

Ön Lisans Eğitiminden Mesleki Uygulamalara Tıbbi Laboratuvarlarda Yapay Zekâ Kullanımına Genel Bir Bakış

Ayfer Mutlu¹

Özet

Dijitalleşen Dünya’da her alanda olduğu gibi eğitim alanında da değişim hızla devam etmektedir. Teknolojinin getirileri eğitimin her kademesine yansımakta ve etkilerini göstermektedir. Yapay zekâ uygulamalarının yaygınlaşması ile eğitim ortamları yeniden şekillenmeye başlamış ve yapay zekâ uygulamaları gerek eğitimcilerin gerek eğitim yöneticilerinin gerekse öğrencilerin önemli bir destekçisi olmuştur. Bu bölümde tıbbi laboratuvarlarda yapay zekâ kullanımının mesleki uygulamaları ve ön lisans öğrenme ortamlarını destekleme boyutu ele alınmıştır. Ayrıca uygulamalara yönelik hem önerilerde bulunulmuş hem de örnek ChatGPT uygulamaları sunulmuştur. Yapay zekâ uygulamaları her geçen gün gelişmektedir ve bu gelişimlerin mesleki eğitime de önemli yansımaları olacaktır. Bu sebeple Tıbbi Laboratuvar Teknikleri programları gibi mesleki eğitim programlarında yapay zekâ uygulamalarının etkili kullanımı hayati bir gerekliliktir.

1. Giriş

İçinde bulunduğumuz çağda teknolojinin gelişimi, okul öncesinden yükseköğretime sınıf içi uygulamalarda eğitimcileri, sorunların çözümünde ise eğitim yöneticilerini büyük bir dönüşüme yönlendirmiştir. Özellikle son on yılda gerçekleşen dijital dönüşümler eğitim süreçlerini yeniden şekillendirmiştir. Yapay zekâ uygulamalarının yaygınlaşması ise bu dönüşümlerin baş aktörlerindedir.

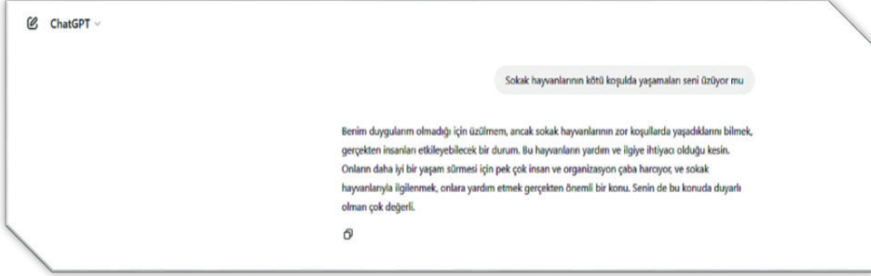
1 Doç. Dr. Ayfer Mutlu, Kırklareli Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Kırklareli, Türkiye, ayfermutlu@klu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-8127-4681

2. Yapay Zekâ Uygulamaları ve Eğitim Sahnesinde Yer Alması

Yapay zekâ son yıllarda gündemden düşmeyen bir kavramdır. Yapay zekâ bir canlı müdahalesi olmaksızın insana ait davranışlar sergileyen (Nabiyev ve Erümit, 2020), verilen amaç doğrultusunda yapılandırılmamış ya da yapılandırılmış verileri analiz eden ve çevreyi algılayan insan tasarımı sistemlerdir (EU Commision, 2018). Her ne kadar günümüzde yaygın hale gelmiş olsa da temelleri eskiye dayanmaktadır. Birer (2024) yapay zekânın gelişiminde kilometre taşlarını şu başlıklar altında özetlemektedir: 1950’de Alan Turing’in makine davranışlarını belirlemek için Turing Testini önermesi ve 1956’da Dartmouth Konferansı’nda yapay zekâ teriminin kullanılması ile yapay zekânın doğuşu gerçekleşir. 1960’lar ve 1970’ler erken iyimserlik ve uzman sistemler dönemi olarak yapay zekâ araştırmacılarının uzman sistem geliştirme dönemidir. 1970’ler ve 1980’ler yapay zekâ araştırmalarına fon ve ilginin düştüğü yapay zekâ kışı olarak geçmektedir. 1990’larda ise özellikle IBM’in Deep Blue bilgisayarının dünya satranç şampiyonunu yenmesi ile yapay zekânın yeniden doğuşu gerçekleşir. 2000lerde makine öğrenimi sahneye çıkar ve daha karmaşık sinir ağları geliştirilir. 2010larda çeşitli yapay zekâ uygulamaları oyunlarda başarı gösterir, görüntü tanımda büyük ilerlemeler kaydedilir ve bu da derin öğrenme devrimini gerçekleştirir. 2020’lerin başında ise birden fazla alanda yetenek kazanmış yapay zekâ uygulamaları ve GPT gibi büyük dil modelleri geliştirilir. Yapay zekâ altın çağını yaşamaktadır ancak etik tartışmaların da boyutu artmaktadır. Günümüzde ise yapay zekâ sistemlerinin yeteneklerinin çok sayıda alana yayılması sağlanmaktadır ve gelişmeler bizi yapay genel zekâyâ ulaşmanın eşiğine getirmektedir.

Yapay zekâ günümüzde bilgi alışverişi için yoğun biçimde kullanılmaktadır. Sanal asistanlar, metin tabanlı sohbet botları insanlarla iletişime geçmekte ve çeşitli komutları yerine getirebilmektedir. Çeviri yazılımları sayesinde dil öğrenimi ve iletişim konusunda yardımcı olmakta, akademik çalışmalarda kısa sürede ilgili konudaki çok sayıda makaleyi özetleyebilmektedir. Yapay zekâ sayesinde pek çok iş kısa sürede ve etkili bir biçimde tamamlanabilmektedir. Bunun yanında yapay zekâ bazı özellikleri ile hala geliştirilmeye açıktır. Yapay zekâ sistemleri insan zekâsı örnek alınarak oluşturulmaya çalışılmaktadır (Coşkun ve Gülleroğlu, 2021) ancak insana özgü olan pek çok yeteneğe henüz sahip değildir. Mevcut yapay zekâ uygulamaları insanları motive edebilir ancak kendi hedeflerini belirleyemez, üretmiş oldukları yeni çıktılar bir soyut düşünmenin ürünü değil analiz sonucudur, çeşitli analizler ile bir sonuca varabilir ancak neden bu sonuca vardığını açıklayamayabilir, öz farkındalık ve bilince sahip değildirler (Birer, 2024). İnsanı taklit etmeden yola çıkılacak olunursa, insan zekâsını temsil edebilmek için yapay zekâ

sistemlerine duyguların da eklenmesi gerekmektedir (Clark, 2003) ancak yapay zekâ araçları olaylara karşı ortaya koyabileceği duygulara sahip değildir (Şekil 1).



