ile sınırlı tutulmuş olmasıdır. Çalışma çıktılarının farklı eğitim ekosistemlerine uyarlanabilirliği konusunda genellenebilirliğini sınırlayabilmektedir. İkinci olarak, öğrenme çıktılarının ölçülmesi ağırlıklı olarak nicel verilere dayandırılmış ve kısa vadeli bilişsel kazanımlara odaklanmıştır. Kazanılan teknik becerilerin zaman içerisindeki korunumu ve bu pratik birikimin klinik karar verme mekanizmalarına nasıl dahil edildiği, bu çalışmada henüz ampirik olarak test edilmemiştir. Son olarak, öğrencilerin pedagojik sürece yönelik algıları ve içsel motivasyonel değişimlerine ilişkin nitel verilerin sistematik olarak toplanmamış olması, öğrenme süreçlerinin altında yatan psikometrik dinamiklerin derinlemesine analiz edilmesini kısıtlamıştır.

GELECEK ARAŞTIRMALAR İÇİN ÖNERİLER

Gelecekte yapılacak araştırmalar, elde edilen bulguların dış geçerliliğini ve temsil gücünü artırmak amacıyla daha geniş kapsamlı ve çok merkezli kohortları hedeflemelidir. Özellikle laboratuvar ortamında kazanılan teknik becerilerin bilgi kalıcılığını ve bu yetkinliklerin klinik uygulama alanına transfer edilebilirliğini ölçümleyen detaylı çalışmaların literatüre kazandırılması kritik bir öneme sahiptir.

Buna ek olarak, nicel performans verilerini öğrenci deneyimlerini temel alan nitel geri bildirimlerle birleştiren karma yöntem yaklaşımlarının benimsenmesi, uygulamalı değerlendirme süreçlerinin bilişsel ve duyuşsal öğrenme dinamikleri üzerindeki etkisine dair daha bütüncül bir perspektif sunacaktır. Son olarak, biyokimya eğitiminde öğrenme çıktılarını maksimize etmek adına; biçimlendirici ve düzey belirleyici pratik sınavların karşılaştırmalı etkinliğinin incelenmesi, pedagojik stratejilerin optimizasyonu için değerli veriler sağlayacaktır.

Etik Onay: Bu çalışma için herhangi bir etik onay gerekmemiştir.

Çıkar Çatışması: Yazarların bu çalışma ile ilgili herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Finansal Destek: Bu çalışma için herhangi bir kurum ya da firmadan maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Ethical Approval: No ethical approval was required for this study

Conflict of Interest: The authors have no conflict of interest regarding this study.

Financial Support: No financial and/or moral support was received from any institution or company for this study.

KAYNAKLAR

1. Nina M.Goodey and Cigdem P. Talgar. Guided inquiry in a biochemistry laboratory course improves experimental design ability.*Chem. Educ. Res. Pract.*, 2016, 17:1127-1144. <https://doi.org/10.1039/C6RP00142D>
2. Anwar YAS, Muti'ah M, Dewi YK. An integrated laboratory work to improve students' practical skills and attitudes toward biochemistry in the biochemistry course. *Biochem Mol Biol Educ.* 2024 Jan-Feb;52(1):36-44. <https://doi.org/10.1002/bmb.21787>.
3. Chen W, Du P, Li X, Wang L. Application and effectiveness of blended learning in biochemistry laboratory courses: a multi-class controlled study. *BMC Med Educ.* 2025 Nov 25;25(1):1757. <https://doi.org/10.1186/s12909-025-08327-9>.
4. Silva MJE, Cecilio MS, Pazinato MS. Biochemistry Learning in Higher Education: A Systematic Review on Methodologies and Teaching Resources. *Biochem Mol Biol Educ.* 2025 Nov 22. <https://doi.org/10.1002/bmb.70027>.
5. Eguchi H, Sakiyama H, Naruse H, Yoshihara D, Fujiwara N, Suzuki K. Introduction of team-based learning improves understanding of glucose metabolism in biochemistry among undergraduate students. *Biochem Mol Biol Educ.* 2021 May;49(3):383-391. <https://doi.org/10.1002/bmb.21485>.
6. Feola S, Lemons P.P., et al. Assessor in action: assessment literacy development in a biochemistry context. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 2023, 24, 914. <https://doi.org/10.1039/d2rp00334a>.
7. Xu, G., Zhao, C., Yan, M. *et al.* Evaluating the effectiveness of a new student-centred laboratory training strategy in clinical biochemistry teaching. *BMC Med Educ* **23**, 391 (2023). <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04272-7>.

8. Freeman S, Eddy SL, McDonough M, Smith MK, Okoroafor N, Jordt H, Wenderoth MP. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. Proc Natl Acad Sci U S A. 2014 Jun 10;111(23):8410-5. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>.
9. Biggs, J., & Tang, C. *Teaching for Quality Learning at University* (4th ed.). Open University Press 2011.