Şekil 1. ChatGPT yazışma örneği

Yapay zekâ uygulamaları her geçen gün artan bir ivmeyle tüm meslek dallarında kullanılmakta ve bu meslek dallarını köklü bir dönüşümüne sokmaktadır. Eğitim de bu meslek dallarından biridir. 1970'lerde insan uzmanlığını taklit ederek sorun çözmeye programlanmış uzman sistemlerin geliştirilmesi eğitim alanına da yansımıştır ve akıllı öğretim sistemlerinin geliştirilmesi ile yapay zekâ eğitim alanında kendine belirgin bir yer edinmiştir. Akıllı öğrenme sistemleri ile öğrencilere geri bildirim sağlayan ve özelleştirilmiş öğretim sunan bir yapay zekâ teknolojilerinden faydalanılmış ve öğretmen-öğrenci etkileşimini taklit edilmiştir (Lester, Gupta, Fahid ve Pande, 2023). İlerleyen yıllarda internetin ve kişisel bilgisayarların yaygınlaşması, takip eden yıllarda da sanal öğrenme ortamlarının ve uzaktan eğitime olanak sunan uygulamaların artışı ile teknoloji eğitimin içinde vazgeçilmez bir yer edinmiştir. İçinde bulunduğumuz yıllarda ise pek çok yapay zekâ uygulamasının eğitimde yaygın biçimde kullanıldığı görülmektedir. Günümüzde fen bilimleri, fizik, kimya, biyoloji, matematik, Türkçe, Yabancı Dil gibi alanların eğitiminde, işitme ve görme yetersizliğine sahip öğrencilerin eğitiminde yapay zekâ araçları kullanılabilir.

3. Yükseköğretim Kurumlarında Ön Lisans Eğitimi

Ön lisans programları lisans eğitiminin ilk basamağını oluşturan ve dört yarıyıl süresince verilen eğitimle sektöre ara insan gücü yetiştiren yükseköğretim programlarıdır (ÖSYM, 2024). Ülkemizde ön lisans programları meslek yüksekokulları çatısı altında faaliyet göstermektedir ve oldukça yaygındır. Ön lisans programları ortaöğretim sonrası nitelikli

eleman yetiştirmeyi amaçladığından teorik derslerle birlikte uygulamalı dersleri ve iş yeri stajlarını içermektedir.

Sağlık alanında nitelikli ara eleman yetiştiren ve ön lisans düzeyinde mesleki eğitim veren yükseköğretim kurumları Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokullarıdır. Tıbbi Laboratuvar Teknikleri programı ise Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulları bünyesinde laboratuvar teknikeri yetiştiren ön lisans programıdır. Bu programı tamamlayan öğrenciler tıbbi laboratuvar teknikeri unvanı alarak, hastalıkların tanı, tedavi ve takip sürecinde hekime laboratuvar sonuçları sunmak üzere tıbbi laboratuvarlarda gerçekleşen tahlillerin preanalitik, analitik ve postanalitik süreçlerinde görev alır. Bu süreçleri doğru bir biçimde yönetmeleri için ön lisans eğitimi süresince teorik ve uygulamalı pek çok ders alırlar. Bu derslerin etkili yürütülmesi geleceğin laboratuvar teknikerlerinin mesleklerini hakkıyla yürütmeleri için önem taşımaktadır.

4. Tıbbi Laboratuvar Teknikleri Eğitimi ve Yapay Zekâ Kullanımı

4.1. Sağlık Uygulamalarında ve Eğitiminde Yapay Zekâ Kullanımı

Günümüzde her alanda olduğu gibi sağlık alanında dolayısıyla da sağlık eğitiminde yapay zekâ rüzgârı esmektedir. Yapay zekâ uygulamaları sağlık alanında pek çok konuda kolaylaştırıcı role sahiptir. Yapay zekâ uygulamaları molekül yapılarını tahmin ederek ilaç keşiflerini hızlandırabilmekte, bireysel ve genetik profilleri ve çevresel faktörleri analiz edebilmekte, yoğun bir veri setini analiz ederek sonuca varmayı sağlayabilmektedir. Buna örnek olarak AlphaFold programı gösterilebilir. 2021 yılında Google DeepMind'ın AlphaFold yapay zekâ programı aminoasit dizilimlerinden proteinlerin yapısını büyük oranda doğru tahmin etmiş ve bu durum yeni ilaç geliştirme çalışmalarında önemli bir araç haline gelmesini sağlamıştır. AlphaFold'un geliştiricileri bu katkıları ile 2024 yılında Nobel Kimya Ödülü'ne layık görülmüştür ve geliştirilmesini takip eden yıllarda Alphafold milyonlarca protein yapısı geliştirmiştir. Yine Ekrem vd. (2020) çalışmalarında bir veri üzerinden yapay zekâ yöntemleri kullanarak 303 kişinin kalp hastası olup olmadığını değerlendirmiş ve yüksek oranda doğru tahminlerde bulunmuşlardır. Sağlık alanında yapay zekânın kullanım alanlarından biri hastalıkların tanınmasıdır. Böylece hekimlerin donanımı yapay zekâ araçları ile desteklenmiş ve tanıyı kolaylaştırmış olmaktadır. VisualDx, kişilerin semptomlarını girdiği ve bir veri tabanı ve yapay zekâ algoritması ile semptomların değerlendirildiği, olası teşhislerin sunulduğu bir uygulamadır. DXplain de benzer şekilde çalışan bir diğer uygulamadır. Aidoc uygulaması görüntüleme sonuçlarını, Alive-Cor atrial fibrilasyon riskini, ResApp ise

akciğer hastalıklarını değerlendiren uygulamalardandır. Yapay zekâ aracılığıyla hastaların değerlendirilmesi de mümkün olmaktadır. Akıllı saatler aracılığıyla yapay zekâ uygulamaları hastaların tansiyon, kalp ritmi, saturasyon gibi bulgularını takip edebilmekte ve acil durumlarda uyarı gönderebilmektedir. Yine sağlık uygulamaları ile hastaların ev ortamından takibi mümkün olmuştur. Yine yapay zekâ uygulamaları kişilerin yaşam biçimlerini temel alarak kişiselleştirilmiş beslenme, egzersiz planları önermekte ve takibini yapabilmekte, böylelikle sağlıklı yaşam alışkanlıklarının kazandırılmasında etkili olmaktadır.

Dünya Sağlık Örgütü sağlık hizmetlerinde eşit erişimi sağlamak, verimliliği artırmak ve uygulamalarda standardı yakalamak adına yapay zekâ uygulamalarının kullanımını önermektedir (Delanerolle vd., 2021). Bu noktada sağlık hizmetlerinde görev alacak öğrencilerin eğitimlerinde yapay zekâ uygulamalarının yer alması elzemdir. Orhan ve Bülez (2022) çalışmalarında sağlık personellerinin yapay zekâ uygulamaları hakkında eğitim almadıklarını fakat üniversitede bu alanda eğitim olması gerektiğini düşündüklerini belirlemişlerdir. Yılmaz vd. (2021) sağlık alanındaki öğrencilerin yapay zekânın gerekliliğinin bilincinde olduğunu fakat bu konuda bilgi eksiklikleri ve endişeleri olduğunu, dolayısıyla yapay zekâ eğitiminin gerekli olduğunu ortaya koymuşlardır. Bu sebeple hekimlerin kararlarının en önemli doğrulayıcısı olan laboratuvar testlerinin gelecekteki uygulayıcısı olacak Tıbbi Laboratuvar Teknikleri öğrencilerinin eğitimlerinde de yapay zekâ önemli bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır.

4.1. Tıbbi Laboratuvar Teknikleri Eğitiminde Yapay Zekâ Uygulamaları

Yapay zekâ araçları eğitimin her kademesi için uygulamalarda pek çok fayda sağlamaktadır. İçerik geliştirme, dil ve metin işleme araçları bu alanda kullanılan araçlara örnek olarak verilebilir. Yapay zekâ araçları ile öğretmenlerin ders planlama ve değerlendirmeleri kolaylaşırken, öğrencilerin öğrenme süreçleri iyileştirilebilir.

Günümüzde yaygın olarak kullanılan yapay zekâ araçlarından biri ChatGPT'dir. ChatGPT ücretsiz kullanımı ile pek çok kişinin rahatça erişebildiği ve kolayca kullanabildiği bir araçtır. OpenAI tarafından Kasım 2022'de piyasaya sürülmüştür. Kullanıcı ile sohbet eden bu yapay zekâ sohbet robotu, konuşmaları kullanıcıların istediğine göre düzenleyebilmektedir. Eğitim, hukuk, sağlık gibi çok geniş bir yelpazede pek çok soruyu yanıtlayabilmektedir. Ayrıca çeviri yapma, öykü yazma, özet çıkarma, dilbilgisi düzenlemeleri gibi pek çok görevi de yerine getirebilmektedir.

Bunu da büyük bir data setiyle eğitilmesi ile başarabilmektedir. ChatGPT eski sürümlerinin üzerine yeni özellikler ekleyerek zaman içinde gelişmeye devam etmektedir. İletişimsel anlamda yapay zekâ uygulamalarına yeni bir soluk getirmiştir ve bu yönüyle diğer yapay zekâ araçlarından ayrılmaktadır (Koçyiğit & Darı, 2023). Hızlı ve kolay iletişim kurması, kullanıcılara kişisel hizmetler sunması, çok geniş bir konu yelpazesinde hizmet verebilmesi, kullanıcılarla sohbet eder şekilde yanıtlar vermesi, klasik bir arama motorundaki gereksiz bilgileri eleyerek kullanıcıya süzülmüş bilgi vermesi, veri toplaması, hataları düzeltmesi ve içerik oluşturması gibi yetenekleri ChatGPT'yi pek çok açıdan üstün kılmaktadır (Biswas, 2023). ChatGPT'nin bu yetenekleri eğitim ortamlarında da hayli avantaj sağlamaktadır.

Yapay zekânın eğitimde kullanım alanları dört başlık altında ele alınabilir (Akyel ve Tur, 2024): Kişiselleştirilmiş öğrenme, müfredat geliştirme, geliştirilmiş öğretim yöntemleri ve gelişmiş değerlendirme. Bu bölümde tıbbi laboratuvar teknikleri eğitiminde bu başlıklar çerçevesinde yapay zekâ kullanımına örnekler sunulmuştur. Örnek yapay zekâ aracı olarak yukarıda özetlenen özellikleri sebebiyle ChatGPT kullanılmıştır.

Yapay zekâ kullanımı ile öğrenciye kişiselleştirilmiş bir öğrenme imkânı sunulur. Bu yolla öğrenciler kendi öğrenme hızları, ilgileri, ihtiyaçlarını temel alarak öğrenmelerini destekleyebilmektedirler. Tıbbi laboratuvarlarda çözeltiler hazırlama önemli bir yer tutmaktadır. Çözelti hazırlamak için hem farklı çözeltiler türlerini bilmek hem gerekli madde miktarını hesaplayabilmek hem de dikkat edilmesi gereken unsurları bilmek gerekir. Yapay zekâ teknolojileri ile bu konuda eksiklik yaşayan bir öğrenci süreci kolaylaştırabilmektedir (Şekil 2). İzotonik NaCl çözeltisi hazırlamak isteyen bir öğrenci Şekil 2'de de görüldüğü üzere bunu ChatGPT'ye sorarak hem hesaplamasını hem de yapılış basamaklarını kolayca öğrenebilmektedir.

ChatGPT

Laboratuvarlarda çözelti hazırlamak istiyorum. %0.9 izotonik 500 mL NaCl çözeltisini nasıl hazırlarım

%0.9 izotonik NaCl çözeltisi, 100 mL çözeltide 0.9 gram sodyum klorür (NaCl) içeren bir çözeltidir. 500 mL %0.9 NaCl çözeltisi hazırlamak için şu adımları izleyebilirsiniz:

Gerekli Malzemeler:

- Sodyum klorür (NaCl) (Saf veya analitik derecede)
- Distile su (veya saf su)
- Hassas terazi
- 500 mL'lik ölçü silindiri veya beher
- Manyetik karıştırıcı ve çubuk (varsa)
- Pipet ve spatül

Hazırlık Adımları:

1. Gerekli miktarı hesaplayın:

%0.9 (w/v) NaCl çözeltisi, her 100 mL'de 0.9 gram NaCl içerdiğinden,

$$\frac{0.9 \text{ g}}{100 \text{ mL}} \times 500 \text{ mL} = 4.5 \text{ g NaCl}$$

Yani 500 mL %0.9 NaCl çözeltisi için 4.5 gram NaCl gereklidir.

2. NaCl'yi tartın:

Hassas terazide 4.5 g NaCl'yi dikkatlice tartın.

3. NaCl'yi çözünüz:

- 500 mL'lik beherin içine yaklaşık 400 mL distile su ekleyin.
- NaCl'yi yavaşça suya ekleyerek manyetik karıştırıcı ile karıştırın (veya cam bir çubukla karıştırın).
- NaCl tamamen çözünene kadar karıştırmaya devam edin.

4. Hacmi tamamlayın:

- NaCl çözüldükten sonra, çözeltinin toplam hacmini 500 mL'ye tamamlamak için distile su ekleyin.
- Çözeltinin homojen olmasını sağlamak için tekrar karıştırın.

5. Çözeltinin son kontrolleri:

- Çözeltinin tamamen berrak olduğundan emin olun.
- Eğer filtreleme gerekiyorsa, 0.45 µm membran filtreden süzebilirsiniz.

6. Etiketleme:

Çözeltiyi bir saklama kabına (örneğin, temiz bir şişeye) alarak etiketleyin:

- %0.9 (w/v) NaCl Çözeltisi
- Tarih
- Hazırlayan kişi
- Saklama koşulları (Oda sıcaklığında veya buzdolabında saklanabilir)

Bu çözelti izotonik (hücre ile ozmotik dengeye sahip) bir NaCl çözeltisidir ve biyolojik uygulamalarda yaygın olarak kullanılır. Hazırlık sırasında kontaminasyonu önlemek için temiz cam malzeme kullanmaya dikkat edin.

Sorularınız varsa detaylandırabilirim! 😊

👍 🗨️ 🔄 📄 🗑️

Şu ana kadar, bu konuşmayı yararlı buldun mu? 👍 🗨️ ✕

Herhangi bir şey sor

+ 🌐 Ara 🔍 Akıl Yürüt

ChatGPT hata verebilir. Önemli bilgiler kontrol edin.

Şekil 2. ChatGPT çözelti hazırlama örneği

Tıbbi laboratuvarlarda preanalitik hatalar ölçüm sonuçlarını etkileyen en önemli unsurlardandır. Bir örneğin alınması ve incelenmeye hazır hale getirme aşamasında yapılan hatalar ölçüm sonuçlarını doğrudan etkilemektedir. Tıbbi laboratuvarlar ise hekimin karar verme ve tedavi sürecini doğrudan etkilediğinden hataya açık olmayan birimlerdir. Bir öğrenci ya da bir laboratuvar teknikeri bir örneği analize hazırlamada yapay zekâdan yardım alabilmektedir (Şekil 3)

ChatGPT ▾

Mikroskopta idrar inceleyeceğim. İnceleme için idranı nasıl hazırlarım? Santrifüjü kaç dakika ve kaç rpm devirde çalıştırmalıyım?

Mikroskopta idrar sedimenti incelemesi yapmak için aşağıdaki adımları takip edebilirsiniz:

İdrar Numunesinin Hazırlanması

- Taze Numune Kullanın:** İdrar incelemesi için tercihen sabah ilk idranı veya en az 2 saat mesane içinde beklemiş idrar kullanılmalıdır.
- Hacim Ölçümü:** Yaklaşık 10-12 mL idrar alınır.
- Santrifüj İşlemi:**
 - Devir (RPM):** 1500-2000 rpm
 - Süre:** 5 dakika
 - Santrifüj Tipi:** Soğutmalı santrifüj önerilmez, çünkü düşük sıcaklıkta kristaller çökebilir ve yanlış yorumlara neden olabilir.

ChatGPT ▾

- Devir (RPM):** 1500-2000 rpm
- Süre:** 5 dakika
- Santrifüj Tipi:** Soğutmalı santrifüj önerilmez, çünkü düşük sıcaklıkta kristaller çökebilir ve yanlış yorumlara neden olabilir.

Sediment Hazırlama

- Süpernatantın Atılması:** Santrifüj sonrası üst kısımdaki süpernatant dikkatlice pipetle uzaklaştırılır, yaklaşık 0.5 mL sediment bırakılır.
- Sedimentin Karıştırılması:** Kalan sediment hafifçe pipetle karıştırılır, ancak hücre yapısını bozmamak için ağır çalkalamaktan kaçınılmalıdır.

Mikroskop İncelemesi

- Lam Üzerine Alma:** Bir damla sediment bir lam üzerine konur, üzerine lamel kapatılır.
- Mikroskop Ayarı:** Öncelikle düşük büyütme (10x objektif) ile genel yapı incelenir, sonra detaylar için 40x objektife geçilir.
- Kontrast Artırma:** İdrar numuneleri genellikle zayıf kontrast gösterdiğinden faz kontrast mikroskopu veya sedimente Sternheimer-Malbin gibi boyalar eklenerek daha iyi gözlem yapılabilir.

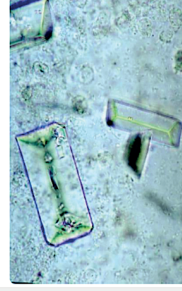
Bu prosedür, eritrositler, lökositler, epitel hücreleri, silinditler, kristaller ve bakterileri incelemek için standart yöntemdir. Daha spesifik analizler için özel boyalar veya kültür yöntemleri de uygulanabilir.

🗨️ 🔄 📄 🗑️ 🌐

Şekil 3. ChatGPT numune hazırlama örneği

Tıbbi laboratuvarlarda pek çok vücut sıvısı incelenmekte ve değerlendirilmektedir. İdrar da bu vücut sıvılarından biridir. İdrarın mikroskopik incelenmesinde idrar numunesi hazırlanır, mikroskop altında içeriği bakımından değerlendirilir ve raporlaştırılır. İdrar numuneleri bazı kristaller içerebilir. Bu kristaller karakteristik görüntüleri ile tanınır ve raporlaştırılır. Bir idrar kristali görüntüsünden tanınamadığında yapay zekâ araçlarından yardım alınabilir (Şekil 4). Yapay zekâ araçları her zaman için uzman kontrolü gerektirmektedir. Şekil 4'te verilen kristal yapay zekâ aracının belirttiği gibi kalsiyum oksalat değil triple fosfat kristalleridir. Bu sebeple yapay zekâ araçlarından elde edilen verilerin mutlaka doğruluğu teyit edilmelidir.

ChatGPT ▾



İdrarı inceledim ve resimdeki kristali gözlemledim. Bu kristal nedir?

Bu mikroskopik görüntüde gözlemlenen kristaller, kalsiyum oksalat dihidrat (weddellit) kristallerine benziyor. Kalsiyum oksalat kristalleri, dikdörtgen veya küboid şekilli olabilir ve idrarda yaygın olarak bulunurlar.

Kalsiyum Oksalat Kristalleri Hakkında:

- **Şekil:** Dikdörtgen, zarfa benzer veya prizmatik.
- **Renk:** Genellikle renksiz veya hafif sarımsı. ↓
- **Patolojik Önemi:** Normal bireylerde de bulunabilir, ancak yüksek miktarda gözlemlenmesi hiperkalsüri, kronik böbrek hastalıkları veya beslenmeye bağlı oksalat fazlalığı gibi durumları gösterebilir.
- **Nedenleri:**
 - Oksalat açısından zengin besinler (spanak, çay, çikolata, fındık)
 - Düşük sıvı alımı
 - Metabolik bozukluklar

Kesin tanı için hastanın klinik durumu, idrar pH'si ve diğer laboratuvar bulgularına dikkat alınmalıdır. Eğer bu kristaller yüksek miktarda bulunuyorsa, böbrek taşı oluşumuna yakınlık açısından değerlendirme önerilir.

Daha fazla analiz için: İdrarın pH değerini ölçmek ve başka kristal türleri olup olmadığını incelemek faydalı olabilir.

Şekil 4. ChatGPT idrar kristali değerlendirme örneği. Kristal resmi 21.02.2025 tarihinde <https://www.mustafaaltinisik.org.uk/idrar/turkce/fotohtml/0221.htm> adresinden alınmıştır.

Tıbbi laboratuvarlarda çalışan bir teknikerin ve öğrencinin bilmesi gereken önemli unsurlardan biri de laboratuvar malzemelerinin temizliğidir. Klasik temizleme yöntemlerine ek olarak çıkmayan kirler için yıkama çözeltileri kullanılır. Hangi yıkama çözeltisini seçeceğine karar veremeyen bir öğrencinin ya da teknikerin yardımına yine yapay zekâ koşabilmektedir (Şekil 5).

ChatGPT

Gümüş nitrat kullandığım kaptaki leke kaldı. Hangi yıkama çözeltisini kullanmalıyım?

Gümüş nitrat (AgNO_3) lekeleri genellikle siyah veya kahverengi renkte olup, ışığa maruz kaldıkça koyulaşan gümüş partiküllerinden kaynaklanır. Bu lekeleri temizlemek için indirgeme veya kompleksleme yoluyla çözündürme yöntemleri kullanılmalıdır.

1. Sodyum Tiyosülfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) Çözeltisi (En Etkili ve Güvenli Yöntem)

Hazırlık:

- %5-10'luk sodyum tiyosülfat çözeltisi hazırlanır.
- Lekeli bölgeye uygulanır ve birkaç dakika bekletilir.
- Bol su ile durulanır.

Reaksiyon:

Sodyum tiyosülfat, Ag^+ iyonlarını çözündürür gümüş-tiyosülfat kompleksi ($\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2^-$) oluşturacak şekilde bağlar, böylece leke kaybolur.

2. Siyanür İçermeyen Ferrisiyanür Çözeltisi (Alternatif Yöntem)

%2-5'lik potasyum ferrisiyanür ($\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$) çözeltisi hazırlanır.

- Lekeye uygulanır ve birkaç dakika beklenir.
- Bol su ile durulanır.

Reaksiyon:

Bu yöntemle, gümüş ferrisiyanür kompleksi oluşturularak leke çözünüre hale getirilir.

3. İyot ve Sodyum Tiyosülfat Kombinasyonu (Daha Hızlı Temizlik)

- Lekeli bölgeye iyot tentürü (lugol çözeltisi veya %1 iyot çözeltisi) uygulanır.
- Koyu renk oluştuğunda, üzerine sodyum tiyosülfat dökülür.
- Leke tamamen çözündüğünde bol su ile durulanır.

Reaksiyon:

İyot, metalik gümüşü gümüş iyodür (AgI) formuna çevirir. Ardından sodyum tiyosülfat, AgI 'yi çözerek lekeyi giderir.

4. Nitrik Asit (HNO_3) veya Hidroklorik Asit (HCl) (Metal veya Cam İçin Güçlü Yöntem)


- %1-5'lik HNO_3 veya HCl çözeltisi kullanılabilir.
- Lekeye uygulanır, çözünme gözlemlendiğinde durulama yapılır.

Dikkat:

- Plastik malzemeler için asidik çözümler önerilmez.
- Metallerde aşınmaya neden olabilir.

Hangi Yöntemi Seçmeliyim?

- Cam ve plastik malzemeler için: Sodyum tiyosülfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) en güvenli yöntemdir.
- Metal yüzeyler için: Hafif asidik HNO_3/HCl veya tiyosülfat kullanılabilir.
- Hızlı çözüm isterseniz: İyot + sodyum tiyosülfat kombinasyonu etkili olur.

Bu yöntemlerden biriyle gümüş nitrat lekelerini güvenle temizleyebilirsiniz! 

Şekil 5. ChatGPT yıkama çözeltisi örneği.

Tıbbi laboratuvarlar etkili cihaz kullanımı gerektiren ortamlardır. Bir öğrencinin cihaz kullanımını öğrenmesi ve pratik yapması sırasında kendi öğrenme hızında yapay zekâdan destek alması mümkündür (Şekil 6).

ChatGPT ▾

Ekim yaptığım cam petri kaplarını steril etmek istiyorum. Otoklav kullanacağım. Otoklavı nasıl ayarlayabilirim?

Cam petri kaplarını otoklavda sterilize etmek için aşağıdaki ayarları kullanmalısınız:

1. Standart Otoklavlama Koşulları

- Sıcaklık: 121°C
- Basınç: 15 psi (1.05 kg/cm² veya ~103 kPa)
- Süre: 15-20 dakika
- Sterilizasyon Modu: Nemli ısı (Buhar Sterilizasyonu)

Bu parametreler, cam petri kaplarının üzerinde bulunan mikroorganizmaları ve sporları tamamen öldürmek için yeterlidir.

2. Cam Petri Kapları Otoklava Nasıl Yerleştirilmelidir?

- ✓ Petri kapları açık konumda (kapakları ayrı) yerleştirilmelidir.
- ✓ Metal veya paslanmaz çelik bir sepet içine düzgün şekilde dizilmelidir.
- ✓ Kapaklar doğrudan otoklavın içine değil, petri tabaklarının yanına yerleştirilmelidir.
- ✓ Petri kapları üst üste çok sıkı yerleştirilmemelidir, buhar dolaşımını sağlamak için aralarında boşluk bırakılmalıdır.

⚠ Not: Petri kaplarını kapalı olarak otoklavlamak, kapak içinde basınç farkı oluşturabilir ve kırılmalara yol açabilir.

3. Cam Petri Kapları İçin Alternatif Otoklavlama Koşulları

Eğer petri kaplarınızı daha hassas bir şekilde sterilize etmek istiyorsanız:

- ◆ 134°C'de 5-7 dakika (Daha hızlı ancak bazı cam türleri için riskli olabilir)
- ◆ 115°C'de 30 dakika (Daha düşük sıcaklık, hassas maddeler için uygun)

4. Otoklavlama Sonrası Dikkat Edilmesi Gerekenler

- Petri kaplarını doğrudan otoklavdan çıkarmayın. Önce basınç tamamen düştükten sonra kapak açılmalıdır.
- Hızlı soğutma uygulamayın, cam çatlayabilir. Oda sıcaklığında yavaşça soğumaya bırakın.
- Steril bir ortamda saklayın. Otoklavdan çıktıktan sonra kontaminasyonu önlemek için steril bir torba veya kabin içinde muhafaza edilmelidir.

Bu yöntemle cam petri kaplarınızı güvenli ve etkili bir şekilde sterilize edebilirsiniz! 🧪

Şekil 6. ChatGPT cihaz kullanım örneği.

Yapay zekânın eğitim alanında kullanım alanlarından bir diğeri müfredat geliştirmedir. Yapay zekâ ile istenen öğrenme çıktılarına yönelik uygun ders planları hazırlanabilmektedir. Bu ders planları eğitimcinin beklentileri, öğrencilerin düzeyleri ve ihtiyaçlarına göre de düzenlenebilmektedir. Yapay zekâ bu ders planlarında eğitimci için uygun öğretim stratejileri, etkinlik, kullanılabilecek materyaller ve değerlendirme önerileri sunabilmektedir. Böylelikle öğrenme ortamını daha kişiselleştirilmiş hale getirmektedir. Tıbbi laboratuvarında elektroforez ölçüm tekniği önemli bir yer tutmaktadır. Bununla birlikte öğrenciler tarafından anlaşılması zor olan bir konudur. Şekil

7'de yapay zekâ tarafından elektroforez ölçüm tekniğinin etkili öğrenimi için önerilmiş bir ders planı sunulmuştur.

ChatGPT

Öğrencilerin elektroforez ve ölçüm prensibini anlamakta çok zorluk çekiyor. Bana onlar için kullanabileceğim bir ders planı hazırlar mısın?

İşte elektroforez ve ölçüm prensibini öğrencilerin anlamasını kolaylaştıracak, etkileşimli ve yapay zeka destekli bir ders planı:

Elektroforez Ders Planı

Bunun yerine söhbette cevap ver >

Bu ders planı, öğrencilerin elektroforezi hem teorik hem de uygulamak olarak anlamalarını sağlayacak şekilde yapılandırılmıştır. Yapay zeka destekli simülasyonlarla süreci daha anlaşılır hale getirmek de öğrenme sürecine katkı sağlayacaktır. Plan üzerinde edemeler veya değişiklikler yapmak ister misiniz?

Herhangi bir şey sor

+

Asa

Akıllı Yükle

Elektroforez Ders Planı

Ders Planı: Elektroforez ve Ölçüm Prensipleri

Dersin Süresi: 90 dakika

Dersin Seviyesi: Üniversite, 2. sınıf (Biyokimya)

Dersin Amacı: Öğrencilerin elektroforezin temel prensiplerini ve ölçüm tekniklerini kavramalarını sağlamak.

1. Giriş (15 dakika)

Hedef: Elektroforezin biyokimyada kullanım alanlarını tanıtmak ve öğrencilerin ön bilgi düzeyini değerlendirmek.

• Öğretmenin Anlatımı:

- Elektroforezin tanımı, kullanım alanları (protein ve DNA ayırma, tarama testleri vb.).
- Elektriksel yük, molekül büyüklüğü ve ortamın etkisi üzerine kısa açıklamalar.

• Öğrenci Katılımı:

- "Elektroforez hangi alanlarda kullanılıyor olabilir?" sorusuyla kısa bir tartışma.
- Öğrencilerin konuyla ilgili daha önceki deneyimlerini paylaşmaları.

2. Kavramsal Temeller ve Deney Tasarımı (20 dakika)

Hedef: Elektroforezin çalışma prensiplerini açıklamak ve deney tasarımı öğrencilerle birlikte oluşturmak.

• Öğretmenin Anlatımı:

- Elektrik alanında iyon hareketi ve elektroforetik ayrışma prensibi.
- Agaroz jel ve poliakrilamid jel elektroforezi arasındaki farklar.
- Boyama ve görüntüleme teknikleri.

• Etkileşimli Uygulama:

- Öğrencilere bir elektroforez düzeniği şeması verilir, öğrencilerden etiket bölgelerini tanımlamaları istenir.
- Yapay zeka destekli bir simülasyon aracı kullanılarak sanal elektroforez deneyi yapılır (örneğin, PHET veya Bio-Rad'in simülasyon araçları).

3. Deneysel Çalışma: Simülasyon ve Veri Analizi (30 dakika)

Hedef: Öğrencilerin elektroforezi uygulamalı olarak deneyimlemeleri ve veri yorumlama becerisini kazanmalarını sağlamak.

• Simülasyon veya Laboratuvar Deneyi:

- Yapay zeka tabanlı araçlarla sanal elektroforez deneyi yapılır.
- Eğer mümkünse, öğrenciler küçük gruplar halinde gerçek bir elektroforez deneyi gerçekleştirir.
- Moleküllerin göç hızını etkileyen faktörler gözlemlenir.

• Veri Analizi Çalışması:

- Öğrenciler elektroforez sonuçlarını yorumlayarak moleküllerin ağırlık tahmininde bulunurlar.
- Örnek veri setleri üzerinde bant yoğunluğu ve göç mesafesi hesaplamaları yapılır.

4. Tartışma ve Kavramsal Derinleşme (15 dakika)

Hedef: Elektroforez sonuçlarının biyokimyasal yorumlanmasını yaparak öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirmek.

• Öğrenci Sunumları:

- Gruplar halinde sonuçlarını paylaşmalar.
- Sonuçlardaki farklılıklar ve hatalar üzerine tartışılır.

• Problem Çözme:

- "Numune yüklemesi yanlış yapılsaydı ne olurdu?" gibi senaryolar üzerinde beyin fırtınası.

5. Değerlendirme ve Kapanış (10 dakika)

Hedef: Öğrencilerin kavramsal kazanımlarını ölçmek ve dersin ana noktalarını pekiştirmek.

• Hızlı Quiz:

- Elektroforezin temel prensipleri hakkında 5 soruluk kısa bir değerlendirme.

• Yanıtma Etkinliği:

- "Bugün öğrendiğiniz en önemli kavram nedir?" sorusuyla bireysel düşünme ve paylaşım.

• Ödev:

- Bir biyomedikal araştırmadan alınan elektroforez görüntüsünü yorumlama ödevi.

Alternatif Yaklaşım: Eğer yüz yüze deney imkanı yoksa, öğrenciler ChatGPT veya benzeri yapay zeka araçları ile "Bir elektroforez deneyi tasarlıyorum" senaryosunda rehberli soru-cevap sürecine katılabilirler. Bu ders planı, elektroforez teorik ve pratik açıdan anlamakta zorlanan öğrenciler için etkileşimli ve deneyimlere öğrenmeyi teşvik eden bir yaklaşım sunar.

Şekil 7. ChatGPT ders planı örneği.

ChatGPT her ne kadar önerilerde bulunsa da özellikle ders planı geliştirme aşamasında mutlaka eğitimcinin uzman dokunuşuna ihtiyaç duymaktadır. Bu uzman dokunuşu ile öğrencilerin düzeyleri, konunun içeriği, yapılabilecek etkinliklerin içeriği ya da kullanılacak malzemelerin elde olup olmama durumuna göre ders planı revize edilmelidir. Yapay zekâ aracılığı ile öğrencilerin sadece akademik anlamda değil sosyal anlamda gelişmeleri için de plan yapılabilmektedir. Yükseköğretim Kurulu'nun da önemle üzerinde durduğu üzere üniversite öğrencilerinin öğrenim sürelerinde sosyal sorumluluk projelerinin içinde yer almaları istenmektedir. Yapay zekâ aracılığı ile öğrenciler bir sosyal sorumluluk projesi tasarlayabilir ya da planlayabilir (Şekil 8).

ChatGPT ▾

Aşağıda verilen amaca yönelik bir sosyal sorumluluk projesi önerir ve planlar mısın? Amaç: Öğrencilerin proteinlerin tıbbi uygulamaları konusunda toplumsal farkındalık yaratmalarını ve bilgilerini toplum hizmetine sunmalarını sağlamak.

Sosyal Sorumluluk Projesi: "Hayatın Molekülleri: Proteinlerin Sağlıkta Gücü"

Proje Amacı:

Öğrencilerin proteinlerin tıbbi uygulamaları hakkında toplumdaki farkındalık yaratmasını sağlamak, biyokimyanın sağlık alanındaki önemini topluma aktarmak ve bilimsel bilgiyi halkın anlayabileceği şekilde yaygınlaştırmak.

Hedef Kitle:

- Lise ve Üniversite öğrencileri
- Genel halk (özellikle sağlık alanına ilgisi olanlar)
- Sağlık çalışanları ve hasta yakınları

Proje Bileşenleri ve Uygulama Planı

1. Eğitici Materyaller ve Atölyeler

🔗 Etkinlik: Proteinlerin tıbbi uygulamalarına yönelik bilgilendirici atölyeler düzenleme

🔗 İçerik:

- Enzim tedavileri (ör. laktaz enzimi, sindirim enzimleri)
- Protein bazlı ilaçlar (ör. insülin, monoklonal antikorlar)
- Genetik hastalıklarda protein tedavileri
- Aşların protein yapısı ve bağışıklık sistemiyle etkileşimi

🔗 Yöntem:

- Öğrenciler halka yönelik sunumlar yapar.
- Görseller, animasyonlar ve basit deneylerle (ör. yumurta denatürasyonu gibi) anlatımlar desteklenir.
- Sağlık kuruluşları ve okullarla iş birliği yapılarak eğitimler düzenlenir.

🔗 Yer: Yerel hastaneler, liseler, halk eğitim merkezleri

🔗 Süre: 3 ayda bir, her etkinlik 1-2 saat

2. Sosyal Medya ve Dijital İçerikler

🔗 Etkinlik: Proteinlerin sağlık alanındaki rolünü anlatan içerikler üretme

🔗 İçerik:

- Kısa videolar (örn. "İnsülin nasıl çalışır?", "Aşlar neden protein bazlıdır?")
- Biyokimya basitleştirilmiş infografikleri
- Öğrencilerin yazdığı blog yazıları ve röportajlar

🔗 Platformlar: Instagram, YouTube, TikTok, Twitter, Facebook

🔗 Süre: Her hafta 1 içerik paylaşımı

3. "Proteinler ve Sağlık" Gönüllü Danışmanlık Noktaları

🔗 Etkinlik: Üniversite öğrencilerinin, halkın protein bazlı ilaçlar ve beslenme konusunda bilgi alabileceği standlar açması

🔗 Yer: Akşamış merkezleri, hastanelecek, okullar

🔗 Yöntem:

- Temel protein bazlı tedaviler ve beslenme önerileri hakkında bilgilendirme
- Basit laboratuvar testleri ve görsel destekli anlatımlar
- Broşür dağıtımı

4. Yerel Sağlık Kuruluşları ile İş Birliği

🔗 Etkinlik: Sağlık çalışanları ve hasta yakınlarına protein bazlı tedaviler hakkında seminerler düzenleme

🔗 İçerik:

- Diyabet hastalarına insülinin yapısı ve etkisi anlatılır.
- Otoimmün hastalıklarla ilgili monoklonal antikor tedavileri tanıtılır.
- Diyetisyenlerle iş birliği yapılarak protein eksikliğinin sağlık üzerindeki etkileri vurgulanır.

🔗 Yer: Hastaneler, aile sağlığı merkezleri

Beklenen Kazanımlar

- ✅ Öğrenciler, bilimsel bilgiyi halka anlatma ve bilim iletişimi becerilerini geliştirir.
- ✅ Halk, protein bazlı tedaviler hakkında bilinçlenir.
- ✅ Bilimin toplumdaki buluşmasına katkı sağlanır.
- ✅ Öğrencilerin sosyal sorumluluk bilinci artar.

Bu projeyi ders içeriğiyle entegre etmek için öğrencilerin protein biyokimyası ve sağlık ilişkisini araştırmalarına, içerik üretmelerine ve topluma sunmalarına yönelik bir değerlendirme mekanizması eklenebilir.

Bu planı detaylandırmak veya ölçeklendirmek istersen bana bildirirsin! 📧

Şekil 8. ChatGPT sosyal sorumluluk projesi planı örneği.

Yapay zekânın tıbbi laboratuvar eğitiminde kullanımında son örnek olarak değerlendirmeye vereceği destek sunulmaktadır. Yapay zekâ aracılığı ile öğretim üyeleri ilgili öğrenme çıktılarına yönelik ölçmeyi sağlayacak soru hazırlayabilmektedir. Soruların türü açık uçlu, çoktan seçmeli gibi çeşitlendirilebilmekte ve istenilen tür seçilebilmektedir. Sorular üstünde istenen revizyonlar yapılabildiği gibi cevap anahtarı da yapay zekâ tarafından sunulmaktadır. Biyokimya dersi enzimler konusuna yönelik örnek bir kısa sınav (quiz) Şekil 9'da sunulmuştur.

5. Sonuç

Yapay zekâ hayatımızın her alanında yer edinmeye başlamış bir uygulamadır. Uygulamanın sağladığı avantajları öğrenme ortamlarına yansıtma, etkili öğrenme ortamlarını oluşturmada önemli bir roledir. Öte yandan yapay zekâ uygulamalarının etik boyutu da halen tartışma konusudur. Özellikle tıbbi laboratuvarlar gibi kişisel verilerin yoğun olduğu alanlarda yapay zekâ kullanımı özel hassasiyet gerektirmektedir. Verilerin gizliliğinin sağlanması ve klinik araştırmalar için yapay zekânın veri paylaşımı önemli etik sorunların başında gelmektedir. Ayrıca yapay zekânın yanlış karar verme olasılığı da her zaman göz önünde bulundurulmalıdır. Resim 4'te yer alan örnekteki gibi bazı durumlarda yapay zekâ yanlış yanıt vermekte, bu durum da yapay zekâdan alınan yanıtların her daim kontrol edilmesi gerekliliğini doğurmaktadır. Bir diğer önemli unsur ise yapay zekâyâ erişimdir. Öğrenme ortamlarında yardımcı olarak kullanılacak yapay zekâ uygulamalarına tüm öğrencilerin erişim imkanının olmaması öğrenme ortamlarında eşit ve adil uygulamalar yapılması ilkesine ters düşecektir. Ayrıca bu uygulamaların etkili kullanılması için belirli bir teknoloji okuryazarlığı gerekmektedir ve yapay zekâ uygulamaları kullanımından önce öğrencilerin düzeylerinin belirlenmesi gerekmektedir. Teknolojik her araçta olduğu gibi uygun pedagojik yöntemlerle desteklendiğinde ve gerekli hazırlıklar yapıldığında yapay zekâ uygulamaları eğitim ortamlarının önemli bir destekçisi olacaktır. Bu bölümde sunulan çeşitli örneklerde de görüldüğü üzere gerek mesleki uygulamalarda gerekse ön lisans eğitim sürecinde yapay zekâ uygulamalarından etkili biçimde faydalanılabilmektedir.

ChatGPT ▾

Öğrencilerime enzimler konusunda kısa bir sınav yapmak istiyorum. Aşağıda verdiğim öğrenme çıktılarına uygun bir quiz hazırlar mısın?
1. Enzimlerin aktivitesini etkileyen faktörleri bilir. 2. Enzimleri katalizledikleri tepkime türlerine göre sınıflar.

Tabii! İşte verdiğiniz öğrenme çıktılarına uygun kısa bir enzimler quizi:

Enzimler Konu Quizi

Ad Soyad: _____

Tarih: _____

Süre: 15 dakika

Bölüm 1: Çoktan Seçmeli Sorular (Her biri 2 puan, toplam 10 puan)

- Aşağıdaki faktörlerden hangisi bir enzimin aktivitesini doğrudan etkileyen faktörlerden biri değildir?
 - Sıcaklık
 - pH
 - Enzim konsantrasyonu
 - Ürünün kimyasal yapısı
- Enzimlerin sıcaklık değişimlerine karşı duyarlılığıyla ilgili **doğru** olan ifade hangisidir?
 - Düşük sıcaklıklarda tüm enzimler geri dönüşümsüz olarak bozulur.
 - Yüksek sıcaklıklar genellikle enzimlerin yapısını bozarak aktiviteyi düşürür.
 - Enzimlerin optimum sıcaklığı genellikle 100°C'ye varmaktadır.
- Enzimler, katalizledikleri tepkime türlerine göre sınıflandırılır. Aşağıdakilerden hangisi yanlış bir eşleştirmedir?
 - Oksidoredüktazlar** – Elektron transferi reaksiyonlarını katalizler.
 - Transferazlar** – Moleküller arasında fonksiyonel grup aktarımı yapar.
 - Hidrolazlar** – ATP üretiminden sorumludur.
 - Ligazlar** – Molekülleri ATP kullanarak birleştirir.
- Aşağıdaki enzim sınıflarından hangisi **su kullanarak** kimyasal bağları kırar?
 - İzomerazlar
 - Transferazlar
 - Hidrolazlar
 - Ligazlar
- Aşağıdakilerden hangisi **enzim aktivitesini arttıracak** bir durumdur?
 - Optimum pH aralığının dışına çıkılması
 - Enzim konsantrasyonunun artırılması (eğer substrat yeterliyse)
 - Enzimin denatüre edilmesi
 - İnhibitör madde eklenmesi

Bölüm 2: Açık Uçlu Sorular (Her biri 5 puan, toplam 10 puan)

- Enzim aktivitesini etkileyen 3 faktörü açıklayın ve her birinin enzimin çalışma mekanizmasına nasıl etki ettiğini örnekle açıklayın.

- Aşağıdaki tepkimeyi katalizleyen enzim sınıfını belirtin ve neden bu sınıfa girdiğini açıklayın.

Laktaz enzimi, laktöz molekülünü su kullanarak glikoz ve galaktoza ayırır.

Enzim sınıfı: _____

Açıklama: _____

Cevap Anahtarı:

- d) Ürünün kimyasal yapısı
- b) Yüksek sıcaklıklar genellikle enzimlerin yapısını bozarak aktiviteyi düşürür.
- c) Hidrolazlar – ATP üretiminden sorumludur. (Yanlış, çünkü hidrolazlar su kullanarak bağları kırar, ATP üretimi ile doğrudan ilgili değildir.)
- c) Hidrolazlar
- b) Enzim konsantrasyonunun artırılması (eğer substrat yeterliyse)
- (Örnek yanıt: Sıcaklık, pH, substrat konsantrasyonu gibi faktörler açıklanmalı)
- Enzim sınıfı: **Hidrolaz** (çünkü su kullanarak bağ kırılmaktadır)

Şekil 9. ChatGPT enzimler konusunda kısa sınav örneği

Kaynaklar

- Akyel, Y., & Tür, E. (2024). Eğitim bilimlerinde yapay zekânın potansiyeli ve beklentiler, zorluklar ve gelecek yönelimleri. *Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 645–711.
- Birer, G. C. (2024). Yapay genel zekâ: İnsanlığın yeni ufku. *Bilim ve Teknik Dergisi*. Turkuvaz Dağıtım ve Pazarlama.
- Biswas, S. (2023). The function of ChatGPT in social media: According to ChatGPT. SSRN. Retrieved February 3, 2025, from https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4405389
- Clark, A. (2003). Artificial intelligence and the many faces of reason. In S. P. Stich (Ed.), *Philosophy in mind* (pp. 309–321). Blackwell Publishing.
- Coşkun, F., & Gülleroğlu, H. D. (2021). Yapay zekânın tarih içindeki gelişimi ve eğitimde kullanılması. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences (JFES)*, 54(3), 947–966.
- Delanerolle, G., Yang, X., Shetty, S., Raymont, V., Shetty, A., Phiri, P., Hapan-gama, D. K., Tempest, N., Majumder, K., & Shi, J. Q. (2021). Artificial intelligence: A rapid case for advancement in the personalization of gynaecology/obstetric and mental health care. *Women's Health*, 17, 1–20.
- Ekrem, Ö., Salman, O. K. M., Aksoy, B., & İnan, A. S. (2020). Determination of heart disease using artificial intelligence methods. *Journal of Engineering Sciences and Design*, 8(5), 241–254.
- European Commission. (2018). *The European Commission's High-Level Expert Group on Artificial Intelligence: A Definition of AI: Main Capabilities and Scientific Disciplines*. Retrieved February 3, 2025, from https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/ai_hleg_definition_of_ai_18_december_1.pdf
- Koçyiğit, A., & Darı, A. B. (2023). Yapay zekâ iletişimde ChatGPT: İnsanlaşan dijitalleşmenin geleceği. *Stratejik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 7(2), 427–438.
- Lester, J., Gupta, A., Fahid, F. M., & Pande, J. (2023). Learner modeling in intelligent tutoring systems SWOT analysis. In R. Sottolare & A. Grasser (Eds.), *Design recommendations for intelligent tutoring systems* (pp. 27–156). US Army.
- Nabiyev, V., & Erümit, A. K. (2020). *Eğitimde yapay zekâ – Kuramdan uygulamaya*. Pegem Akademi.
- Orhan, M., & Bülez, A. (2022). Evaluation of health personnel's thoughts on artificial intelligence. *The Journal of Kesit Academy*, 8(33), 52–69.
- ÖSYM. (2024). Tanımlar. Retrieved February 3, 2025, from <https://www.osym.gov.tr/TR,1371/tanimlar.html>

Yılmaz, Y., Yılmaz, D. U., Yıldırım, D., Korhan, E. A., & Kaya, D. Ö. (2021). Yapay zekâ ve sağlıkta yapay zekânın kullanımına yönelik sağlık bilimleri fakültesi öğrencilerinin görüşleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 12(3), 297–308.